



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Technische Universität Dresden, Institut für Wirtschaft  
und Verkehr, Professur für Kommunikationswirtschaft

# **Elektromobilitäts- konzept für den Landkreis Bautzen**

Dresden, den 19.12.2018

## Elektromobilität im Landkreis Bautzen

### Endbericht des Elektromobilitätskonzeptes für den Landkreis Bautzen

#### Auftraggeber:

Landratsamt Bautzen  
Gebäude- und Liegenschaftsamt  
Zentrale Vergabestelle  
Bahnhofstraße 9  
02625 Bautzen

#### Ansprechpartner:

Dipl. Verk.-wirtsch.

#### René Pessier LL.M.

Telefon: 0351 463-36787  
Telefax: 0351 463-36854  
E-Mail: rene.pessier@tu-dresden.de

Technische Universität Dresden  
Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“  
Institut für Wirtschaft und Verkehr

Professur für Kommunikationswirtschaft  
Prof. Dr. oec. habil. Ulrike Stopka  
Forschungsgruppe Mobilität und Information  
Würzburger Str. 35, 01187 Dresden



# Inhalt

Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Abbildungsverzeichnis .....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VIII
1 Einleitung und Zielstellung.....	1
2 Relevanz und Entwicklung der Elektromobilität .....	4
3 Status Quo im Landkreis Bautzen .....	8
3.1 <i>Bevölkerungs-, Wohn und Siedlungsstruktur</i> .....	8
3.2 <i>Mobilität: Verkehrs- und Ladeinfrastruktur</i> .....	9
3.3 <i>Gewerbe und Wirtschaft</i> .....	11
3.4 <i>Identifikation relevanter Akteure</i> .....	12
4 Elektromobilität und Ladeinfrastruktur im Überblick.....	19
4.1 <i>Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von Elektrofahrzeugen</i> .....	24
4.2 <i>Umweltbilanz und Nachhaltigkeit</i> .....	27
4.2.1 Emissionen.....	27
4.2.2 Rohstoffbedarf .....	30
4.2.3 Temporäre Verknappung von Rohstoffen .....	32
4.2.4 Soziökonomische und ökologische Wirkungen .....	32
4.2.5 Second-Life Anwendungen .....	33
4.3 <i>Begriffserklärung und Differenzierung von Ladeinfrastruktur</i> .....	34
4.3.1 Ladestationen und Ladepunkte .....	35
4.3.2 Ladeleistung .....	36
4.3.3 Eigentumsverhältnis.....	37
4.3.4 Zweck der Ladung .....	37
4.3.5 Nutzergruppen .....	38
4.3.6 Ladeorte .....	39
4.4 <i>Anforderungen an Ladeinfrastruktur</i> .....	39
4.4.1 Anforderungen aus Nutzersicht.....	41
4.4.2 Anforderungen aus Betreibersicht .....	43
4.5 <i>Ladesäulenverordnung</i> .....	45

4.6	<i>Förderung von Ladeinfrastruktur</i> .....	46
5	Bedarfsprognose Ladeinfrastruktur im Landkreis Bautzen.....	47
5.1	<i>Modell</i> .....	48
5.2	<i>Prognose</i> .....	51
5.2.1	Elektrofahrzeuge .....	51
5.2.2	Lademöglichkeit am Wohnort.....	52
5.2.3	(Halb-)Öffentliche Normalladevorgänge bis 22 kW (AC) .....	54
5.2.4	(Halb-)Öffentliche Schnellladevorgänge mit mindestens 50 kW (DC) .....	55
5.2.5	Laden am Arbeitsplatz .....	57
5.2.6	Netzkapazitäten.....	58
5.3	<i>Fazit</i> .....	60
5.3.1	Empfehlungen für die Errichtung von LIS .....	61
5.3.2	Private Haushalte .....	63
6	Elektrifizierungs- und Poolingpotential des Fuhrparks des Landkreises Bautzen .....	64
6.1	<i>Datengrundlage</i> .....	64
6.2	<i>Ergebnisse der Fuhrparkanalyse</i> .....	68
6.2.1	Elektrifizierungspotential .....	68
6.2.2	Effizienzpotentiale durch Pooling von Fahrzeugen .....	72
6.2.3	Ökologische Effekte und Umweltwirkungen .....	73
6.3	<i>Fazit und Handlungsempfehlungen</i> .....	75
7	Mobilitätsverbund und Daseinsvorsorge .....	78
7.1	<i>Elektrofahrräder</i> .....	78
7.2	<i>ÖPNV</i> .....	82
7.3	<i>Exkurs: Alternative Bedienformen</i> .....	86
8	Berücksichtigung bei Baumaßnahmen.....	88
8.1	<i>Stellplatzsatzung</i> .....	89
8.2	<i>Ladeinfrastruktur in Bebauungsplänen</i> .....	90
9	Maßnahmenkatalog.....	94
9.1	<i>Ladeinfrastruktur</i> .....	97
9.2	<i>Information und Kommunikation</i> .....	100

9.3	<i>Fahrzeuge</i> .....	106
9.4	<i>Sonstige Maßnahmen</i> .....	109
9.5	<i>Zeitliche Umsetzung</i> .....	112
10	Fazit für den Landkreis Bautzen.....	113
	Literaturverzeichnis.....	X

## Abkürzungsverzeichnis

AC	Wechselstrom (alternating current)	LV	Ladevorgang
AG	Arbeitgeber	MIV	Motorisierter Individualverkehr
AM	Führerscheinklasse für leichte Kraftfahrzeuge	MTB	Mountainbike
BE	Batterieelektrisch	MWh	Megawattstunde
BEV	Elektrofahrzeug	NEFZ	Neuer europäischer Fahrzyklus
CCS	Combined Charging System (europäischer Schnellladestandard)	NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
CHAdEMO	Charge de Move	NO <sub>x</sub>	Stickoxid
CNG	Compressed Natural Gas (Erdgas)	Nutz-Fzg.	Nutzfahrzeug
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid	O-Bus	Oberleitungsbus
CS	CarSharing	OEM	Original Equipment Manufacturer
DC	Gleichstrom (direct current)	ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
E-	Elektro-	PHEV	Plug-in-Hybrid
E-Mob	Elektromobilität	Pkw	Personenkraftwagen
EmoG	Elektromobilitätsgesetz	Pol	Point of Interest
EW	Einwohner	PoS	Point of Sale
Fzg.	Fahrzeug	PV	Photovoltaik
Kfz	Kraftfahrzeug	P&R	Park and Ride (Pendlerparkplatz zum Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel)
kW	Kilowatt	RFID	Radio-Frequency Identification
kWh	Kilowattstunde	Schuko	Schutzkontaktstecker (Haushaltsstecker)
LIS	Ladeinfrastruktur	SoC	State of Charge (Ladezustand der Fahrzeugbatterie in Prozent)
LK	Landkreis	SPNV	Schienenpersonennahverkehr
Lkw	Lastkraftwagen	SPV	Schienenpersonenverkehr
LP	Ladepunkt	StVo	Straßenverkehrsordnung
LPG	Liquefied Petroleum Gas (Autogas)		
LS	Ladestation		
LSV	Ladesäulenverordnung		

SUV	Sport Utility Vehicle
TCO	Total Cost of Ownership (Gesamtkosten des Betriebs)
UVP	Unverbindliche Preisempfehlung

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektverlauf .....	2
Abbildung 2: Treibhausgasentwicklung – CO <sub>2</sub> im Verkehrssektor: aktuelle Entwicklungen im Bezug zum Basisjahr 1990.....	4
Abbildung 3: Anzahl Neuzulassungen BEV und PHEV .....	5
Abbildung 4: Marktanteil von EV in europäischen Ländern 2018 in Prozent .....	7
Abbildung 5: Bevölkerung des Landkreises Bautzen und des Freistaates Sachsen nach Altersmerkmalen .....	8
Abbildung 6: Mobilitätsangebote und Pendler im Landkreis Bautzen .....	9
Abbildung 7: Ladeinfrastruktur und deren Erreichbarkeit im Landkreis Bautzen .....	11
Abbildung 8: Akteursübersicht (Elektro-)Mobilität .....	13
Abbildung 9: Wertschöpfungskette untergliedert nach Fahrzeug- und Energiebezug .....	15
Abbildung 10: Auswahl batterieelektrischer Fahrzeuge in Großserienproduktion bis 2020.....	20
Abbildung 11: TCO von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen mit zwei Strompreisszenarien (Pkw).....	26
Abbildung 12: TCO von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen mit zwei Strompreisszenarien (leichte Nutzfahrzeuge).....	26
Abbildung 13: Klimabilanz von batterieelektrischen Pkw der Kompaktklasse (24 kWh Batterie) bei durchschnittlicher Nutzung (150 000 km Laufleistung) verglichen mit konventionellen Neufahrzeugen.....	28
Abbildung 14: Entwicklung der THG Emissionen von konventionellen und Elektrofahrzeugen .....	29
Abbildung 15: Einsatzszenarien für Fahrzeugbatterien im Zeitverlauf.....	34
Abbildung 16: Kategorisierung LIS.....	37
Abbildung 17: Einflussfaktoren für Anforderungen an Ladeinfrastruktur .....	39
Abbildung 18: Lademöglichkeiten im natürlichen Bewegungsprofil einer Person, werktags .....	41
Abbildung 19: Attraktivität von Ladeinfrastruktur als Kerngeschäft .....	43
Abbildung 20: Funktionsweise des Standortmodelles für Ladeinfrastruktur GISeLIS .....	47
Abbildung 21: Markthochlauf von E-Pkw in Deutschland im Teilszenario A und B .....	48
Abbildung 22: Szenariomatrix aus Markthochlauf und Anteile der beiden Fahrzeugkonzepte.....	49
Abbildung 23: Anteil der E-Pkw am Pkw-Bestand in Deutschland.....	50
Abbildung 24: Prognostizierte Anzahl der privat und gewerblich zugelassenen E-Pkw im Landkreis Bautzen (unterschieden nach Antriebsart) sowie der Anteil der E-Pkw am gesamten Pkw-Bestand in % (Mittelwert aller Szenarien) .....	51
Abbildung 25: Anzahl der prognostizierten privaten Ladevorgänge am Wohnort pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien).....	52

Abbildung 26: Anzahl der prognostizierten Ladevorgänge von Anwohner pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien) .....	53
Abbildung 27: Anzahl der prognostizierten Normalladevorgänge pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2020 (Mittelwert aller Szenarien) .....	54
Abbildung 28: Anzahl der prognostizierten Normalladevorgänge pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien) .....	55
Abbildung 29: Anzahl der prognostizierten Schnellladevorgänge pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien) .....	56
Abbildung 30: Anzahl der prognostizierten Ladevorgänge beim Arbeitgeber pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien) .....	57
Abbildung 31: Übersicht zum prognostizierten Strombedarf pro Jahr durch E-Pkw im Landkreis Bautzen (Mittelwert aller Szenarien).....	59
Abbildung 32: Übersicht zur Anzahl der prognostizierten Ladevorgänge pro Tag im Landkreis Bautzen (Mittelwert aller Szenarien).....	60
Abbildung 33: Häufigkeit gefahrener Streckenintervalle .....	65
Abbildung 34: Fahrtendauer der absolvierten Strecken .....	65
Abbildung 35: Kreuzung der Fahrtendauern und dabei absolvierten Strecken .....	66
Abbildung 36: Fuhrparkauslastung nach der Uhrzeit .....	67
Abbildung 37: Stickoxid-Emissionen im Szenarienvergleich .....	74
Abbildung 38: Treibhausgasemission im Szenarienvergleich.....	75
Abbildung 39: Absatz von E-Fahrrädern in Deutschland von 2007 bis 2017, mit Prognose bis 2018 .....	78
Abbildung 40: Maßnahmen Ladeinfrastruktur.....	99
Abbildung 41: Maßnahmen Information und Kommunikation .....	106
Abbildung 42: Maßnahmen Fahrzeuge .....	109
Abbildung 43: Sonstige Maßnahmen .....	111

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fahrzeugneuzulassungen 2018 .....	6
Tabelle 2: Einwohnerzahlen der einwohnerreichsten Gemeinden des Landkreises .....	8
Tabelle 3: Bruttowertschöpfung Landkreis Bautzen 2016 .....	12
Tabelle 4: Übersicht der meistverkauften E-Pkw in Deutschland im Zeitraum Januar - Oktober 2018 .....	19
Tabelle 5: Marktübersicht elektrischer leichter Nutzfahrzeuge $\leq 3,5$ t .....	22
Tabelle 6: Marktübersicht elektrischer schwerer Nutzfahrzeuge $> 3,5$ t .....	23
Tabelle 7: Übersicht Laufleistung zur klimafreundlichen Bilanz der Elektrofahrzeuge .....	29
Tabelle 8: Nutzergruppen .....	38
Tabelle 9: Anzahl notwendiger Ladevorgänge zur Bedarfsdeckung .....	40
Tabelle 10: Informationen zur Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge des BMVI .....	46
Tabelle 11: Übersicht zur Anzahl der prognostizierten E-Pkw und den damit verbundenen Ladevorgängen sowie der daraus abgeleitete Strombedarf im Landkreis Bautzen (Mittelwert aller Szenarien) .....	61
Tabelle 12: Fahrzeugklassen .....	64
Tabelle 13: Theoretisches Elektrifizierungspotential des Standortes Bautzen .....	68
Tabelle 14: Theoretisches Elektrifizierungspotential des Standortes Kamenz .....	69
Tabelle 15: Theoretisches Elektrifizierungspotential des Standortes Hoyerswerda .....	69
Tabelle 16: Reichweiten-Annahmen der Szenarien .....	70
Tabelle 17: Ergebnis Elektrifizierungspotential nach Szenarien für den Standort Bautzen .....	72
Tabelle 18: Ergebnis Elektrifizierungspotential nach Szenarien für den Standort Kamenz .....	72
Tabelle 19: Ergebnis Elektrifizierungspotential nach Szenarien für den Standort Hoyerswerda .....	72
Tabelle 20: Anzahl der poolbaren Fahrzeuge nach Fahrzeugklasse und Standort .....	73
Tabelle 21: Fahrleistungen über die Fahrzeugklassen im Fuhrpark (Ist-Stand) .....	73
Tabelle 22: Jährliche Emissionen über die Fahrzeugklassen im Fuhrpark (Ist-Stand) .....	73
Tabelle 23: Reduktion der NO <sub>x</sub> - und CO <sub>2</sub> - Emissionen im Vergleich Ist- Stand nach Fahrzeugklassen .....	74
Tabelle 24: Arten von Elektrofahrrädern im Vergleich .....	79
Tabelle 25: Auszug möglicher Elektrobusse für den Landkreis .....	83
Tabelle 26: Einstiegs-Szenario Stufenplan Elektrobusse im Landkreis Bautzen .....	84
Tabelle 27: Beispiele für Regelungen der Stellplatzsatzung zur Förderung der Elektromobilität .....	90
Tabelle 28: Festsetzungsmöglichkeiten für Stellplätze mit Ladeinfrastruktur .....	91
Tabelle 29: Maßnahmenliste Elektromobilitätskonzept Landkreis Bautzen .....	95
Tabelle 30: Maßnahmen Ladeinfrastruktur .....	97

Tabelle 31: Maßnahmen Information und Kommunikation.....	100
Tabelle 32: Maßnahmen Fahrzeuge.....	106
Tabelle 30: Sonstige Maßnahmen.....	109
Tabelle 34: Umsetzungshorizont der Maßnahmen.....	112

# 1 Einleitung und Zielstellung

Im Landkreis Bautzen bestehen, im Vergleich zu anderen Regionen Deutschlands, keine akuten Probleme hinsichtlich der Luftqualität und des Emissionsausstoßes des Verkehrs. Die Entwicklungen hinsichtlich alternativer Konzepte und Antriebe stehen im Landkreis erst am Anfang. Mit der Konzeptbeauftragung reagiert der Landkreis auf die Herausforderungen der Mobilitätswende und auf übergeordnete klimapolitische Ziele. Mit der Erarbeitung des Elektromobilitätskonzeptes für den Landkreis Bautzen soll eine Einordnung der Thematik sowie ein Rahmen zum weiteren Umgang mit Elektromobilität geschaffen werden.

Der Landkreis verfügt über Erfahrungen im Bereich Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien. An diese bestehenden Erfahrungen auf den Gebieten soll im Rahmen des Konzeptes angeknüpft werden. Die 2012 gegründete Energieagentur des Landkreises Bautzen wurde als Kompetenzträger stetig in den partizipativen Projektverlauf einbezogen. Mit ihrer Aufgabe bei der Vorbereitung und Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu unterstützen, stellt die Energieagentur des Landkreises Bautzen einen relevanten Akteur und Aufgabenträger für die Etablierung von Elektromobilität im Landkreis dar.

Bei der Konzeptbearbeitung wurden bestehende sowie aktuell laufende relevante Pläne und Konzepte, wie bspw. das *regionale Energie- und Klimaschutzkonzept für die Planungsregion Oberlausitz-Niederschlesien* von 2011/12, sowie das BMVI-Modellvorhaben *Langfristige Sicherung von Versorgung und Mobilität in ländlichen Räumen*, einbezogen. Das Elektromobilitätskonzept trägt zu der Erreichung der 2011 formulierten „Ziele der Entwicklung im Landkreis Bautzen“, welche u. a. die Schaffung regionaler Wertschöpfungsstrukturen bei der Erschließung erneuerbarer Energiequellen vorsehen, bei.

Das Elektromobilitätskonzept soll die wesentlichen Anforderungen des Landkreises hinsichtlich Elektromobilität identifizieren und relevante Akteure einbinden. Ziel ist es den Landkreis einen Handlungsrahmen zu schaffen sowie vorhandene Investitionsmittel im Bereich Elektromobilität gezielt und nutzenbringend einzubinden. Dabei soll die Rolle als Vorreiter und Multiplikator eingenommen sowie die Steigerung des Anteils der Elektromobilität erreicht, der Aufbau einer regionalen Ladeinfrastruktur (LIS) stärker gefördert und lokale Emissionsbelastungen reduziert werden.

Folgende Bestandteile sollen im Konzept berücksichtigt werden:

- participationsmaßnahmen für die Thematik relevanter Akteure
- Erarbeitung der aktuellen Situation der Elektromobilität inkl. Ladeinfrastruktur im Landkreis Bautzen
- Aufbereitung von Grundlagen für den Ausbau der Elektromobilität
- Erarbeitung von spezifischen Empfehlungen und Maßnahmen zum Vorantreiben der Elektromobilität und Schaffung von positiven Rahmenbedingungen im Landkreis
- Priorisierung der Maßnahmen sowie Definition der Aufgaben und Abgrenzung zu anderen Akteuren im Landkreis Bautzen
- Dokumentation und Verwertung der Ergebnisse
- Bereitstellung derer in Form des Berichtes sowie in einer einfach verständlichen und anschaulichen Broschüre für Nutzer und Interessierte

Die Konzepterstellung Elektromobilität für den Landkreis Bautzen wurde im Zeitraum von April 2018 bis Dezember 2018 durchgeführt.

## Projektverlauf

Im Rahmen einer internen Auftaktveranstaltung mit Projektverantwortlichen von Seiten des Auftragnehmers und des Auftraggebers wurden am 16.04.2018 die Ziele und Anforderungen sowie wesentliche Meilensteine des Projektes und benötigte Daten abgestimmt.

Der Beteiligung von Verwaltungsvertretern sowie regionalen Akteuren kam eine hohe Relevanz zu. Abbildung 1 zeigt die Projektaktivitäten über den Projektverlauf. Aufgeführt ist der Bearbeitungsprozess, die Beteiligung relevanter Akteure und Meilensteine.

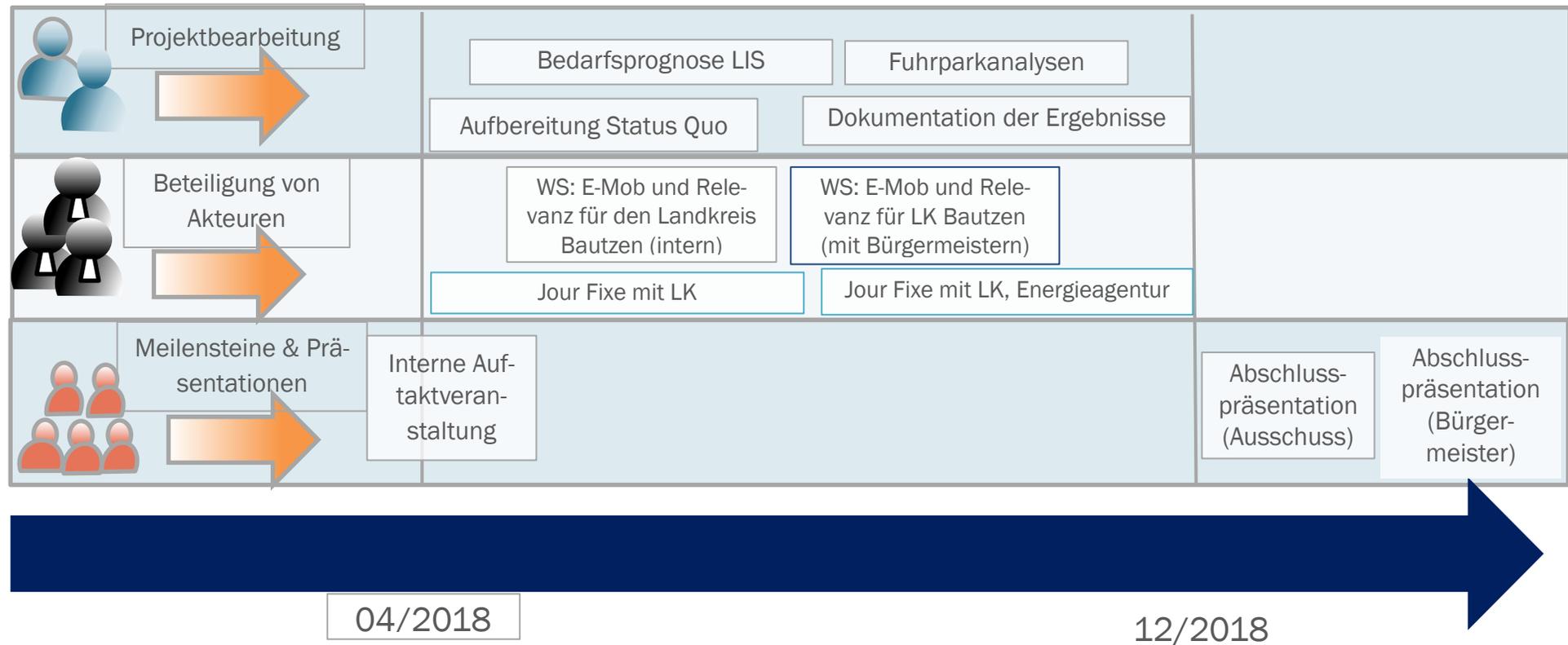


Abbildung 1: Projektverlauf

Die Präsentation der Ergebnisse des vorliegenden Konzeptes im Gremium des Kreistags erfolgt im Frühjahr 2019 in Kamenz. Ebenso wird eine erneute Veranstaltung mit Akteuren des zweiten Workshops durchgeführt, um konkrete Umsetzungsmaßnahmen und das weitere Vorgehen vorzustellen.

## Analysen

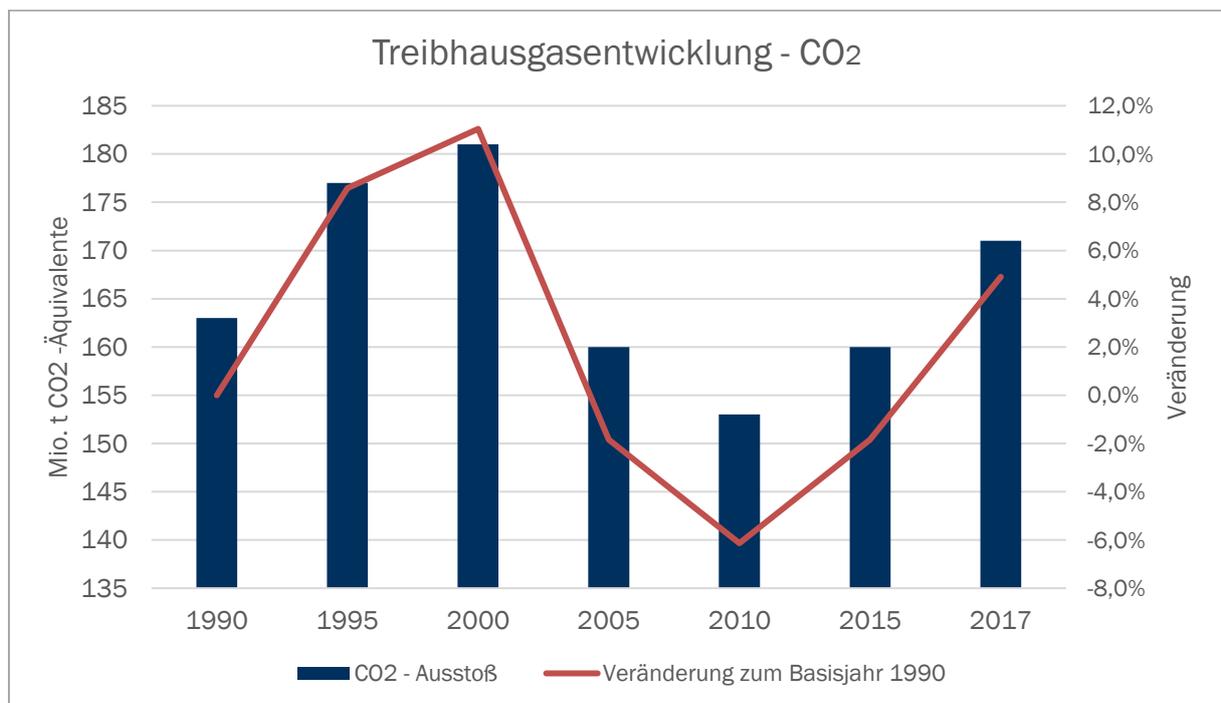
Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden, neben einer detaillierten LIS-Analyse, auch Fuhrparkanalysen durchgeführt.

- GISeLIS – Ladeinfrastrukturanalyse
  - Prognose von Elektrofahrzeugen und Ladebedarfen auf Gemeindeebene, differenziert nach Ladeleistung (AC/DC) und Art des Ladens (Privatladen/Arbeitgeberladen/Anwohnerladen/(halb-)öffentliches Laden/Schnellladen)
  - Strombedarfsprognose auf Landkreis- und Gemeindeebene
- eOptiFlott – Fuhrparkoptimierung und Elektrifizierungspotential
  - Exemplarische Fuhrparkanalyse für den Landkreis Bautzen
  - Analyse der aktuellen Nutzung der Fuhrparkfahrzeuge
  - Ermittlung von Einspar- und Optimierungspotentialen unter Berücksichtigung der Verlagerung von Fahrten auf alternative Verkehrsmittel sowie eines Corporate Car-Sharings

## 2 Relevanz und Entwicklung der Elektromobilität

Zur effizienten Einrichtung von Ladeinfrastruktur sowie der Förderung von Elektromobilität im Gesamten ist eine Übersicht über den aktuellen Stand der Elektromobilität wichtig, um eine Basis zu erhalten, auf welcher maßnahmentechnisch aufgebaut werden kann. Daher wird im Folgenden ein Überblick über den Status Quo gegeben.

Die Klimaschutzziele Deutschlands sehen eine Treibhausgas-Emissionssenkung von mindestens 40 % bis 2020, mit Bezug auf das Basisjahr 1990, vor.<sup>1</sup> Dieses Ziel wird nicht erreicht werden können. Die weiteren Minderungsziele des Klimaschutzplanes von mindestens 55 % bis zum Jahr 2030 und 70 % bis 2040 bestehen trotzdem unverändert fort.<sup>2</sup> Bis zum Jahr 2050 soll Deutschland weitgehend treibhausgasneutral sein.<sup>3</sup> Der Verkehrssektor mit einem Anteil von rund 18 % der aktuellen Treibhausgasemissionen muss dazu zwingend einen Beitrag leisten. Der Ausstoß lag 2017 bei 170,6 Mio. t CO<sub>2</sub>. Im Vergleich zum Basisjahr 1990 (163 Mio. t pro Jahr) entspricht dies einer Steigerung von 4,67 % (Vgl. Abbildung 2). Damit hat der Verkehrssektor bisher keine Einsparungen beigesteuert, obwohl in den Jahren von 2000 bis 2010 die Emissionen reduziert werden konnten. Dies ist u. a. auf die Einsparungen durch neue effizientere Motoren und weitere Verbesserung der Automobiltechnologie zurückzuführen. Die Steigerungen seit 2010 sind auf höhere Fahrleistungen und stärkere Motorisierungen zurückzuführen.



**Abbildung 2: Treibhausgasentwicklung – CO<sub>2</sub> im Verkehrssektor: aktuelle Entwicklungen im Bezug zum Basisjahr 1990<sup>4</sup>**

Relevante Emissionseinsparungen im Verkehrssektor können nur durch tiefgreifende Eingriffe erreicht werden. Neben der Verkehrsvermeidung, -verlagerung und -optimierung sowie ökonomischer Maßnahmen, stellt die Emissionsminderung durch Elektromobilität eine wirksame Maßnahme dar.

Höhere Neuzulassungen rein batterieelektrisch betriebener Fahrzeuge (battery electric vehicle - BEV) mit etwas über 2 000 Stück erfolgten erstmals im Jahr 2011. Mitte 2013 erschienen neue Fahrzeugmodelle, wie der Tesla Model S und der Renault Zoe (1. Generation), die zu einem Anstieg

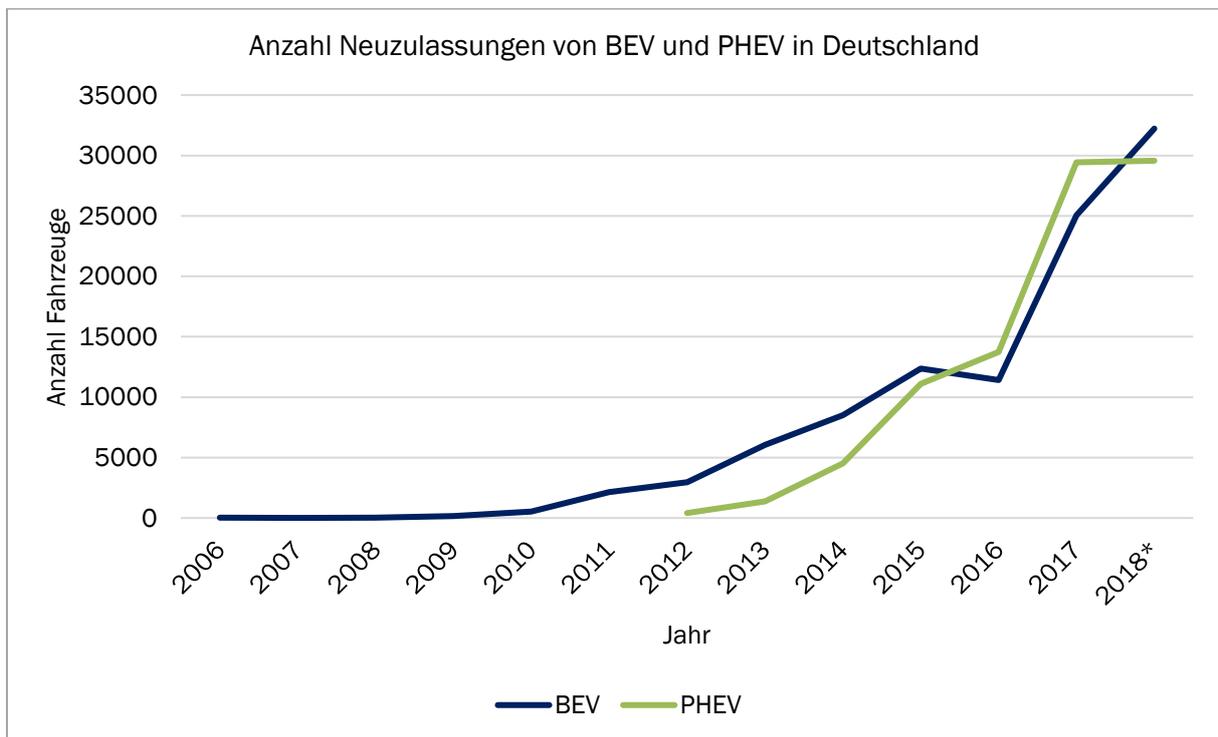
<sup>1</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2016

<sup>2</sup> Vgl. ebd

<sup>3</sup> Vgl. ebd

<sup>4</sup> Vgl. ebd

der BEV-Neuzulassungen führten. Das Niveau blieb weiterhin gering (2013: 6 051 Stück) bzgl. der Gesamtneuzulassungen von fast 3 Millionen Pkw pro Jahr. Die Anzahl von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen steigt seitdem fast kontinuierlich (Vgl. Abbildung 3). Lediglich im Jahr 2016 ist ein geringfügiger Rückgang zu verzeichnen, was auf neu angekündigte Modelle für das Jahr 2017 zurückzuführen ist. Die Zulassungszahlen von Plug-in-Hybriden (PHEV) wurden erst später gesondert erfasst. Sie steigen seit 2012 jedoch ebenfalls kontinuierlich an und überschritten 2016 erstmals die Zahl der neu zugelassenen BEV. Schon im Jahr 2018 ist zu erkennen, dass sich das Verhältnis in Zukunft zugunsten der BEV verschieben wird. Der bisher hohe Anteil von PHEV ist hauptsächlich auf die Flottenverbrauchsermittlungen zurückzuführen. Für die Fahrzeughersteller ist das Angebot dieser Fahrzeuge attraktiv, da aufgrund der idealtypisch ermittelten kombinierten Verbrauchswerte geringe Werte anfallen. Aufgrund von erheblichen Unterschieden zwischen Realverbrauch und dieser Ermittlung werden sich dort Änderungen ergeben müssen. Dies wird voraussichtlich zu einer Reduktion der PHEV bzgl. der Zulassungsanteile führen.



**Abbildung 3: Anzahl Neuzulassungen BEV und PHEV<sup>5</sup>**

Von Januar bis November 2018 wurden 32 226 BEV und 29 567 PHEV in Deutschland neu zugelassen (Vgl. Tabelle 1). Damit ist der Vorjahreswert bereits im November um knapp 30 % überschritten. Dies entspricht einem Anteil von 1,0 % bzw. 0,9 % an allen PKW-Neuzulassungen und einer Veränderung ggü. dem Vorjahreszeitraum von 11,3 % für Plug-In-Hybride und 48,9 % für BEV.

In der öffentlichen Diskussion werden E-Pkw teilweise als noch nicht praxistauglich und für die Nutzungsbedürfnisse vieler Pkw-Besitzer als nicht geeignet eingeordnet. Dies basiert auf den Gewohnheiten, Ausprägungen und Erfahrungen mit konventionellen Fahrzeugen. Die über ein Jahrhundert gewachsene Infrastruktur mit konventionellen Fahrzeugen und zugehörigen Unternehmen muss im Elektromobilitätsbereich erst aufgebaut werden. E-Pkw sind aktuell praxistauglich und können die Anforderungen an Mobilität erfüllen. Geänderte Abläufe, wie das Laden beim Parken und nicht zwingend an Tankstellen, erfordern eine längere Umstellung. Es muss eine Attraktivität geschaffen werden, zu der neben Nachhaltigkeitsargumenten insbesondere attraktive Konditionen gehören. Der Fahrzeugpreis und die Vorteile der E-Pkw, auch durch regulatorische Eingriffe, müssen denen von Verbrennern überlegen sein. Fehlt dieser Anreiz für die Automobilindustrie, können

<sup>5</sup> KBA, eigene Zusammenstellung

keine deutlich größeren Mengen abgesetzt werden. Damit kann keine Massenproduktion erfolgen, um, unabhängig von regulierten Rahmenbedingungen, die notwendige preisliche Attraktivität zu setzen.

**Tabelle 1: Fahrzeugneuzulassungen 2018** <sup>6</sup>

	Anzahl Neuzulassungen Januar bis November 2018	Anteil	Veränderung ggü. Vorjahreszeitraum in %
Benzin	2 003 439	62,6 %	9,5
Diesel	1 028 271	32,1 %	-17,9
LPG	4 086	0,1 %	2,0
CNG	10 513	0,3 %	236,7
Hybrid	120 042	3,8 %	54,7
Darunter Plug-In	29 567	0,9 %	11,3
Elektro	32 226	1,0 %	48,9
	<b>2 953 485</b>	<b>100,00 %</b>	

E-Pkw sind oft Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren überlegen. Dafür spricht eine deutlich höhere Effizienz, Leistungsentfaltung und geringere Komplexität des Motors mit weniger Bauteilen. Aufgrund des steigenden Drucks bzgl. der Emissionen im Verkehr müssen Lösungen gefunden werden, diese zu reduzieren. Dabei bieten Elektromotoren immer die Möglichkeit, lokal emissionsfrei zu fahren, unabhängig von einer ökologischen Stromerzeugung.

Für Automobilhersteller birgt die Inaktivität im Bereich alternativer Antriebstechnologien hohe Risiken. Modell- und Produktionsplanung sowie Akkubestellungen sind langfristige Prozesse, die einen Vorlauf von zwei bis fünf Jahren bedingen. Massenhersteller, 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 niedrigere Flottenverbräuche durchzusetzen, wozu E-Pkw beitragen können. Einige Länder diskutieren über das Verbot von Verbrennungsmotoren bzw. die freiwillige Selbstverpflichtung der Industrie. Daher werden, wie am Markt sichtbar, die Produktionskapazitäten bzw. -planungen deutlich erhöht. E-Pkw werden zwischen dem Jahr 2030 und 2040 die deutliche Mehrheit der Neuzulassungen ausmachen. Namenhafte Hersteller, wie bspw. der VW-Konzern, bekennen sich zur Elektromobilität und kündigen an, die Produktion von Pkw mit Verbrennungsmotoren langfristig einzustellen.

Elektromobilität wird für enorme Änderungen bzgl. der Anbieterstrukturen sorgen. Neue Anbieter, Angebote und Wertschöpfungsansätze werden sich entwickeln. Die Elektromobilität fungiert daher als Treiber und Vorbote für digitale Vernetzung, auch im Hinblick auf das autonome Fahren.

Neben der Speichertechnologie Batterie wird aktuell durch erhebliche Forschungen und Investitionen die Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnik vorangetrieben. Aufgrund hoher Kosten, insbesondere für die erforderliche Tank-Infrastruktur, und des im Vergleich zum Elektromotor geringen Wirkungsgrades<sup>7</sup>, scheint die Durchsetzung vorerst in geschlossenen Kreisläufen und bspw. für Spezialfahrzeuge mit hohem Energieverbrauch wahrscheinlich.

Der Massenmarkt wird daher, wenn überhaupt, erst in zehn Jahren adressiert werden können. Aufgrund der aktuell schon angekündigten, vorhandenen und zu erwartenden Produktionskapazitäten

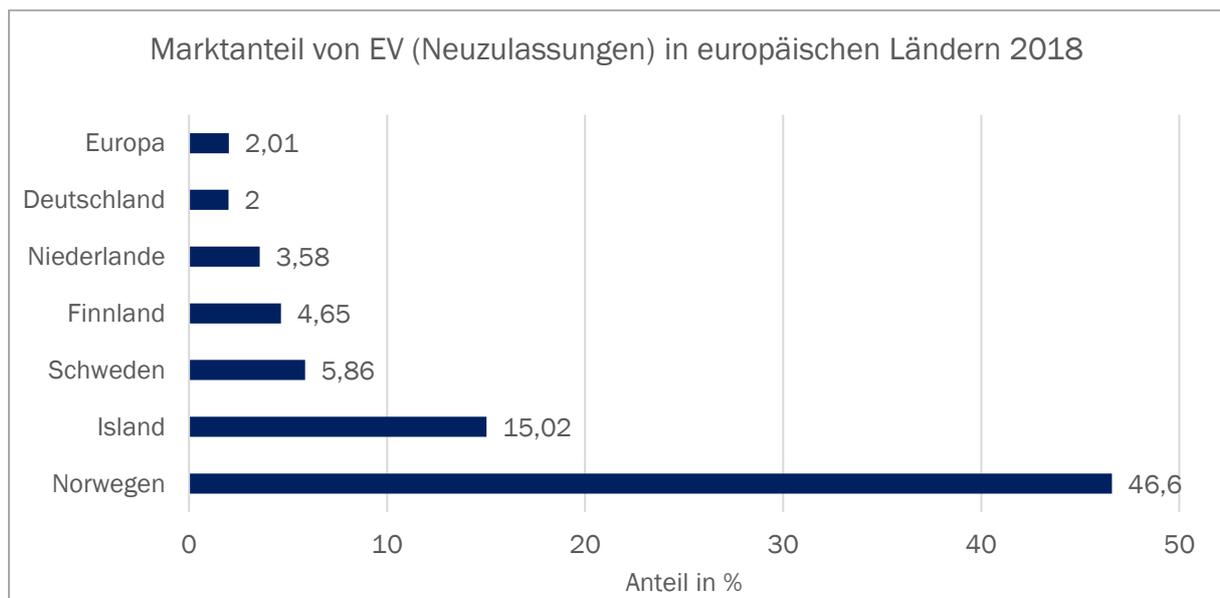
<sup>6</sup> Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt 2018a

<sup>7</sup> 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 %.

von Batteriekapazitäten sowie den hohen Forschungsausgaben ist damit zu rechnen, dass die Batterie als Speicher in den nächsten zehn bis 15 Jahren deutlich relevanter sein wird. Wenn batterieelektrische Fahrzeuge als Alternative zu Verbrennern schon im Markt etabliert sind, stellen sich für Brennstoffzellenfahrzeuge und deren Infrastruktur die gleichen Herausforderungen hinsichtlich der Marktdurchdringung, wie aktuell bei batterieelektrischen Fahrzeugen. Zudem müssen dann wiederum Vorteile gegenüber batterieelektrischen Fahrzeugen vorliegen. Anwendungsbereiche wird es für beide Technologien geben. Elektromobilität, respektive batterieelektrische Fahrzeuge, werden auf lange Sicht (20 bis 30 Jahre) den größten Anteil am Kraftfahrzeugmarkt einnehmen.

Der Durchbruch im Sinne des von der Bundesregierung herausgegebenen 1 Millionen Ziel an zugelassenen Elektrofahrzeugen in Deutschland bis zum Jahr 2020 wird erst 2022 bis 2023 erreicht werden<sup>8</sup>. Voraussetzung dafür ist eine bessere Verfügbarkeit hinsichtlich geringerer Lieferzeiten, attraktivere Endkundenpreise und attraktive Rahmenbedingungen (Förderung, Bevorzugung, Ladeinfrastruktur, etc.).

Deutschland liegt mit einem Anteil von ca. 2 % E-Pkw an allen Pkw Neuzulassungen im Vergleich mit den führenden europäischen E-Pkw-Nationen weit zurück (Vgl. Abbildung 4). Die Position entspricht nicht der Rolle, die Deutschland aufgrund der Automobilindustrie weltweit einnimmt. Das Angebot der heimischen Hersteller in anderen Ländern ist deutlich umfangreicher. Die Rahmenbedingungen in den anderen Ländern sind demnach deutlich besser.



**Abbildung 4: Marktanteil von EV in europäischen Ländern 2018 in Prozent<sup>9</sup>**

<sup>8</sup> Vgl. Bundesregierung 2009

<sup>9</sup> Vgl. European Alternative Fuels Observatory (eafo) 2018

## 3 Status Quo im Landkreis Bautzen

### 3.1 Bevölkerungs-, Wohn und Siedlungsstruktur

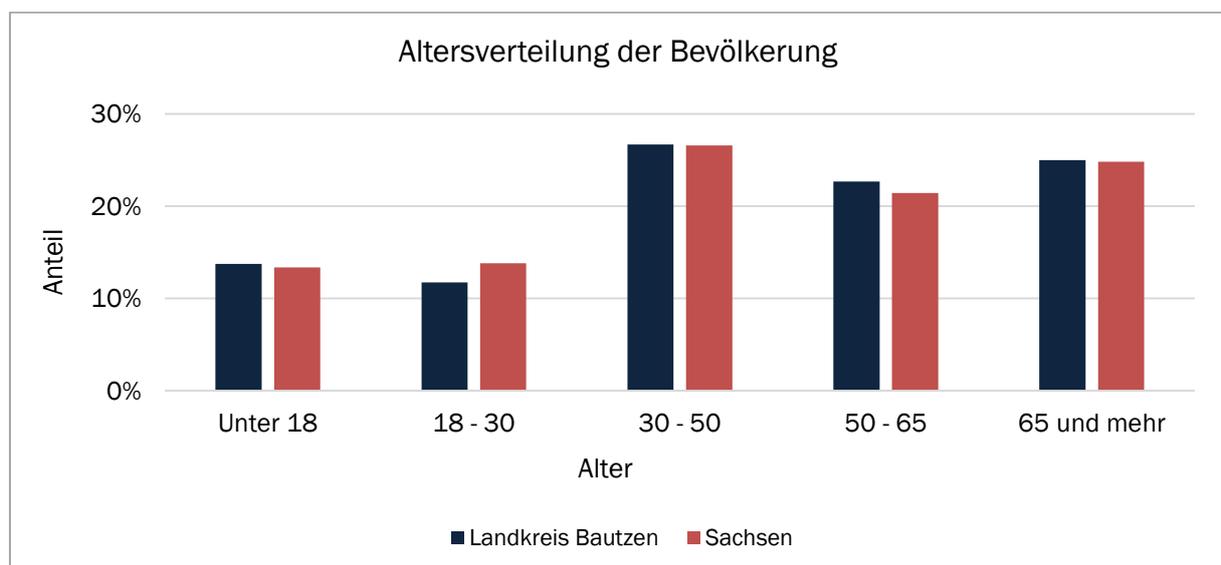
Der Landkreis Bautzen stellt mit einer Fläche von 2 396 km<sup>2</sup> den größten Landkreis im Freistaat Sachsen dar. Im östlichen Teil von Sachsen gelegen, wird der Bautzener Landkreis von Brandenburg, der Tschechischen Republik, der Landeshauptstadt Dresden sowie drei weiteren Landkreisen umgeben. In den 15 Städten und 43 Gemeinden leben insgesamt 306 273 Einwohner.<sup>10</sup> In Tabelle 2 sind die fünf Gemeinden mit den höchsten Einwohnerzahlen aufgeführt. Die Bevölkerungsdichte entspricht des Weiteren 126 EW/km<sup>2</sup>. Damit liegt der Landkreis weit unter dem Landesdurchschnitt mit 221 EW/km<sup>2</sup>.<sup>11</sup>

**Tabelle 2: Einwohnerzahlen der einwohnerreichsten Gemeinden des Landkreises**

Gemeinde	Einwohnerzahl
Bautzen, Stadt	39.429
Hoyerswerda, Stadt	33.116
Radeberg, Stadt	18.451
Kamenz, Stadt	14.750
Bischofswerda, Stadt	11.083

88 % der Flächen des Landkreises sind kleinstädtisch bis ländlich geprägt. Daraus ergibt sich der hohe Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern (49 %). Dieser Wert liegt über dem Bundesdurchschnitt von 45 %. Durchschnittlich ausgeprägt ist dagegen der Anteil an Hochschulabsolventen. 13,47 % der Bevölkerung stehen 14,1 % im Bundesgebiet gegenüber.<sup>12 13</sup>

Der Landkreis ist durch einen hohen Anteil an älteren und alten Personen gekennzeichnet (Vgl. Abbildung 5). Im Vergleich zum Freistaat Sachsen sind jedoch kaum Unterschiede zu erkennen. Im Bereich der 50 – 65-jährigen ist der Anteil höher als in ganz Sachsen. Unterdurchschnittlich ausgeprägt sind die 18 – 30-Jährigen.



**Abbildung 5: Bevölkerung des Landkreises Bautzen und des Freistaates Sachsen nach Altersmerkmalen<sup>14</sup>**

<sup>10</sup> Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Stand 01.01.2016

<sup>11</sup> Statistisches Landesamt Sachsen 2018: Bevölkerungsbestand <https://www.statistik.sachsen.de/html/426.htm>

<sup>12</sup> Statistisches Landesamt Sachsen: Zensus 2011 <https://www.statistik.sachsen.de/html/26515.htm>

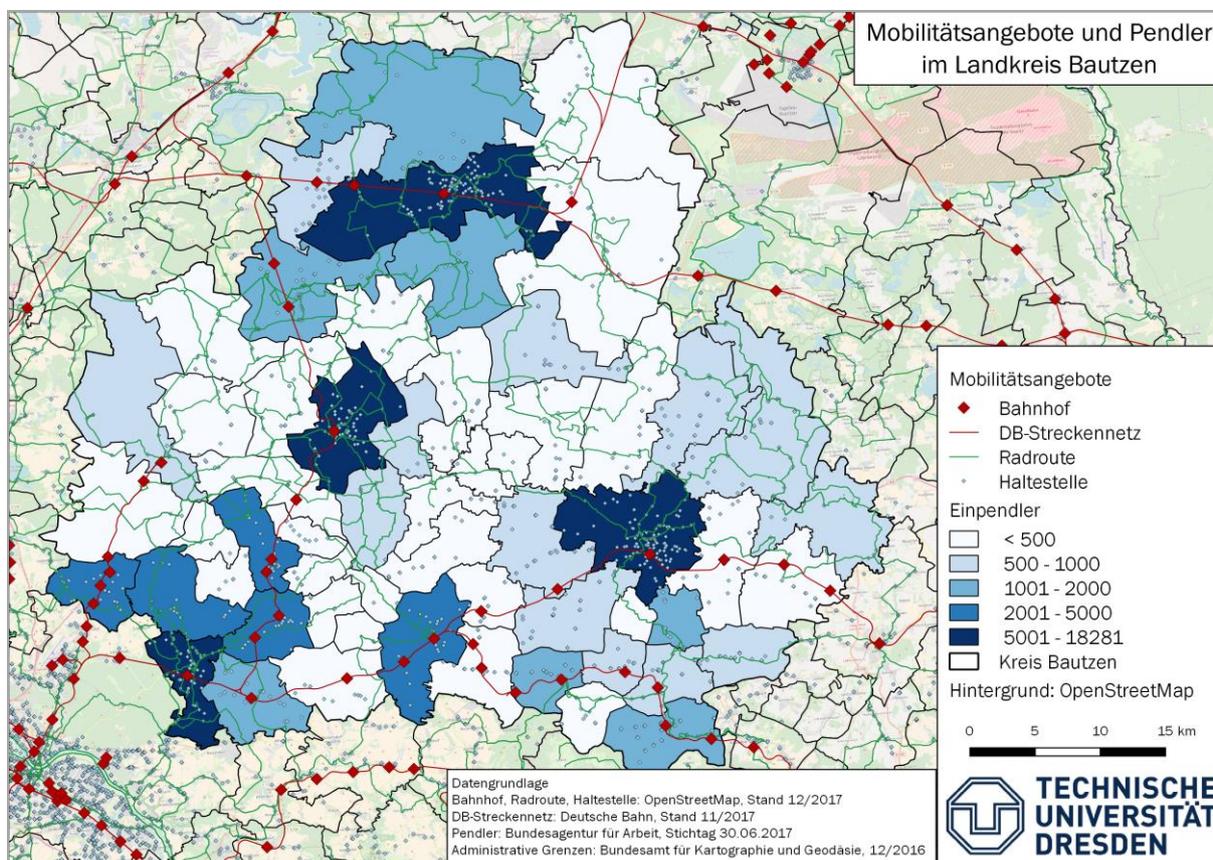
<sup>13</sup> Bpb 2014

<sup>14</sup> Statistisches Landesamt Sachsen: Zensus 2011 <https://www.statistik.sachsen.de/html/26515.htm>

## 3.2 Mobilität: Verkehrs- und Ladeinfrastruktur

Durch die ländlich geprägte Struktur des Landkreises Bautzen kommt dem motorisierten Individualverkehr (MIV) eine bedeutende Rolle zur Sicherung der Mobilität zu. Anfang 2018 lag der Bestand an zugelassenen Pkw bei 179 078. Mit 70 Plug-in-Hybriden (PHEV) und 74 rein batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen beläuft sich der Anteil dieser auf 0,08 % insgesamt, 0,04 % PHEV bzw. 0,04 % BEV.<sup>15</sup>

Von den 120 048 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die im Landkreis Bautzen wohnen, pendeln rund 30 % (35 940) für ihre Arbeit in einen anderen Landkreis. Von den insgesamt 112 029 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten die im Bautzener Landkreis arbeiten, zieht es 27 895 Beschäftigte (24,9 % der ges. Beschäftigten) aus angrenzenden Regionen nach Bautzen. Es herrscht somit ein negativer Pendlersaldo (- 8 045).<sup>16</sup> Die in Abbildung 6 dargestellten Zahlen verdeutlichen die Räume mit den höchsten Einpendler Zahlen (Beschäftigungszentren) sowie Mobilitätsnachfragen in der Region. Die Arbeitslosenquote beträgt 2018 5,2 %.<sup>17</sup> Sie liegt damit unter dem ostdeutschen Durchschnitt von 6,5 %.<sup>18</sup>



**Abbildung 6: Mobilitätsangebote und Pendler im Landkreis Bautzen**

Im Landkreis haben die Städte Bautzen (18 281), Radeberg (7 379) und Hoyerswerda (5 941) die höchsten Einpendler Zahlen. Demgegenüber sind in diesen Städten jedoch auch die höchsten Auspendlerzahlen zu finden (Bautzen 6 842, Hoyerswerda 5 874, Radeberg 4 958).

<sup>15</sup> Kraftfahrtbundesamt, Stand: 01.01.2018

<sup>16</sup> Bundessagentur für Arbeit, Stand: 06.2017

<sup>17</sup> Bundessagentur für Arbeit, Stand: 10.2018

<sup>18</sup> ebenda

Durch den Landkreis verlaufen fünf Bundesstraßen auf 240 km Länge und verbinden unter anderem die Städte Bautzen, Bischofswerda, Hoyerswerda und Dresden miteinander. Außerdem generiert die A4 auf 65 km Länge einen guten Anschluss an Dresden und ist für den Gütertransport per Lkw aus Polen relevant.

Aus dem Energie- und Treibhausgasbericht des Landkreises Bautzen kann die Treibhausgasentwicklung im Verkehrssektor des Landkreises entnommen werden. Die verkehrsbedingten THG-Emissionen des Landkreises haben im Zeitraum 1990 bis 2001 systematisch zugenommen. In den nachfolgenden Jahren ist eine Abnahme absoluten THG-Emissionen zu verzeichnen. Allerdings steigen die THG-Emissionen pro Einwohner, aufgrund der sinkenden Bevölkerungszahlen, nach wie vor an.<sup>19</sup>

Die Verkehrsverbünde Oberelbe und Oberlausitz-Niederschlesien definieren die öffentlichen Mobilitätsangebote innerhalb des Landkreises Bautzen. Das schienengebundene Streckennetz bedient hierbei überwiegend Verbindungen in die Städte mit oberzentralen Funktionen Bautzen und Hoyerswerda sowie Mittelzentren Kamenz und Radeberg, während der Busverkehr in den kleineren Ortschaften eine entscheidende Mobilitätsfunktion einnimmt. Ebenso ist in Abbildung 6 die Abdeckung mit Radrouten im Landkreis ausgezeigt.<sup>20</sup>

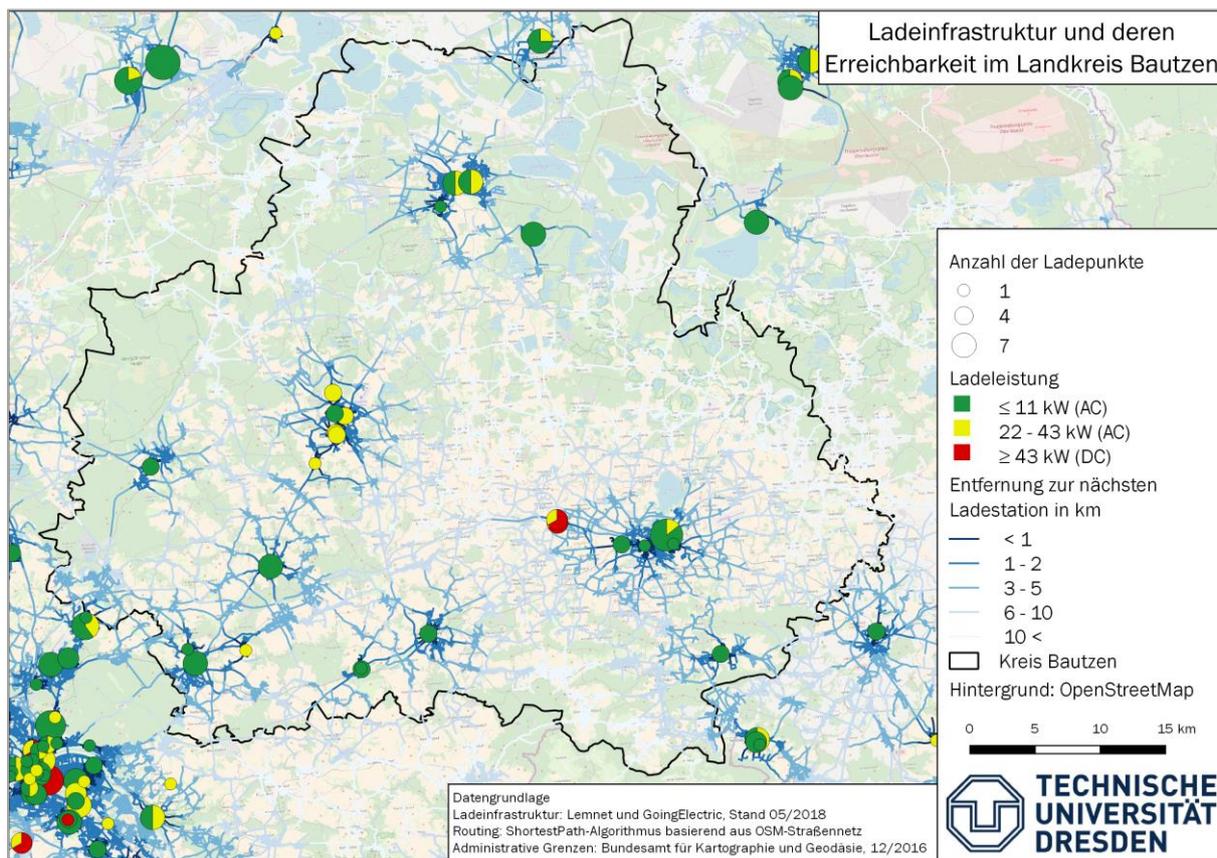
Der Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur beträgt 25 Ladestationen mit insgesamt 71 Ladepunkten (Stand 12.2017), die wie in Abbildung 7 dargestellt im Landkreis verteilt liegen. An rund 65 % der Ladesäulen kann auf eine Ladeleistung von bis zu 11 kW zugegriffen werden. Die restlichen 35 % der Ladepunkte bieten das Stromladen mit mindestens 22 kW. Unter diesen befinden sich auch zwei Standorte mit einer Ladeleistung von 43 bis 100 kW, an denen Schnellladen möglich ist. Betrieben werden diese von der Autobahn Tank und Rast Gruppe GmbH & Co. KG an den Autobahnraststätten Oberlausitz Nord und Süd. Die durchschnittliche Entfernung zur nächsten Ladesäule beträgt aktuell rund 7 km im gesamten Landkreis. Innerstädtisch schrumpft diese Entfernung auf durchschnittlich 1 – 2 km.<sup>21</sup>

---

<sup>19</sup> THG Verkehr Landkreis Bautzen, 2016

<sup>20</sup> Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nicht alle Bahnhöfe und Haltepunkte in der Karte verzeichnet.

<sup>21</sup> LEMnet, GoingElectric, Stand: 12.2017



**Abbildung 7: Ladeinfrastruktur und deren Erreichbarkeit im Landkreis Bautzen**

### 3.3 Gewerbe und Wirtschaft

Die Unternehmenslandschaft im Landkreis Bautzen ist mit 11 824 Unternehmen sehr vielfältig aufgestellt.<sup>22</sup> Wichtige Wirtschaftsbereiche stellen unter anderem der Maschinen- und Schienenfahrzeugbau, die Metallverarbeitung, die Elektrotechnik/ Elektronik, die Nahrungsmittel- und Textilindustrie sowie die Landwirtschaft dar. Auch die Automobilzulieferindustrie gewinnt immer mehr an Bedeutung.

Der Landkreis Bautzen weist mit dem Landkreis Görlitz mit weniger als 390 Unternehmen je 10 000 Einwohnern die geringsten Unternehmenszahlen je 10 000 Einwohner im Vergleich zu den anderen Landkreisen und kreisfreien Städten in Sachsen auf.<sup>23</sup> Die ansässigen Unternehmen im Landkreis sind zu 97,7 % Kleinunternehmen mit weniger als 49 Mitarbeitern. Mehr als 50 Mitarbeiter werden nur in 2,3 % der Unternehmen im Landkreis beschäftigt. Nach dem Handel, der Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen sind die Betriebe überwiegend im Baugewerbe, gefolgt von dem verarbeitenden Gewerbe, tätig.

In der Industrie gehört der Landkreis sachsenweit zu den stärksten Regionen. Den größten Umsatz erzeugt die Firma Sachsenmilch in Leppersdorf, die zu dem Mutterkonzern Müllermilch gehörend ist. Die Waggonbauer von Bombardier in Bautzen, die Heinrichsthaler Milchwerke in Radeberg sowie der Landwirtschaftsdienstleister Agrofert in Bischofswerda gehören zu den Unternehmen mit den höchsten Beschäftigungszahlen und Umsätzen der Region.<sup>24</sup> Eine besondere Relevanz für Elektromobilität kommt dem Landkreis aufgrund des Unternehmens Accumotiv in Kamenz zu. Das

<sup>22</sup> Bundesagentur für Arbeit, Stand: 30.06.2017

<sup>23</sup> Vgl. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen

<sup>24</sup> Vgl. LBBW Sachsen Bank (2017)

Tochterunternehmen der Daimler AG produziert seit 2012 Lithium-Ionen-Batteriesysteme für elektrische Fahrzeuge von smart und Mercedes-Benz.<sup>25</sup>

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) des Landkreises stammt überwiegend aus dem produzierenden Gewerbe und verschiedenen Dienstleistungsbereichen (Vgl. Tabelle 3). Die Summe der Bruttowertschöpfung dieser Wirtschaftsbereiche im Jahr 2016 betrug für den Landkreis Bautzen 6 825 Millionen Euro.<sup>26</sup> Das BIP je Einwohner im Landkreis lag im Jahr 2016 bei 24 805 € und damit 15 % unter dem sächsischen Wert je Einwohner. In den letzten beiden Jahrzehnten ist eine deutliche Tendenz des Anstiegs zu erkennen. Seit 2010 ist das BIP je Einwohner bis auf 2012 kontinuierlich gestiegen und insgesamt bis 2016 um 21,1 % angewachsen.<sup>27</sup>

**Tabelle 3: Bruttowertschöpfung Landkreis Bautzen 2016**<sup>28</sup>

Wirtschaftsbereich	Bruttowertschöpfung Mio. €	%
<b>Land- und Forstwirtschaft, Fischerei</b>	<b>70</b>	<b>1,0</b>
<b>Produzierendes Gewerbe</b>	<b>2 358</b>	<b>34,5</b>
Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe	1 780	26,1
Verarbeitendes Gewerbe	1 589	23,3
Baugewerbe	578	8,5
<b>Dienstleistungsbereiche</b>	<b>4 397</b>	<b>64,4</b>
Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Information und Kommunikation	1 190	17,4
Grundstücks- und Wohnungswesen, Finanz- und Unternehmensdienstleister	1 442	21,1
Öffentliche und sonstige Dienstleister, Erziehung und Gesundheit	1 765	25,9
<b>Insgesamt</b>	<b>6 825</b>	<b>100</b>

Mit einem gut ausgebauten Netz an Wander- und Radwegen bietet der Landkreis Touristen ein aktives Freizeitprogramm. 267 818 Gäste kamen 2017 zu Besuch und verbrachten durchschnittlich 2,7 Nächte in einem oder mehreren der 159 Beherbergungsbetriebe.<sup>29</sup>

### 3.4 Identifikation relevanter Akteure

Die Beteiligung regionaler Akteure aus dem Landkreis Bautzen sowie die Kenntnis und Berücksichtigung praktischer Erfahrungen ermöglicht eine umsetzungsorientierte Auslegung des Elektromobilitätskonzeptes. Durch die frühzeitige Einbindung regionaler Unternehmen, kann im Verlauf der Konzeptumsetzung Mehrarbeit vermieden werden. Die Aktivitäten seitens der Unternehmen beeinflussen den Erfolg der nachhaltigen Mobilität und Elektromobilität im Landkreis maßgeblich. Durch das frühzeitige Initiieren von Netzwerken und den Austausch zwischen den beteiligten Akteuren untereinander wird die Ausbildung regionaler Kompetenzen gefördert und die Basis für den Markthochlauf im Landkreis Bautzen gebildet. Die Verbreitung von Elektrofahrzeugen in der Region kann nur erfolgen, wenn entsprechende Angebote in Form von Fahrzeugen, LIS, Ökostrom-Tarifen etc. zur Verfügung stehen.

Im Rahmen der Umsetzung des Konzeptes scheint es sinnvoll, eine Akteursliste/-verzeichnis zu erstellen. Diese würde Akteure aus dem Landkreis, die (potentielle) Synergien mit der (Elektro-)Mobilität aufweisen, beinhalten. Neben bekannten Akteuren aus den Bereichen Verkehr und Mobilität, bspw. Verkehrsunternehmen, Fahrradverleihe und Autohäuser, sind auch bisher branchenfremde Unternehmen, bspw. Stadtwerke, Elektrotechniker, PoI- und PoS-Betreiber sowie Gastronomie- und Beherbergungsbetriebe relevant. Je nach Handlungsfeld und Anforderungen an die Prozesse im

<sup>25</sup> Accumotive 2018: Über uns

<sup>26</sup> Vgl. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen

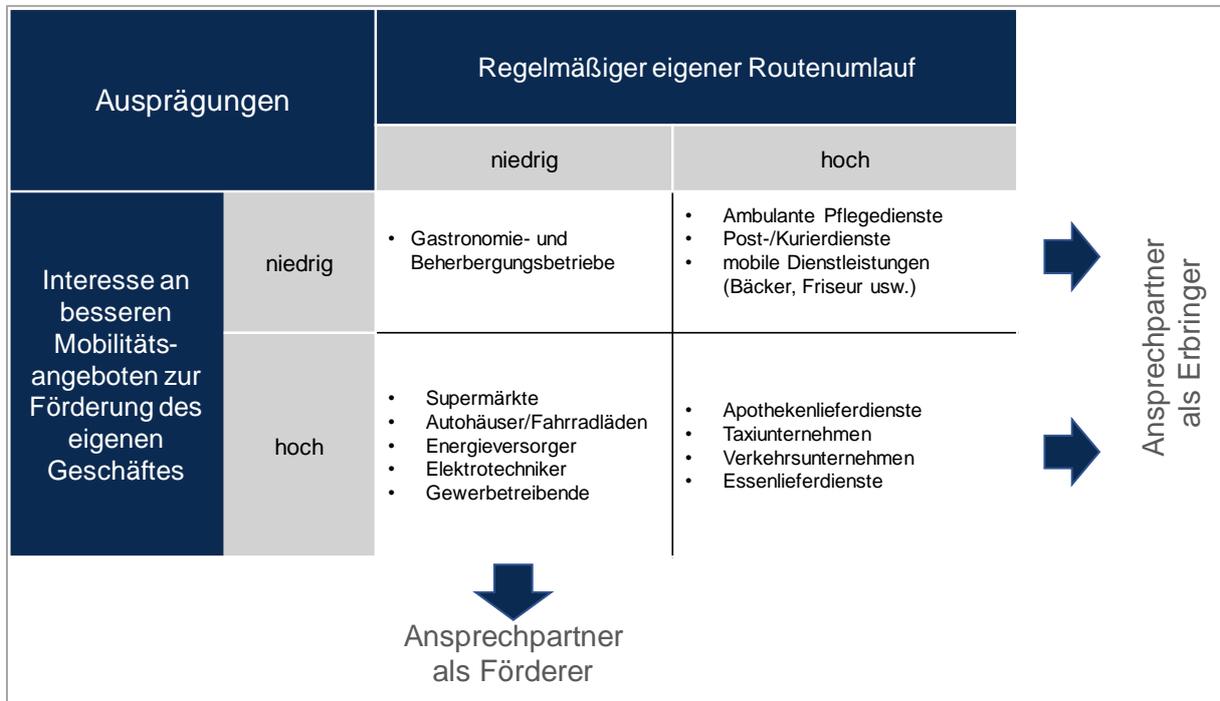
<sup>27</sup> Arbeitskreis "Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder" (2018): Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland 1992 und 1994 bis 2016

<sup>28</sup> ebenda

<sup>29</sup> Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Stand 04.2018

Tagesgeschäft, können die Akteure mit dem Ziel der aktiven Förderung der Elektromobilität im Landkreis oder dem Ziel der Nutzung und Verbreitung bestehender (Dienst-)Leistungen angesprochen werden.

Abbildung 8 zeigt mögliche Akteure differenziert nach Relevanz der Elektromobilität zur Förderung des Kerngeschäftes sowie der Regelmäßigkeit von Routenumläufen im Tagesgeschäft.



**Abbildung 8: Akteursübersicht (Elektro-)Mobilität**

Für Akteure, die bisher keine Synergien mit dem Mobilitätsbereich aufweisen, ist die Relevanz der Elektromobilität für die Steigerung von Umsätzen im Kerngeschäft gering. Bestehen bei diesen Unternehmen zusätzlich keine oder wenige regelmäßige Routenumläufe im Tagesgeschäft, ist der Nutzen vorrangig im zusätzlichen Kundenservice und der Kundenbindung begründet. Im Markthochlauf kann das Angebot von bspw. LIS für die Kunden einen Wettbewerbsvorteil für diese Akteure bedeuten. Der Sensibilisierung der Akteure kommt dabei eine hohe Relevanz zu, da Mobilitätsangebote meist nicht als Serviceleistung für die Kunden wahrgenommen werden. Durch Informationsmaterialien sowie persönliche Ansprache und Beratung, kann eine Aufmerksamkeit für das Thema erreicht werden. Die Verwendung von Best-Practice-Beispielen (aus der Region) kann sich positiv auf die Akzeptanz auswirken. Die Begleitung durch die lokale Presse begünstigt zusätzlich die Verbreitung erfolgreich umgesetzter Maßnahmen.

Die Elektromobilität ist ein Querschnittsthema und Systemgut und bedingt die Partizipation neuer Akteure. Unternehmen, die bisher keine Synergien mit dem Mobilitätsbereich aufwiesen, die Elektromobilität jedoch in ihr Kerngeschäft integrieren können, sollten durch den Landkreis Bautzen für die Etablierung dieser angesprochen werden. Der Kommunikation zwischen den Marktakteuren des Ökosystems Elektromobilität (PV- und Speichertechnik, Autohändler, LIS-Anbieter und LIS-Betreiber, Ladekartenanbieter, regionaler Stromversorger, Elektriker etc.) kommt eine hohe Relevanz zu, da nur so die Bildung von Kompetenzen gefördert wird. Wichtig ist, die Marktakteure dafür zu sensibilisieren, selbst einfache und möglichst modular aufgebaute Angebote in Verbindung mit anderen Marktakteuren zu entwickeln. Diese sollten auf die Elektromobilität zugeschnitten sein. Auf diese Weise wird sichtbar, dass Elektromobilität nicht die Idee eines einzelnen Akteurs ist, sondern von verschiedenen Seiten vorangetrieben und unterstützt wird. Das Vertrauen in regionale Marken und Werte sollte dabei gezielt genutzt werden.

Akteure mit einer hohen Anzahl regelmäßiger Routenumläufe profitieren vorrangig durch die Integration von Elektromobilität in interne Prozesse, bspw. durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen im Außendienst sowie auf dem Betriebsgelände und der damit verbundenen Optimierung des Fuhrparks. Die Unternehmen sollten vom Landkreis Bautzen insbesondere über die Potentiale, die sich aus einer Fuhrparkanalyse und der Integration von Elektrofahrzeugen sowie einem betrieblichen Mobilitätsmanagement ergeben, informiert werden. Dies kann durch eine kostenfreie Erstberatung und die Verbreitung von Best-Practice-Beispielen aus der Region (Vgl. Maßnahme 5 e) umgesetzt werden.

### Regionale Wertschöpfung

Unabhängig von gezielten Aktivitäten durch den Landkreis Bautzen wird sich die Elektromobilität langfristig durchsetzen. Wenn große Verkaufsmengen im Massenmarkt realisiert werden können, werden Elektrofahrzeuge für eine Vielzahl von Nutzern durch attraktive Verkaufspreise und günstige Unterhaltskosten interessant und werden dann die Neuzulassungen dominieren.

Durch geringe Verkaufsmengen von Elektrofahrzeugen und den dadurch gegebenen hohen Komponentenkosten, können etablierte Hersteller aktuell im Bereich Elektromobilität keine oder nur geringe Gewinnspannen verzeichnen. Dies trägt dazu bei, dass die Hersteller in diesem Fahrzeugsegment neue Konzepte hinsichtlich der Produktbündelung testen.

Davon unbenommen, kann der Landkreis eine aktive Rolle einnehmen, um Strukturen für einen einfachen und frühen Einstieg in die Elektromobilität zu schaffen und zu etablieren und daraus einen Mehrwert für Bautzen generieren. Dies kann zu relevanten Standortvorteilen und einer bundesweiten Vorreiterrolle führen. Damit kann

- ein früherer Markthochlauf im Landkreis,
- ein deutlich höherer Anteil der lokalen Wertschöpfung an der Elektromobilität,
- und eine Stärkung der Rolle der lokalen regenerativen Energien und Produkte durch die erhöhte und gezielte Nachfrage nach Öko-Strom

erreicht werden.

Dafür muss eine intensive Beschäftigung mit den Potentialen, Rollen sowie Umsetzungs- und Gestaltungsmöglichkeiten erfolgen. Dies umfasst nicht nur den Bereich (Elektro-)Mobilität, sondern auch die nachhaltige Energieerzeugung, die Smarte-Energieverbrauchs-Steuerung und die Elektrik sowie weitere Bereiche entlang der Wertschöpfungskette (Vgl. Abbildung 9). Die Relevanz des Themas muss den entsprechenden regionalen Akteuren aus den einzelnen Wertschöpfungsstufen nahegebracht und der Mehrwert für sie herausgestellt werden. Strategisch muss aufgezeigt werden, welche Rollen von welchen regionalen Akteuren übernommen und welche Netzwerke gebildet werden können.

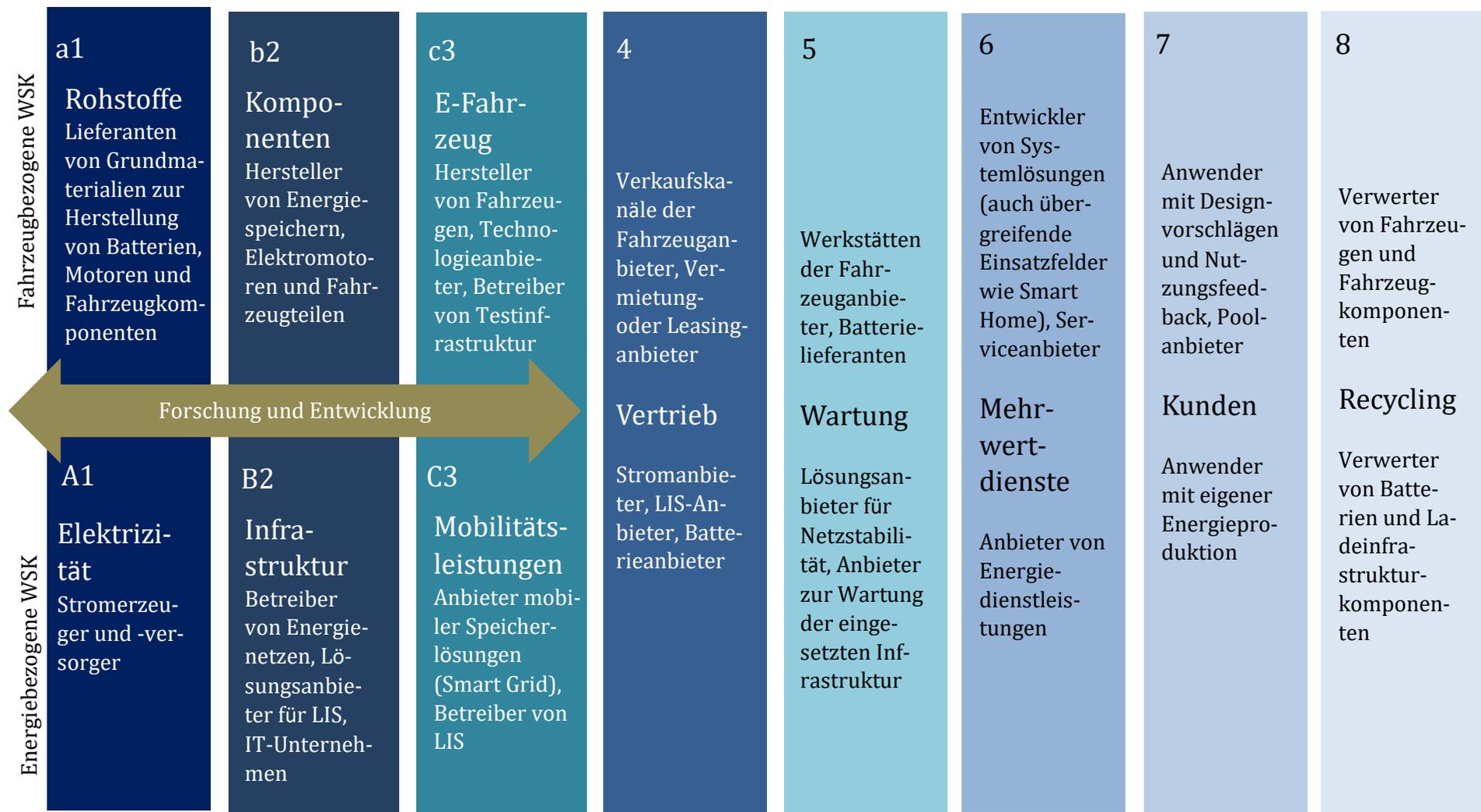


Abbildung 9: Wertschöpfungskette untergliedert nach Fahrzeug- und Energiebezug<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Vgl. BMWi (2016): Elektromobilität – Positionierung der Wertschöpfungskette

Folgende regionale Akteure der teilweise schon aufgeführten Branchen, die nicht gänzlich überschneidungsfrei dargestellt werden können, müssen in die Netzwerke einbezogen werden:

- Elektrik (Verkabelung, Installation, Angebot PV etc.)
- Hausautomatisierung und Steuerung (Smart Home, Elektronik)
- Fahrzeug (Verkauf, Wartung, Service)
- Energieverteilung/Erzeugung (Stadtwerke, Energieversorger, Netzbetreiber, Erzeuger)
- Ladesäuleninfrastruktur (Ladesäulenbetreiber)
- Dienstleister (Versicherung, Finanzierung, Planung, Beratung)
- Batterieentwicklung und -produktion (Accumotive)

Anhand der Bandbreite verschiedener Akteure wird ersichtlich, dass der Fahrzeugverkauf und -service nicht mehr als separates Thema betrachtet werden kann, das keine oder nur geringe Schnittpunkte zu anderen Branchen aufweist. Vielmehr stellt Elektromobilität durch die Möglichkeiten und Vorteile, die sich aus der Integration von eigenem Strom in Verbindung mit Speichermöglichkeiten ergeben, ein Ökosystem dar. Durch eine Kombination der Bestandteile (Elektrofahrzeug, Ladestation, Speicher und PV-Anlage), ergeben sich Vorteile für (potentielle) Nutzer. Diese werden durch ergänzende Dienstleistungen (bspw. ganzheitliche Beratung und Installation der Ladestation) gestärkt und ermöglichen eine komfortable Nutzung.

Ein ganzheitlicher und vernetzter Beratungs- und Verkaufsansatz stellt für den Kunden eine Vereinfachung und einen deutlich höheren Mehrwert dar, als er durch einen Anbieter allein, der nicht alle Bereiche in gleicher Tiefe und Kompetenz abbilden kann, realisiert werden kann. Bspw. kann ein Fahrzeughändler den Interessenten durch eine lokale Ladekarte für öffentliche Ladeinfrastruktur, eine fachgerecht installierte Wallbox und günstig erzeugten Strom aus der eigenen PV-Anlage mit eigenem Speicher einen hohen Mehrwert bieten, der mit dem Verkauf des Fahrzeugs allein nicht realisiert werden könnte. Dieser serviceorientierte Ansatz verbessert das Kernprodukt, am Beispiel des Fahrzeughändlers das Elektrofahrzeug, und führt zu einem Vorteil für den Interessenten durch günstigeren Strom und damit günstigere Betriebskosten. Darüber hinaus entsteht dem Interessenten ein einfacher Zugang zur Elektromobilität. Die Wahrscheinlichkeit für den Kauf eines Fahrzeuges und der anderen Produkte/Dienstleistungen steigt. Demnach profitieren die Akteure zum einen durch deutlich bessere Vermarktungschancen der eigenen Dienstleistungen/Produkte. Zum anderen ist eine deutlich breitere Vertriebsbasis vorteilhaft, da mehrere Multiplikatoren für die Angebote bestehen. Der Elektriker wird bspw. zum Multiplikator für den Fahrzeughändler und umgekehrt.

Dafür ist die Zusammenarbeit der Akteure untereinander in Netzwerken erforderlich. Dies umfasst nicht nur einen einfachen Verweis auf den jeweils anderen Akteur, sondern sinnvoll abgestimmte Angebote. Diese bedingen ein grundlegendes Wissen hinsichtlich der Funktionsweise der Elektromobilität sowie der anderen Branchen, um den Kunden die Dienstleistungen und Produkte sinnvoll offerieren und erklären zu können. Die übergreifende Gesamtbetreuung des Interessenten/Kunden sollte angestrebt werden, so dass die Abstimmung, wie die Komponenten bzw. Leistungen der einzelnen Akteure kombiniert werden, nicht allein beim Kunden liegt. Gemeinsame Angebote sollten zielgerichtet aufgestellt bzw. die Angebote anderer Akteure konkret empfohlen werden. Damit kann der einzelne Endkunde auch bei komplexen Fragestellungen zielgerichtet durch das Netzwerk beraten werden. Alle Partner profitieren durch Neukunden und eine deutlich gesteigerte Vertriebsstärke.

Die Akteure aus dem Landkreis müssen für einen ganzheitlichen Vermarktungsansatz sensibilisiert und untereinander vernetzt werden. Der gegenseitige Austausch hinsichtlich Fachkompetenzen und Angeboten steht dabei im Vordergrund. Dazu sind Arbeitsgruppen bzw. Workshops sinnvoll, in denen die Anbieter einerseits sich und eigene Referenzen/Umsetzungsbeispiele praktisch vorstel-

len und andererseits Grundlagenwissen und Fachkompetenz für die branchenfremden Akteure vermitteln. Diese Treffen bzw. Veranstaltungen sollten direkt die Vernetzung adressieren und die Räumlichkeiten hinsichtlich Lage und Ausstattung und Aufbau darauf ausgerichtet sein.

Eine wichtige Zielstellung ist es, aktiv auf die Akteure einzuwirken und einfache Bündelangebote zur Darstellung der Optionen, die Elektromobilität bieten, bereitzustellen. Diese sollten aktiv beworben werden, um von Seiten der einzelnen Partner aktiv auf potentielle Interessenten zuzugehen. Auch wenn Angebote für Interessenten aufgrund der individuellen Voraussetzungen von einem exemplarischen Angebot abweichen werden, ergibt sich ein großer Mehrwert, da die Vorteile der Elektromobilität ersichtlich werden.

Die Potentiale, die sich aus der Etablierung der Elektromobilität für die regionale Wertschöpfung ergeben, erscheinen sehr hoch. Die Investitionskosten, die für ein Elektrofahrzeug durch Infrastruktur anfallen können, aber nicht müssen, können dabei fünfstelligen Summen erreichen. Dies stellt für die Anbieter einen attraktiven Markt dar.

Berücksichtigt werden sollte, dass in den einzelnen Branchen unterschiedliche Wertschöpfungstiefen und damit unterschiedlich hohe Rückflüsse zu erwarten sind. Daher sollte über einen Ausgleich für margenschwache Branchen, die ggf. einen hohen Beratungsaufwand übernehmen, nachgedacht werden.

Eine kompetente Netzwerkstelle sollte in Zusammenarbeit mit Handwerks- sowie Industrie- und Handelskammer für die einzelnen Akteure bereit stehen, Ansprechpartner vermitteln und die Vernetzung aktiv vorantreiben. Veranstaltungen sollten organisiert und Hilfestellungen für die Erarbeitung gemeinsamer Angebote gegeben werden. Insbesondere in der Anfangsphase wird dies ein hohes Maß an externer Unterstützung von Akteuren außerhalb der Netzwerke benötigen.

### Einbindung Akteure im Rahmen der Konzepterstellung

Um eine partizipative Konzepterstellung zu ermöglichen, wurden während der Projektlaufzeit regelmäßige Jour-Fixe Termine mit dem Projektteam des Landkreises Bautzen sowie Workshops mit regionalen Akteuren durchgeführt.

#### Workshop 1

An dem ersten Termin am 05.07.2018 haben ausgewählte relevante Amtsleiter<sup>31</sup> des Landkreises Bautzen sowie die Bautzener Energieagentur teilgenommen. Ziel der Veranstaltung war die Präsentation der Zielstellung, Vorgehensweise und erster Inhalte des Konzeptes, die Abfragung von Wünschen und Problemen und die Sensibilisierung der anwesenden Amtsleiter für die Thematik Elektromobilität im Landkreis.

Die Ergebnisse der Diskussionsschwerpunkte können in Probleme/Hindernisse und Wünsche untergliedert werden. Zu ersterem gehört der gering wirkende Handlungsdruck des LK und die Abschätzung, dass wirksame finanzielle Anreize initialisiert durch den Landkreis, nicht machbar sind. Eine allgemeine Skepsis sowie Zweifel an der E-Mobilität als Technik der Zukunft wurden im Verlauf diskutiert. Klimapolitisch hat der Landkreis einen geringen Leidensdruck. Innovative Verkehrskonzepte gewinnen dadurch in der Wahrnehmung der Verantwortungsträger sowie der Bevölkerung keinen hohen Stellenwert. Im Vordergrund stehen die Wünsche nach einer Verbesserung der allgemeinen Mobilität.

Dennoch erkennt der Landkreis die Relevanz des Themas an und möchte eine Beratungs- und Informationsposition für das Thema Elektromobilität einnehmen, um koordinierend und unterstützend aufzutreten. Wie diese Rolle aussehen sollte, wird in Maßnahme 5 ausführlich beschrieben.

---

<sup>31</sup> Kreisentwicklungsamt, Straßenverkehrsamt, Straßen- und Tiefbauamt, Innerer Service, Gebäude- und Liegenschaftsamt

## Workshop 2

An dem nachfolgenden Workshop mit externen Akteuren haben Bürgermeister unterschiedlicher Kommunen des Landkreises Bautzen, die Wirtschaftsförderung und die SAENA teilgenommen. Ziel des Termins am 27.09.2018 war es, mögliche Handlungsfelder sowie den Handlungsrahmen zu identifizieren. Dem wurde sich durch die Abfragung von Wünschen und Problemen sowie der Sensibilisierung der Teilnehmer für die Thematik und der Förderung des Austausches unter den Teilnehmern genähert.

Die Ergebnisse der Diskussionsschwerpunkte können in Probleme/Hindernisse und Wünsche untergliedert werden. Für das Ausloten derer wurden die Teilnehmer in drei Gruppen unterteilt: Kommunen, Unternehmen, Bürger. Mit dem spezifischen Blickwinkel dieser Personengruppen sollten die genannten Schwerpunkte betrachtet werden. Probleme oder Hindernisse stellen gruppenübergreifend die allgemeine Skepsis gegenüber der E-Mobilität dar, welche sich in fehlender Alltagstauglichkeit (Reichweiten) und einem nicht vorhandenen einheitlichen System (LIS, Stecker, Bezahlung, ...) manifestiert. Ebenfalls wirkt für kleinere Kommunen, aufgrund der fehlenden Nachfrage, die Relevanz die E-Mobilität voranzutreiben aktuell gering. Für alle Gruppen bestehen finanzielle und ökologische Herausforderungen bezüglich der Etablierung. Dem aktuell fehlenden zentralen Ansprechpartner, der beratende Tätigkeiten gegenüber den Kommunen und der Bevölkerung ausübt, wird eine hohe Relevanz zugemessen. Ebenfalls wäre die Zusammenarbeit zwischen den Kommunen, Unternehmen und Verwaltungseinheiten im Bereich Elektromobilität zu intensivieren.

Die Arbeitsgruppe „Kommunen“ benennt im Bereich Wünsche besonders die Vorbildfunktion gegenüber den Bürgern, deren Einbezug und die daraus folgende Akzeptanzsteigerung. Die Nutzung von erneuerbaren Energien für die LIS und der weitere Ausbau letzterer, auch im Arbeitgeber-Bereich, wurden herausgestellt. Die Informationsbereitstellung durch Beratungsstellen oder die Kommunen sei voranzutreiben. Die Gruppe der „Unternehmen“ sieht die Chancen der E-Mobilität im Bereich Kundenbindung bzw. -akquise. Die Außenwirkung der Firma und deren Vorreiterrolle spielen dabei eine besondere Rolle. Wichtig sind im Hinblick auf die aktuelle Auslastung eine Mehrfachnutzung der Infrastruktur und der Fahrzeuge sowie eine einfache aber intensive Vernetzung. Die Gruppe mit dem Blickwinkel „Bürger“ sieht den Landkreis in der Pflicht Beratungsstellen und Anreizsysteme zu schaffen, um die Verbreitung voranzutreiben. Es soll zu der öffentlichen LIS ein schneller, einfacher und sicherer Zugang bestehen und eine Verbindung zum Landkreis durch einerseits regionale Stromprodukte und andererseits durch den Umweltschutz bestehen.

Die Rolle des Landkreises im Bereich Beratung und Information, um koordinierend und unterstützend für das Thema Elektromobilität aufzutreten, ist herauszuheben. Wie diese Rolle aussehen sollte, wird in Maßnahme 5 ausführlich beschrieben.

## 4 Elektromobilität und Ladeinfrastruktur im Überblick

Ein Marktüberblick gibt Aufschluss über derzeit verfügbare Fahrzeugmodelle und deren spezifische Eigenschaften wie bspw. die realistische Reichweite, Ladedauer oder den Listenpreis. Die Fahrzeugkategorien reichen von Pkw bis hin zu schweren Nutzfahrzeugen. Plug-in-Hybride werden nachfolgend nicht näher betrachtet, da diese bereits gut auf dem Markt verfügbar sind.

Die großen Herausforderungen des Markthochlaufs stellen die Verfügbarkeit, hinsichtlich Modellvielfalt und Lieferzeiten sowie die Anschaffungskosten von E-Pkw dar. Einerseits soll eine Attraktivität vorhanden sein, um den Kauf vorzunehmen und andererseits führen geringe Stückzahlen zu hohen Kosten.

Im Jahr 2018<sup>32</sup> sind 24 verschiedene E-Pkw von 15 Herstellern auf dem deutschen Markt erhältlich.<sup>33</sup> Positiv ist die zunehmende Modellvielfalt zu beurteilen. Negativ die tatsächliche Marktverfügbarkeit sowie lange Lieferzeiten der Fahrzeuge. Tabelle 4 stellt die von Januar bis Juni 2018 am häufigsten zugelassenen E-Pkw mit der zu erwartenden Lieferzeit dar. Die Lieferzeiten schwanken zwischen zwei und zwölf Monaten. Die Anschaffungskosten von E-Pkw sind in etwa 40 – 60 % höher als die eines vergleichbaren Fahrzeuges mit Verbrennungsmotor.

**Tabelle 4: Übersicht der meistverkauften E-Pkw in Deutschland im Zeitraum Januar - Oktober 2018<sup>34</sup>**

BEV-Modell	Zulassungszahlen <sup>35</sup> (01 – 10/18)	Ungefähre Ladedauer in Abh. der Ladeleistung			Realistische Reichweite	Batteriekapazität	Lieferzeit von bis	Preis ab € (brutto)	Sitzplätze
		3,7 kW	22 kW	50 kW					
Renault Zoe R90	4.369	8 h	2,65 h	-	240 km	22 kWh	4-6 Monate	32.900	4
VW e-Golf	4.356	7 h	5,5 h (max. 7,2 kW)	30 min	180 km	35,8 kWh	5-8 Monate	35.900	5
Smart fortwo electric drive	3.720	6 h	0,8 h	-	130 km	17,6 kWh	5-6 Monate	21.940	2
Kia Soul EV	2.959	7,5 h	4,5 h (max. 6,6 kW)	30 min	150 km	30 kWh	3-4 Monate	29.940	5
BMW i3 BEV	2.935	7,5 h	2,45 h (max. 11 kW)	40 min	150 km	33 kWh	2-4 Monate	37.550	4
Smart forfour electric drive	2.223	6 h	0,8 h	-	130 km	17,6 kWh	5-6 Monate	22.600	4
Nissan Leaf	1.809	10 h	4 h	45 min	285 km	40 kWh	6-10 Monate	29.265	5
Hyundai IONIQ Elektro	1.289	8 h	4,5 h (max. 6,6 kW)	30 min	240 km	28 kWh	≤ 12 Monate	33.300	5
Tesla Model S	1.104	25 h	5 h	SC: 36 min	450-500 km	100 kWh	4-6 Monate	69.019	5
VW e-up!	807	6 h	6 h (max. 3,6 kW)	30 min	119 km	18,7 kWh	5-6 Monate	26.900	4

<sup>32</sup> Stand Oktober 2018

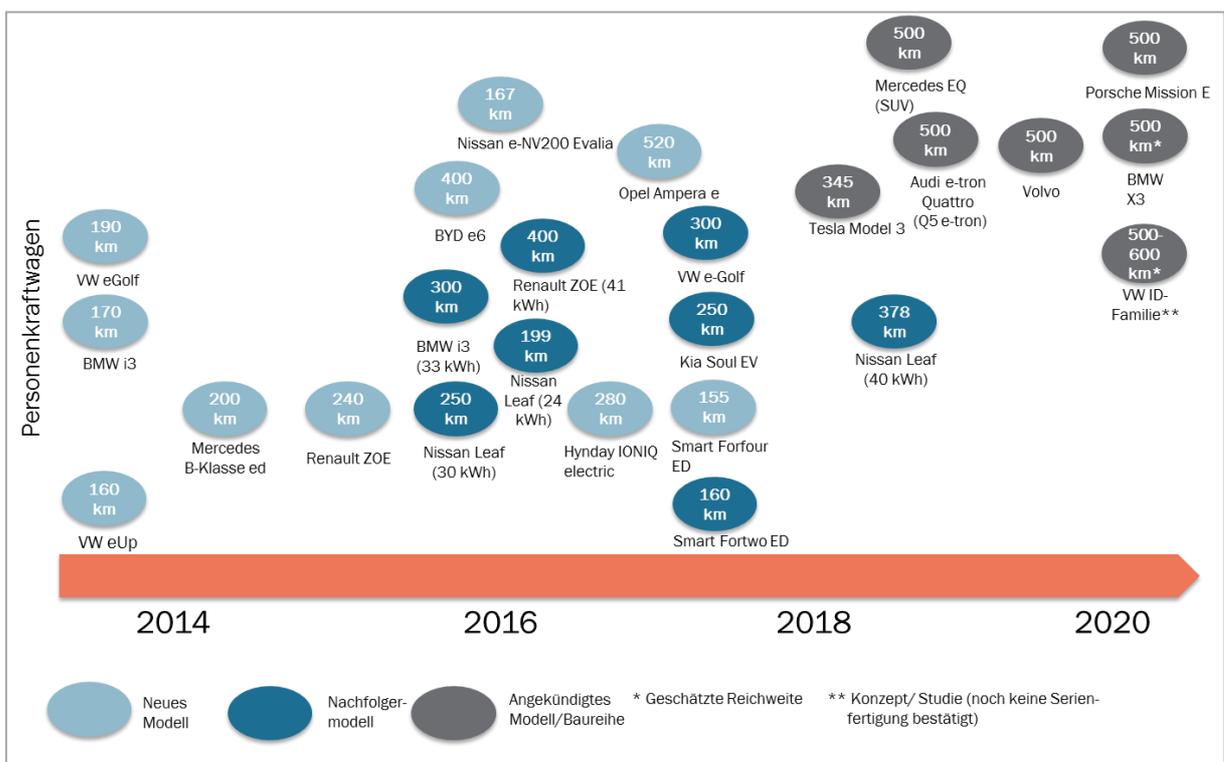
<sup>33</sup> <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/e-mobilitaet/kaufen/elektroautos-uebersicht/>

<sup>34</sup> Eigene Zusammenstellung nach KBA, Herstellerangaben und Nutzertests

<sup>35</sup> Zulassungszahlen nach Kba beziehen sich auf alle Batterievarianten

Die meisten BEV-Modelle zu Beginn des Jahres 2016 konnten dem Bereich des Kleinst- und Kleinwagensegments, gefolgt von der Kompakt- und Mittelklasse, zugeordnet werden.<sup>36</sup> Im Jahr 2017 erhöhte sich die Anzahl von Herstellern mit E-Pkw Modellen im Angebot auf dem europäischen Markt deutlich, wodurch auch in den Klassen Van und Crossover BEVs verfügbar waren. Fahrzeuge der Oberklasse werden derzeit durch Modelle der Marke Tesla dominiert. Im Bereich der Transporter sind nur wenige Modelle erhältlich.

Es ist davon auszugehen, dass die Fahrzeugtechnologien kontinuierlich weiterentwickelt werden. Die schrittweise Optimierung einzelner Fahrzeugkomponenten und deren Zusammenspiel, verbunden mit einer steilen Lernkurve und der Erzielung von Skaleneffekten, erhöht die Attraktivität der Fahrzeuge, steigert deren Effizienz und reduziert die Kosten. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf den Batteriekosten. Der Preis pro Zelle ist in den letzten Jahren stark gesunken und wird auch weiterhin abnehmen. Technologiseitig ist insbesondere eine Elektrofahrzeugarchitektur mit skalierbaren und extrem flexiblen Komponentenbaukästen zu erwarten, welche modellübergreifend einsetzbar sind und sich an die Wünsche der Kunden anpassen lassen. Diese Basisarchitektur eignet sich dann gleichermaßen für SUVs, Limousinen, Coupés, Cabriolets und weitere Modellreihen. Abbildung 10 stellt die angekündigten Modelle und Relaunchs bis zum Jahr 2020 mit angekündigten Reichweiten gemäß dem „Neuen Europäischen Fahrzyklus“ (NEFZ) dar.<sup>37</sup>



**Abbildung 10: Auswahl batterieelektrischer Fahrzeuge in Großserienproduktion bis 2020<sup>38</sup>**

Die Prognose der angekündigten Modelle zeigt, dass die Reichweiten der Fahrzeuge steigen werden. Trotz sinkender Preise und des hohen Kostenanteils der Traktionsbatterien am Gesamtfahrzeugpreis, wird eine Steigerung der Kapazität je Fahrzeug erwartet. Mittelfristig wird auch für die Batterien ein modularer Systembaukasten erwartet, der Fahrzeugreichweiten je nach Anforderung des einzelnen Autokäufers bietet.<sup>39</sup>

<sup>36</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015, S. 30 ff.

<sup>37</sup> Eigene Darstellung. Es handelt sich hierbei um einen Einblick in die zukünftige Entwicklung, jedoch nicht um eine vollständige Auflistung.

<sup>38</sup> Auswahl auf Grundlage eigener Recherche, eigene Darstellung: Fahrzeugkategorien sind aufsteigend von unten nach oben dargestellt, d. h. je höher ein Fahrzeug in der Grafik eingeordnet ist, desto größer ist die zuzuordnende Fahrzeugklasse.

<sup>39</sup> Vgl. Weiß 2017

## Marktanalyse elektrischer Nutzfahrzeuge

In der derzeitigen Markthochlaufphase gestaltet sich die Verfügbarkeit von elektrischen Nutzfahrzeugen im Vergleich zum Pkw-Bereich deutlich verzögert. Dieser Verlauf ist dadurch zu begründen, dass bei Nutzfahrzeugen das zulässige Gesamtgewicht von hoher Bedeutung ist. Werden Nutzfahrzeuge elektrisch betrieben, erhöht der Batterieeinbau das Eigengewicht erheblich. Dies kann dazu führen, dass die erlaubte Zuladung unter Einhaltung der zulässigen Gesamtmasse auf ein Maß sinkt, welches den Betrieb des Fahrzeugs nicht mehr attraktiv oder alltagstauglich gestaltet. Außerdem wird oftmals die Reichweite als zu gering empfunden.

### Leichte Nutzfahrzeuge

Der Sachverhalt der zulässigen Gesamtmasse ist besonders bei elektrisch betriebenen Nutzfahrzeugen von bis zu 3,5 t relevant. Nach den Vorgaben der 3. EU-Führerscheinrichtlinie wird hierzu eine Fahrerlaubnis der Klasse B benötigt. Bei Überschreitung der Gesamtmasse ist eine Fahrerlaubnis der Klasse C oder C1 erforderlich.<sup>40</sup> Die 4. Verordnung über Ausnahmen von den Vorschriften der Fahrerlaubnis-Verordnung schafft hier eine bis Ende 2019 befristete Ausgleichsregelung. Danach dürfen elektrisch betriebene Fahrzeuge bis zu einer zulässigen Gesamtmasse von 4 250 kg mit einer Fahrerlaubnis der Klasse B gefahren werden, wenn diese im Bereich des Gütertransports eingesetzt werden. Die Befristung wird durch eine entsprechende Schlüsselzahl im Führerschein vermerkt. Der Fahrer muss zudem an einer mind. fünfstündigen Fahrzeugeinweisung teilgenommen haben.<sup>41</sup> Nach Beendigung dieser Regelung 2019 müssten alle Betroffenen den Führerschein der Klasse C kurzfristig nachholen. Ob die bestehende Befristung aufgehoben oder durch eine andere Regelung ersetzt werden soll, ist derzeit unklar.

Trotz eines verzögerten Markthochlaufs nimmt die Modellvielfalt im Bereich der leichten Nutzfahrzeuge stetig zu. StreetScooter beispielsweise, ein Tochterunternehmen der Deutschen Post AG, hat Fahrzeuge im Angebot, die spezifisch für die Anforderungen von Paketdiensten entwickelt wurden und u. a. im Mutterkonzern bereits zum Einsatz kommen. Daneben bieten auch andere Hersteller wie Renault, Nissan oder künftig auch Mercedes Benz oder VW Modelle an (Vgl. Tabelle 5).

Trotz der Aktivitäten (Forschung und Entwicklung, Produktionsumstellungen, etc.) der Hersteller sind Fahrzeuge mit größeren Ladevolumen aktuell nur vorbestellbar, aber nicht verfügbar. Mittelfristig werden weitere Modelle folgen. Trotz Reichweiten laut NEFZ zwischen 150 und 200 km, sind im Praxiseinsatz eher Reichweiten zwischen 80 und 120 km denkbar. Bei speziellen Umrüstungen bzgl. Ein- und Aufbauten muss ggf. ein zusätzlicher Reichweitenverlust kalkuliert werden. Ein preislicher Aufschlag von 50 % bis 100 % im Vergleich zu den Varianten der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren des jeweiligen Modells ist, bei Fahrzeugen ohne bisher veröffentlichtem Preis, zu erwarten. Die Verfügbarkeit wird aufgrund der erst hochlaufenden Serienproduktion der Elektrofahrzeuge und der geringen Batteriekontingente der Hersteller vorerst beschränkt sein. Ähnliche Wartezeiten wie im E-Pkw Bereich sind auch im Segment der leichten Nutzfahrzeuge zu erwarten.<sup>42</sup>

---

<sup>40</sup> Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2006: Richtlinie 2006/126/EG, Artikel 4, Ziffer 4 b) Abs. 1.

<sup>41</sup> Vgl. 4. Verordnung über Ausnahmen von den Vorschriften der Fahrerlaubnis-Verordnung vom 22. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2432).

<sup>42</sup> Erfahrungswert aus Gesprächen mit Fuhrparkverantwortlichen deutscher Kommunen.

**Tabelle 5: Marktübersicht elektrischer leichter Nutzfahrzeuge ≤ 3,5 t**

Hersteller	Modellbezeichnung	Kategorie	Zulässiges Gesamtgewicht in t	Leistung in kW	Batteriekapazität in kWh	Reichweite NEFZ in km	UVP ab in € (brutto)	Verkaufsstart	Anmerkungen
Iveco	Daily Electric	Transporter	3,2 - 5,9	k. A.	60 / 80	200	83 300	Testbetrieb	Kleinbus, Kastenwagen <sup>43</sup>
SAIC	Maxus EV80	Transporter	3,5	92	56	200	55 000	Aktuell nur Miete	887 € je Monat
Mercedes-Benz	eVito	Transporter	< 3,6	84	41,4	150	47 588	Vorbestellung möglich	
Mercedes-Benz	eSprinter	Transporter	3,5	k. A.	55	150	k. A.	2019	
Nissan	e-NV200	Transporter	2,25	80	40	280	34 105	erhältlich	
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	54 086	erhältlich	
Street-Scooter	Work L Pickup	Pickup	2,18	k. A.	40	205	51 706	erhältlich	
Street-Scooter	Work L Pure	Transporter	2,18	k. A.	40	je nach Aufbau	49 326	erhältlich	
Volkswagen	e-Crafter	Transporter	4,2	k. A.	43	208	82 705	2019	
ABT	e-Caddy	Hochdachkombi	k. A.	82	37,3	220	k. A.	Mitte 2019	
ABT	e-T6	Transporter	3,2	82	37,3 74,6	208 400	k. A.	Je nach Nachfrage ab Mitte 2019	

### Schwere Nutzfahrzeuge

Elektrisch angetriebene schwere Nutzfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t befinden sich derzeit noch nicht in der Hochlaufphase. In diesem Segment sind kaum Fahrzeuge auf dem Markt verfügbar und eine Serienproduktion ist noch nicht gegeben. Die Zahl der Fahrzeugankündigungen lässt aber darauf schließen, dass die Hersteller auch in diesem Segment aktiv und mittel- bis langfristig Fahrzeuge auf den Markt bringen werden.

Anbieter wie z. B. ORTEN Fahrzeugbau GmbH, die neue und gebrauchte Diesel-Nutzfahrzeuge auf Elektroantrieb umrüsten, sind momentan die aktiven Akteure. Diese Fahrzeuge haben laut Hersteller eine Reichweite von 100 bis 150 km.<sup>44</sup> Auch die FRAMO GmbH ist auf dem Gebiet der Umrüstung von Serienfahrzeugen auf elektrischen Antrieb aktiv. Die Batteriekapazität ist dabei modular anpassbar.<sup>45</sup> Die Umrüstung ist eine Möglichkeit, kurzfristig schwere Nutzfahrzeuge zu elektrifizieren. Es ist jedoch zu beachten, dass jedes Fahrzeug eine Spezialanfertigung auf Basis eines Serienfahrzeuges darstellt und zusätzliche Kosten für die Umrüstung entstehen.

<sup>43</sup> Fahrgestell mit Sonderaufbauten

<sup>44</sup> Vgl. Willms, O. 2016

<sup>45</sup> Vgl. Bundesministerium der Justiz und Verbraucherschutz 2014

Im Rahmen von Testphasen sind aktuell Fahrzeuge bei ausgewählten Unternehmen im praktischen Einsatz. Für 2019 sind von den Unternehmen Mitsubishi Fuso, Daimler, Volvo und Tesla Fahrzeuge für den Realbetrieb, mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 7,5 bis 40 t, angekündigt. Die Reichweiten betragen zwischen 100 und 200 km. Der Semi eTruck von Tesla ist für 2019 mit einer Reichweite bis 800 km angegeben. Aufgrund des hohen Leergewichts von über 14 t ist ein Einsatz im lokalen und regionalen Bereich kritisch zu betrachten. Im Jahr 2021 will MAN ebenfalls in den Markt schwerer batterieelektrischer Nutzfahrzeuge (BE-Nutzfahrzeuge) eintreten (Vgl. Tabelle 6).

Inwieweit der Verkaufsstart der angekündigten schweren Nutzfahrzeuge eingehalten werden kann, ist offen. Mittelfristig ist mit einer überschaubaren Anzahl an Fahrzeugen auf dem Markt zu rechnen. Für die Fahrzeuge mit speziellen Ein-/Aufbauten ist eine Umrüstung der elektrischen Serien-Lkw notwendig. Dabei ist davon auszugehen, dass, genau wie bei den leichten Nutzfahrzeugen, komplexere Ein- und Aufbauten erst längerfristig verfügbar und mit Einbußen bei den Reichweiten, aufgrund des Mehrgewichts, verbunden sein werden. Das spezielle Ein- und Aufbauten technisch möglich sind, zeigt Volvo bereits mit dem FE Electric, welcher in Form eines Müllentsorgungsfahrzeugs bereits in Hamburg erprobt wird.<sup>46</sup>

**Tabelle 6: Marktübersicht elektrischer schwerer Nutzfahrzeuge > 3,5 t**

Hersteller	Modellbezeichnung	Kategorie	Zulässiges Gesamtgewicht in t	Leistung in kW	Batteriekapazität in kWh	Reichweite in km	UVP ab in € (brutto)	Verkaufsstart	Anmerkungen
BYD	T10ZT	Kipplaster	k. A.	k. A.	k. A.	280	k. A.	k. A.	
DAF	CF Electric	Zugmaschine	9,7	210	170	100	k. A.	k. A.	Zgl. 40 t, aktuell Erprobungsphase
Daimler	eActros	Kofferaufbau	18 – 25	k. A.	240	200	k. A.	2021	
Mitsubishi Fuso	eCanter	Kofferaufbau	7,5	185	70	100	k. A.	2019	
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.	2021	2018 Praxiserprobungsphase; 6x2-Solo-Lkw (Zugmaschine) auf Basis TGM-Reihe
MAN	eTruck	Zugmaschine	40	350	k. A.	130	k. A.	2021	4x2-Solo-Lkw (Zugmaschine) auf Basis TGS-Reihe
MAN	Metropolis (Hybrid)	Zugmaschine	k. A.	203	105	k. A.	k. A.	k. A.	
Tesla	Semi	Zugmaschine	40	k. A.	k. A.	480/800	131.000 - 178.500	2019	
Volvo	FL Electric	Kofferaufbau	16	185	100/300	300	k. A.	2019	Weitere möglich Einsatzbereiche auch Abfallentsorgung und Recyclingunternehmen
Volvo	FE Electric	Abfallentsorgungsfahrzeug	27	2x 370	200 – 300	200	k. A.	2019	Abfallentsorgung / in Hamburg im Einsatz

<sup>46</sup> Vgl. Kopp, M. 2018

## Nutzergruppen

Die typischen Nutzergruppen von Elektromobilität lassen sich in gewerbliche und private Nutzerprofile einteilen.

Private Nutzergruppen sind mit 89 % überwiegend männlich und im Schnitt 51 Jahre alt. 50 % der Besitzer von Elektrofahrzeugen besitzen einen Hochschulabschluss mit einem höheren monatlichen Nettohaushaltseinkommen von 2 000 – 4 000 € (46 %) bzw. über 4 000 € (44 %). Der Wohnort ist meist kleinstädtisch bis ländlich geprägt bei rund 50 % der Elektromobilisten. Die Wohnform tendiert zu einem freistehenden Einfamilienhaus, das viele Vorteile beim Laden verschafft. 85 – 92 % stellen laut Studien ihr Elektrofahrzeug auf dem eigenen Grundstück mit Lademöglichkeit ab. Es besteht eine Korrelation zwischen der Erzeugung des eigenen Stroms mittels Photovoltaikanlagen und einem E-Fahrzeug-Besitz. 80 % der durchschnittlichen privaten Nutzergruppen besitzen noch mindestens einen weiteren Pkw.<sup>47 48</sup>

Das Durchschnittsprofil der gewerblichen E-Fahrzeugbesitzer wird mit zwei Drittel von Kleinunternehmen (<49 Mitarbeiter) geprägt. Große Unternehmen (>1 200 Mitarbeiter) sind vergleichsweise gering vertreten (5 %). Die Unternehmen, die E-Fahrzeuge in ihrem Besitz haben, befinden sich zu 31 % in Groß-, zu 29 % in Mittel- und zu 31 % in Kleinstädten. Von einer Korrelation zu einem bestimmten Stadt-Typ kann demzufolge abgesehen werden. Die gewerbliche Nutzung der E-Fahrzeuge ist branchenunspezifisch.<sup>49</sup>

Private und gewerbliche Nutzergruppen weisen gleiche Nutzungsmotivationen auf. Mit 88 % haben sowohl private als auch gewerbliche Nutzer ein Interesse an innovativer Fahrzeugtechnologie. Auch die Reduzierung der Umweltlasten haben beiden Nutzergruppen mit 87 % gemein. Während dem Image mit 74 % bei den gewerblichen Nutzern eine große Rolle zukommt, ist bei den privaten Nutzern der Fahrspaß mit 83 % deutlich relevanter. Nutzungshemmnisse bilden für beide Nutzergruppen der verhältnismäßig hohe Kaufpreis, die noch nicht ausreichend gegebene Wirtschaftlichkeit, eine Reichweitenangst, zu lange Ladezeiten, unzureichende Testmöglichkeiten, der als nicht ausreichend empfundene Ausbaustand der Ladeinfrastruktur oder mangelndes Vertrauen in die Technik.<sup>49</sup>

Neben der Unterscheidung in private und gewerbliche Nutzergruppen müssen die Zielgruppen näher analysiert werden, um LIS bedarfsgerecht zur Verfügung stellen zu können. Die Unterschiede der Nutzergruppen bezüglich des Mobilitäts- und Ladeverhaltens sowie ihrer Zahlungsbereitschaft wird in Kapitel 4.3.5 näher beleuchtet.

### 4.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von Elektrofahrzeugen

Im Vergleich zu konventionell angetriebenen Fahrzeugen weisen Elektrofahrzeuge, bezogen auf die gefahrenen Kilometer, deutlich geringere Kraftstoff- und Unterhaltskosten auf. Gründe dafür sind ein höherer Wirkungsgrad (80 – 90 % ggü. 30 – 40 % beim Verbrennungsmotor) und weniger Bauteile, verbunden mit einer geringeren Wartungsnotwendigkeit.

Dem stehen Investitionen in die Ladeinfrastruktur und ggf. notwendige Dispositionssysteme sowie Schulungskosten entgegen. Die beiden letzten Positionen sind im gewerblichen und kommunalen Betrieb relevant. Aktuell sind deutlich höhere Beschaffungspreise, im Vergleich zu einem konventionellen Verbrenner, bei Kauf, Leasing oder Miete zu kalkulieren. Unsicherheiten bestehen bzgl. der zukünftigen Wertentwicklung, was insbesondere für die Beschaffungsart „Kauf“, sofern ein Wiederverkauf erwogen wird, von Relevanz ist. Zentraler Punkt sind dabei die Bereiche Lebensdauer und Restkapazität der Akkus.

---

<sup>47</sup> Vgl. PESSIER et al. 2016

<sup>48</sup> Vgl. FRENZEL et al. 2015

<sup>49</sup> Vgl. FRENZEL et al. 2015

Bei der Beschaffung konventioneller Fahrzeuge profitiert die öffentliche Hand von erheblichen Kommunalrabatten der Fahrzeughersteller. Diese werden auch auf Leasingangebote gewährt und führen zu Raten, die denen der größten Flottenbetreiber in Deutschland entsprechen.

Auf Elektrofahrzeuge werden diese Rabatte aktuell nicht in diesem Umfang gewährt. Es bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den beiden Antriebsarten „konventionell“ und „elektro“ bzgl. der Leasingrate oder Fahrzeugabschreibung beim Kauf. Insbesondere hohe Laufleistungen sind im Leasingbereich noch mit hohen Zuschlägen verbunden.

### Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit

In gewerblichen Flotten und im Privatbereich können Elektrofahrzeuge bei Jahresfahrleistungen über 15 000 km pro Jahr unter einer Vollkostenbetrachtung (TCO)<sup>50</sup> bereits wirtschaftlicher als konventionelle Fahrzeuge sein, sofern etwaige Fördermittel<sup>51</sup> mit eingerechnet werden. Eine Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen im Fuhrpark der öffentlichen Hand ist im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen mit einer Vollkostenbetrachtung derzeit nicht abbildbar.

Bei der konkreten Wirtschaftlichkeitsvergleichsrechnung zwischen Fahrzeugen mit elektrischem und konventionellem Antrieb existieren Einflussfaktoren, die für einen wirtschaftlichen Einsatz von Elektrofahrzeugen relevant sind.<sup>52</sup> Neben den reinen Anschaffungs- bzw. Leasingkosten sind u. a. folgende Faktoren bedeutend<sup>53</sup>:

- Hohe Jahres- und Tagesfahrleistungen,
- Gleichmäßige/planbare Fahrprofile,
- Hoher Anteil an Stadtfahrten und/ oder Kurzstrecken,
- Ausreichend lange Standzeiten (z. B. nachts, für Ladevorgang),
- Nutzung von selbsterzeugtem Strom.

Im Folgenden wird ein Wirtschaftlichkeitsvergleich von E-Pkw gegenüber konventionellen Fahrzeugen dargestellt. Die Berechnung mittels des TCO-Modells geht von einer sechsjährigen Haltedauer und 15 000 km Jahresfahrleistung aus. Die Untersuchung schließt Pkw und leichte Nutzfahrzeuge ein. Eine Analyse der schweren Nutzfahrzeuge kann aufgrund der aktuellen Marktlage und fehlender Daten nicht dargestellt werden.

Das Ergebnis der Analyse ist in Abbildung 11 für den Pkw und in Abbildung 12 für die leichten Nutzfahrzeuge visualisiert. Als Referenzklassen dienten bei den Pkw die Kompaktklasse (z. B. VW Golf) und bei den leichten Nutzfahrzeugen die Klasse der Transporter (z. B. Mercedes Benz Sprinter, VW Crafter).

Für die Elektrofahrzeuge sind mit den Fahrzeuganschaffungskosten die Kosten für Ladeinfrastruktur mit einer 1:1-Ausstattung einschließlich Unterhaltskosten berücksichtigt. Steuern, Versicherung sowie Wartungskosten wurden ebenfalls einbezogen. Des Weiteren erfolgte die TCO-Analyse der E-Pkw in zwei Strompreisszenarien, mit 0,26 €/kWh in Szenario I und 0,18 €/kWh in Szenario II.

Deutlich wird in Abbildung 11 und Abbildung 12, dass der Kostenblock der Fahrzeuganschaffung die größte Relevanz besitzt. Hier besteht der größte Handlungsbedarf, um Elektrofahrzeuge aus wirtschaftlicher Sicht attraktiver gegenüber den Interessenten zu machen.

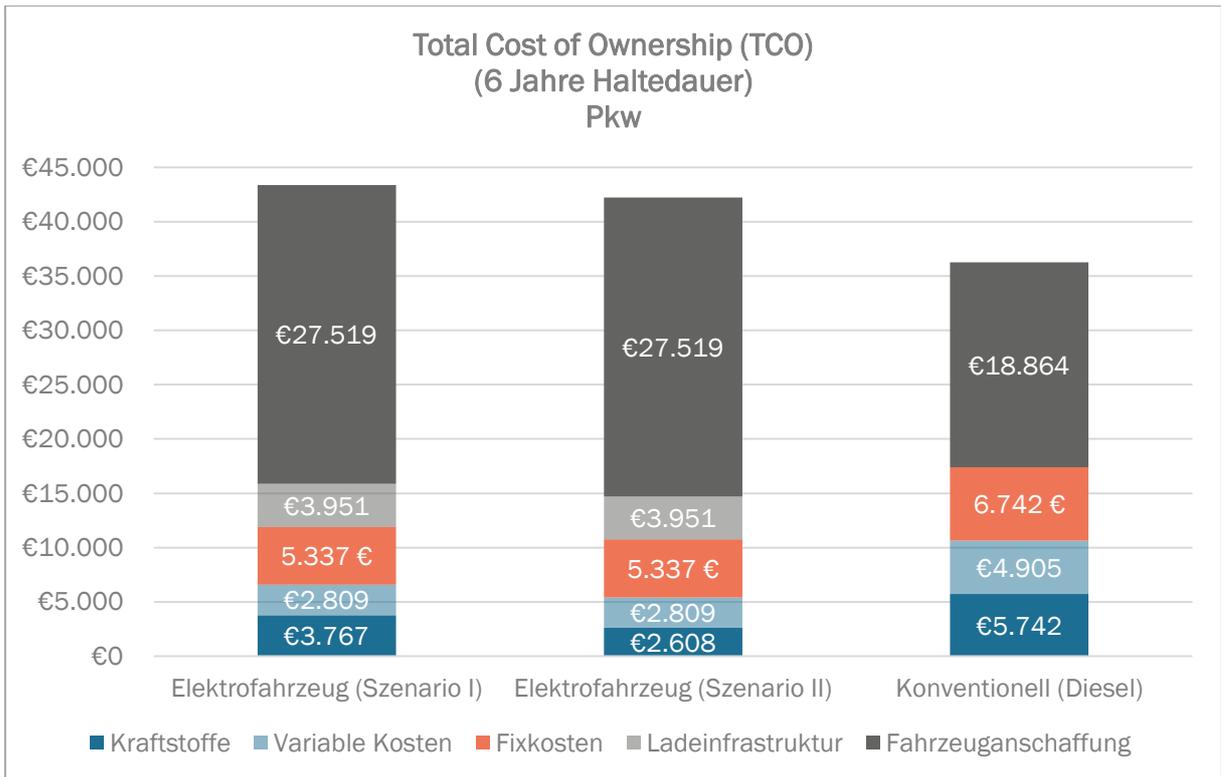
---

<sup>50</sup> TCO: Total Cost of Ownership; Summe aller für die Anschaffung eines Vermögensgegenstandes, seine Nutzung und ggf. für die Entsorgung anfallender Kosten.

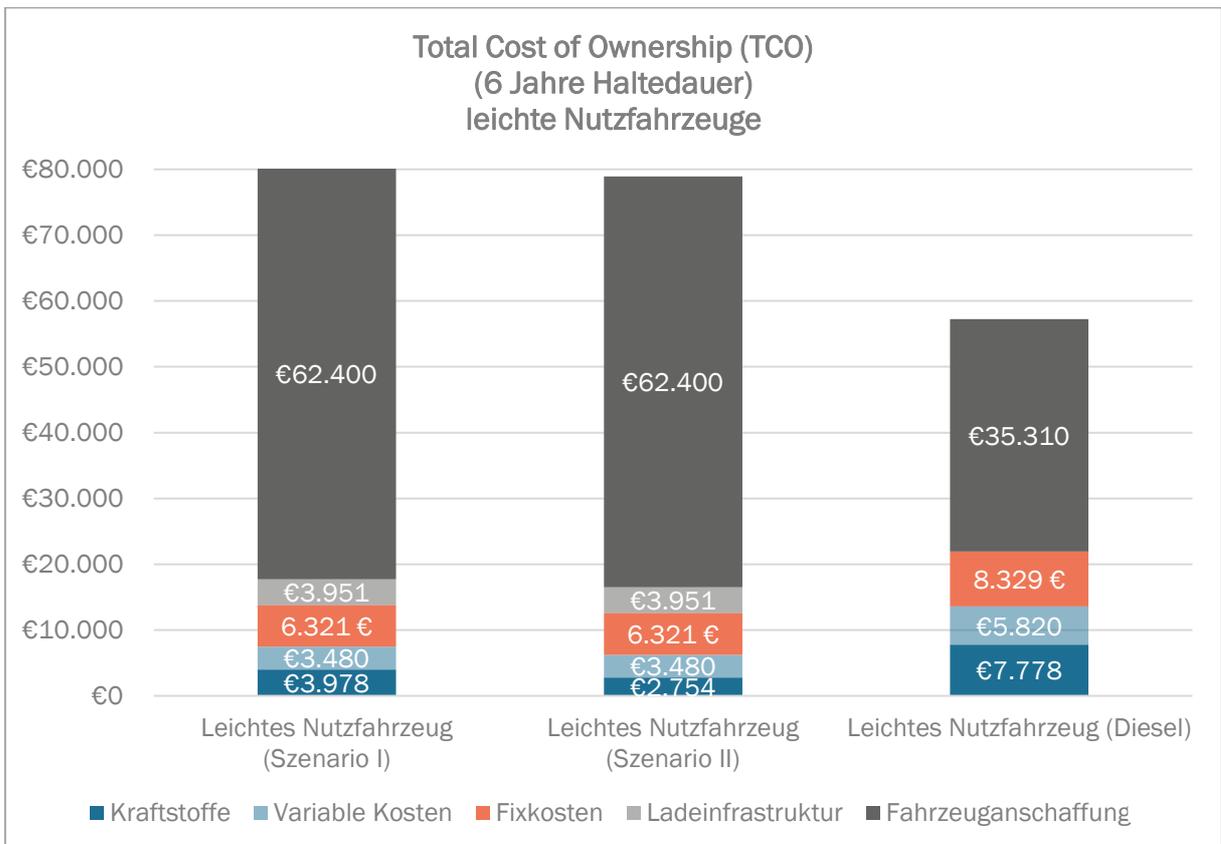
<sup>51</sup> z. B. Kaufprämie, BMVI-Förderprogramm.

<sup>52</sup> Vgl. Starterset Elektromobilität (o. J.)

<sup>53</sup> Dies umfasst die Versicherung (Drittfahrtregelung), die Verbuchung der Einnahmen, das Angebot muss allen offenstehen, damit kein geldwerter Vorteil vorliegt, das Fahrzeug- und Schlüsselübergangsmanagement sowie die Abwicklung hinsichtlich Buchung und Fahrzeugdokumentation.



**Abbildung 11: TCO von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen mit zwei Strompreisszenarien (Pkw)**



**Abbildung 12: TCO von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen mit zwei Strompreisszenarien (leichte Nutzfahrzeuge)**

Restwertbetrachtungen von Elektrofahrzeugen sind aufgrund der aktuell noch geringen Fahrzeuganzahl am Markt schwer durchführbar. Elektrofahrzeuge der ersten Generation weisen eine schwere Verkäuflichkeit auf, da deren Ausstattung und Fahrkomfort bereits überholt ist. Fahrzeuge der zweiten Generation verfügen über einen relativ stabilen Restwert. Dieser ist vergleichbar mit konventionellen Fahrzeugen.

Die Betrachtungen zeigen, dass im Fahrzeugsegment Pkw und leichte Nutzfahrzeuge derzeit keine Wirtschaftlichkeit für Elektrofahrzeuge im Vergleich zum Verbrenner gegeben ist. Der wesentliche Kostentreiber stellt die Traktionsbatterie des Elektrofahrzeugs dar. Diese machen das Fahrzeug im Vergleich zum Verbrenner in den Anschaffungskosten durchschnittlich 40 bis 60 % teurer. Bei leichten Nutzfahrzeugen ist mit einem Aufschlag von bis zu 100 % zu rechnen.

### Zusammenfassung

- Wirtschaftlichkeit von BEV im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen derzeit nicht gegeben
- Für Risikoabsicherung Leasing zunächst empfehlenswert
- Aktuelle Leasingangebote haben vergleichsweise hohe Kosten und geringe Attraktivität
- Prüfung des Kaufs von Fahrzeugen (Abschreibungszeitraum sechs Jahre)
- Nur 80 % der Akkukapazität sollte für gewünschte Strecken benötigt werden

## 4.2 Umweltbilanz und Nachhaltigkeit

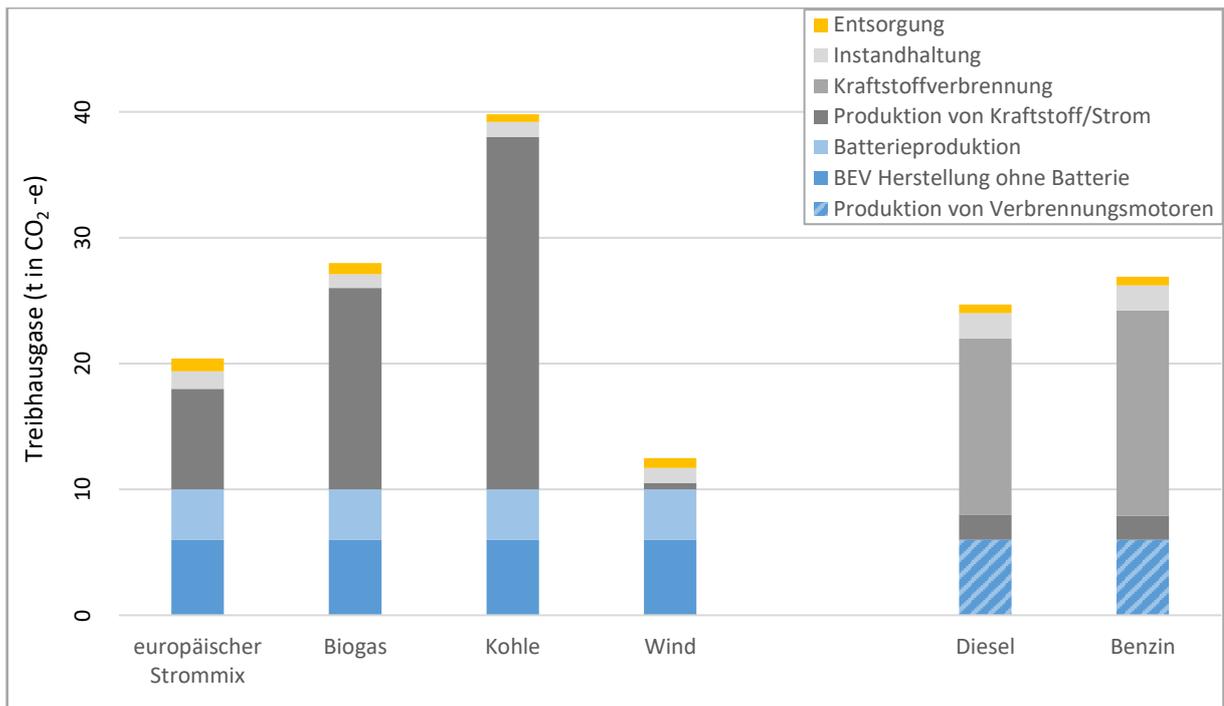
### 4.2.1 Emissionen

Ein relevanter Aspekt bei der Betrachtung der gesundheitlichen Auswirkungen des MIVs sind die verursachten klimarelevanten Treibhausgase (THG), im Verkehrssektor insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Hinzu kommen Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und Feinstaub. Der lokale Ausstoß dieser Schadstoffe durch konventionell betriebene PKW belastet die Luft und somit die Lebensqualität und Gesundheit der Bewohner. Im Gegensatz zu konventionellen Fahrzeugen, fahren Elektrofahrzeuge lokal emissionsfrei und stoßen keine der genannten Schadstoffe aus. Insbesondere in Gebieten mit erhöhtem Verkehrsaufkommen tragen sie damit deutlich zur Verbesserung der Luftqualität bei.

Um ein vollständiges Bild generieren zu können, müssen bei der Analyse der Umweltwirkung von Elektro-PKW auch alle weiteren Schadstoffemissionen, die über den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeuges in sämtlichen Prozessschritten anfallen, berücksichtigt werden. Die THG-Emissionen bei der Produktion der Elektromotoren unterscheiden sich kaum von denen der Verbrennungsmotoren. Hinzu kommt bei Elektrofahrzeugen jedoch die Herstellung der Batterien, wodurch im Herstellungsprozess insgesamt zunächst höhere THG-Emissionen anfallen, als bei konventionellen Fahrzeugen. Dieser Nachteil wird jedoch durch die Betriebsphase behoben. Insbesondere die Herkunft des verwendeten Stroms spielt dabei eine entscheidende Rolle. Unter Verwendung des europäischen Strommix<sup>54</sup> bzw. bestenfalls ausschließlich von regenerativ erzeugtem Strom, haben Elektro-PKW bereits heute über den gesamten Lebenszyklus hinweg in Hinblick auf die THG-Emissionen eine bessere Bilanz, als vergleichbare konventionelle PKW (Vgl. Abbildung 13).

---

<sup>54</sup> Europäischer Strommix 2017: 30 % Erneuerbare Energien, 44 % Fossile Energien, 26 % Atomenergie. Im Vergleich dazu deutscher Strommix 2017: 39 % Erneuerbare Energien, 13 % Atomenergie, 48 % Fossile Energien



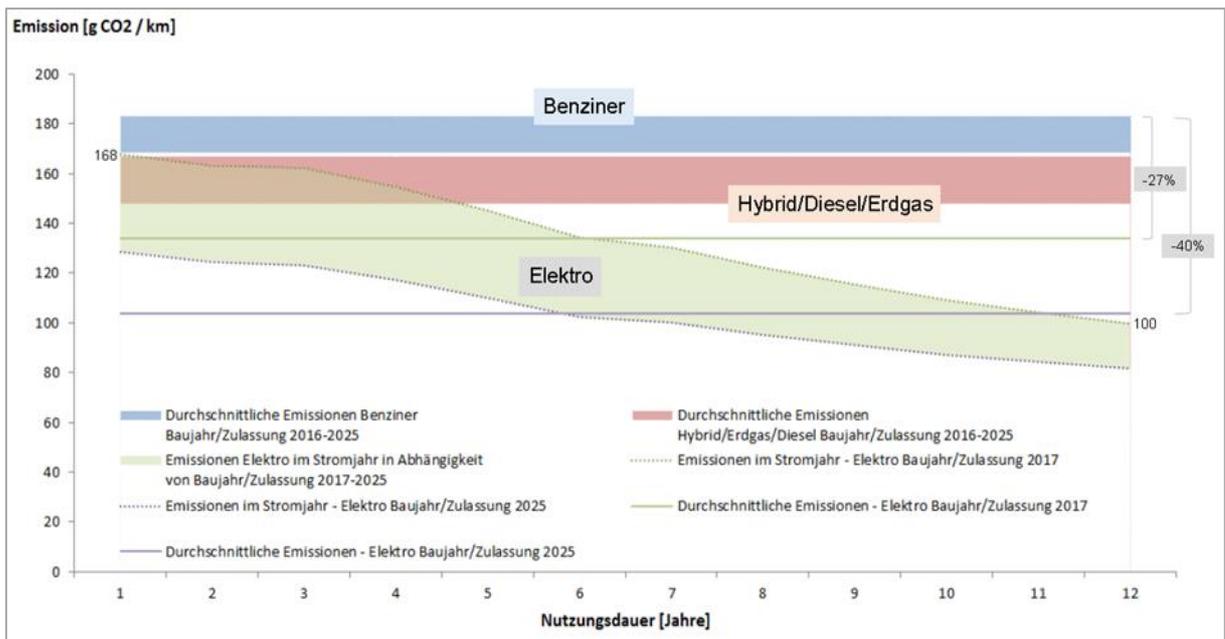
**Abbildung 13: Klimabilanz von batterieelektrischen Pkw der Kompaktklasse (24 kWh Batterie) bei durchschnittlicher Nutzung (150 000 km Laufleistung) verglichen mit konventionellen Neufahrzeugen**

Am Markt verfügbare Elektrofahrzeuge der aktuellen Generation stoßen über den gesamten Lebenszyklus hinweg zwischen 16 und 27 % weniger THG aus, als vergleichbare Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Unter Verwendung von Strom aus erneuerbaren Energien können die Emissionen der Elektrofahrzeuge sogar um bis zu 75 % gesenkt werden.<sup>55</sup> Zukünftig kann, insbesondere durch den steigenden Anteil erneuerbarer Energien am Strommix, eine Steigerung auf 32 bis 40 % erwartet werden, denn im Gegensatz zu konventionellen Fahrzeugen, bei denen die THG-Emissionen pro Kilometer über den Lebenszyklus hinweg von vornherein weitestgehend feststehen, ist bei Elektrofahrzeugen die Klimabilanz abhängig vom Voranschreiten der Energiewende. Je höher der Anteil erneuerbarer Energien am deutschen Strommix wird, desto positiver fällt die Klimabilanz der Elektrofahrzeuge aus (Vgl. Abbildung 14)<sup>56 57</sup>.

55 Vgl. BMVI (2016), S. 37f.

56 Vgl. Buchert et al. 2019

57 Die obere Grenze des grünen Bereichs bezieht sich auf 2017 auf den Markt gekommene Fahrzeuge, die untere auf 2025 auf den Markt kommende Fahrzeuge.



**Abbildung 14: Entwicklung der THG Emissionen von konventionellen und Elektrofahrzeugen<sup>58</sup>**

Neben der Herkunft des verwendeten Stroms wirkt sich auch die Fahrleistung auf die Vorteilhaftigkeit der Klimabilanz von Elektrofahrzeugen gegenüber konventionellen Fahrzeugen aus. Je höher die Fahrleistung eines Elektrofahrzeuges, desto positiver ist seine Klimabilanz im Vergleich zum entsprechenden Fahrzeug mit Verbrennungsmotor (Vgl. Tabelle 7). Unter Verwendung von Strom aus erneuerbaren Energien können die Emissionen der Elektrofahrzeuge bereits heute um bis zu 75 % im Vergleich zum Benziner gesenkt werden.<sup>59</sup>

**Tabelle 7: Übersicht Laufleistung zur klimafreundlichen Bilanz der Elektrofahrzeuge<sup>60</sup>**

Fahrzeugklasse	Strommix	100 % Regenerativ
Obere Mittelklasse zum Benziner	Ab 116.000 km	Ab 50.000 km
Obere Mittelklasse zum Diesel	Ab 580.000 km	Ab 70.000 km
Kompaktklasse zum Benziner	Ab 45.000 km	Ab 21.000 km
Kompaktklasse zum Diesel	Ab 55.000 km	Ab 23.000 km
Kleinwagen zum Benziner	Ab 80.000 km	Ab 24.000 km
Kleinwagen zum Diesel	Ab 111.000 km	Ab 25.000 km

Neben den klimarelevanten THG-Emissionen sind für eine ganzheitliche Bewertung der Auswirkungen von Elektrofahrzeugen weitere Emissionen ebenfalls relevant. Bei Stickoxiden schneiden sie deutlich besser ab, da diese nur bei der Produktion der Elektrofahrzeuge entstehen und nicht in der Betriebsphase, wie es bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, insbesondere Dieselmotoren, der Fall ist. Der Feinstaubwert ist durch den erhöhten Aufwand bei der Batterieproduktion bei Elektrofahrzeugen höher. Hinzu kommen die Feinstaubemissionen, die durch Aufwirbelung und Abrieb im Betrieb der Fahrzeuge entstehen. Diese unterscheiden sich nicht von denen der konventionellen Fahrzeuge.

Verkehrslärm ist eine Belastung für den Menschen. Zwar sehen sich insbesondere Großstädte mit einer übermäßigen Verkehrsbelastung konfrontiert. Dennoch wirkt sich der Verkehrslärm auch in kleineren Städten und ländlichen Regionen negativ auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der

<sup>58</sup> Vgl. Buchert et al. 2019

<sup>59</sup> Vgl. BMVI (2016), S. 37f.

<sup>60</sup> ADAC (2018): Elektro, Gas, Benzin, Diesel & Hybrid: Die Ökobilanz unserer Autos unter <https://www.adac.de/der-adac/motorwelt/reportagen-berichte/auto-innovation/studie-oekobilanz-pkw-antriebe-2018/>

Bevölkerung aus. Elektrofahrzeuge ermöglichen eine deutliche wahrgenommene Lärmreduktion im Vergleich zu konventionellen PKW. Dies ergibt sich vorrangig durch das geräuschlose Starten des Elektromotors, sowie ein geringeres Motorengeräusch bei der Beschleunigung und bei niedrigen Geschwindigkeiten bis ca. 25 km/h.<sup>61</sup> Daraus ergibt sich insbesondere in Wohngebieten ein Vorteil für die Bevölkerung. Die Geräuschbelastung oberhalb dieser Geschwindigkeitsgrenze, die sich aus dem Zusammenspiel von Reifen und Fahrbahn ergeben (Rollgeräusche), weisen zwischen Elektro-PKW und konventionellen PKW keine Unterschiede auf.<sup>62</sup>

Deutlichere Unterschiede ergeben sich beim Einsatz von elektrischen Nutzfahrzeugen, bspw. Bussen, Liefer- oder Müllfahrzeugen. Gleiches gilt für Mopeds und Motorräder.

#### 4.2.2 Rohstoffbedarf

In der Diskussion um die globale Nachhaltigkeit der Elektromobilität ist die Notwendigkeit von nicht erneuerbaren Rohstoffen und seltenen Erden für die Batterieproduktion ein häufiger Bestandteil. Zur Herstellung von Batteriespeichern werden u.a. die Rohstoffe Lithium, Kobalt, Nickel, Kupfer, Graphit und Silizium benötigt, deren Vorkommen teilweise auf wenige Länder beschränkt ist. Hinzu kommen die meist sozialproblematischen Bedingungen, unter denen die Rohstoffe abgebaut werden sowie die Schädigung der Umwelt und damit die Beeinflussung der Lebensqualität der Menschen vor Ort. Durch die stark ansteigende Nachfrage nach diesen Rohstoffen im Zuge des Markthochlaufes der Elektromobilität, werden Verknappungen dieser Rohstoffe befürchtet. Zwar kann es, aufgrund des starken Nachfrageanstiegs und einem aktuell noch geringen Anteil an recycelten Rohstoffen, zu temporären Verknappungen kommen, eine physische Verknappung ist jedoch nicht zu erwarten.<sup>63</sup> Durch Recycling der Batterien können im Jahr 2030 bereits 10 % des Rohstoffbedarfes bedient werden, bis zum Jahr 2050 wird ein Anstieg auf 40 % prognostiziert.

Es ist zu erwarten, dass zumindest bis zum Jahr 2030 die Speichertechnologie im Bereich der batterieelektrischen Fahrzeuge weiterhin durch Lithium-Ionen-Zellen dominiert wird. Im Folgenden wird daher genauer auf Bedarf und Verfügbarkeit der Schlüsselrohstoffe für die Herstellung von Lithium-Ionen Batterien eingegangen. Das Vorkommen der Rohstoffe wird in Reserven und Ressourcen angegeben. Letztere beziehen sich auf das gesichert angenommene Vorkommen insgesamt. Reserven sind die mit heutigen Technologien und zu heutigen Marktpreisen abbaubaren Vorkommen.<sup>64</sup>

#### Lithium

Lithium wird im Festgesteintagebau in Australien gefördert und aus Salzseen, insbesondere in Chile und Argentinien, gewonnen. Die globale Lithiumreserve beträgt 2016 14 Mio. t, die globalen Ressourcen 46,0 Mio. t, die hauptsächlich in Argentinien und Bolivien, Chile, China und den USA vorkommen.<sup>65</sup> Ein Großteil der Produktion und Reserven kommen somit aus politisch stabilen Ländern. Aktuell entfallen ca. 10 000 t (ca. 1/4) der globalen Primärförderung von 40 000 t Lithium auf die Verwendung in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen. Der Haupttreiber ist dabei der PKW-Bereich, der wiederum knapp 40 % des Lithiumbedarfes für die Elektromobilität ausmacht. Weitere etwa 40 % des Bedarfes entfallen auf den Bereich der Busse, was insbesondere auf die umfangreiche Elektrifizierung in China zurückzuführen ist.<sup>66</sup> Im Jahr 2030 bzw. 2050 könnte dieser Bedarf bis auf 240 000 t bzw. 1,1 Mio. t ansteigen. Unter Berücksichtigung der Bedarfsdeckung in Höhe von 10 % bzw. 40 % durch Sekundärmaterial bleibt eine Nachfrage nach Primärmaterial von 216 000 t im Jahr 2030 bzw. 660 000 t im Jahr 2050.<sup>67</sup>

---

<sup>61</sup> Vgl. Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) 2017

<sup>62</sup> Vgl. Umweltbundesamt (UBA) 2013

<sup>63</sup> Vgl. Öko-Institut 2017

<sup>64</sup> Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) o.J.

<sup>65</sup> Vgl. Öko-Institut 2017.

<sup>66</sup> Vgl. Öko-Institut 2017; andere Studien geben ähnliche Werte an

<sup>67</sup> Vgl. Buchert et al. 2019

Bis zum Jahr 2050 ist trotz der stark ansteigenden Nachfrage keine physische Verknappung, d.h. keine Erschöpfung der natürlichen Vorkommen, von Lithium zu erwarten.<sup>68</sup> Eine nachhaltige, europäische Lösung zur Förderung von Lithium in Finnland könnte möglicherweise schon 2021 mit der Produktion beginnen.<sup>69</sup> Das Gesamtvorkommen an Lithium in der westfinnischen Region nahe dem Hafen Kokkola liegt gesichert bei 7,4 Mio. t, es werden jedoch deutlich höhere Reserven vermutet. Der Mienenbetreiber Keliber setzt konzeptionell stark auf Nachhaltigkeit.<sup>70</sup>

## **Kobalt**

Kobalt zählt zu den kritischen Rohstoffen. Dies ist u.a. mit der hohen Angebotskonzentration in wenigen Ländern und durch ein hohes Risiko aufgrund der politischen Instabilität in den Abbauländern, insbesondere in der Demokratischen Republik (DR) Kongo, zu begründen. Die Industrieverbände und Regierungen sind jedoch von den hohen Kobaltvorkommen in der DR Kongo abhängig.<sup>71</sup> Knapp 60 % der globalen Mienenproduktion von Kobalt entfallen aktuell auf die DR. Die globalen Reserven belaufen sich 2016 auf 7 Mio. t, die Ressourcen auf 120 Mio. t.<sup>72</sup> Etwa 50 % entfallen jeweils auf die DR Kongo, gefolgt von Australien (14 %) und Kuba (7 %). Die Verwendung von Kobalt in Batteriespeichern für elektrisch angetriebene Fahrzeuge macht derzeit rund 18 % (20 000 t) der globalen Primärproduktion von Kobalt (111 000 t) aus. Davon entfallen aktuell ca. 97 % auf den PKW-Bereich. Es wird prognostiziert, dass der Bedarf auf 400 000 t jährlich im Jahr 2030 bzw. 800 000 t im Jahr 2050 ansteigt. Unter Berücksichtigung der Bedarfsdeckung in Höhe von 10 % bzw. 40 % durch Sekundärmaterial bleibt eine Nachfrage nach Primärmaterial von 360 000 t im Jahr 2030 bzw. 480 000 t im Jahr 2050.<sup>73 74</sup>

Bis zum Jahr 2050 ist für den Rohstoff Kobalt ebenfalls keine physische Verknappung zu erwarten, da die Nachfrage vorrangig durch die Elektromobilität verursacht wird.

## **Nickel**

Der Bedarf an Nickel für die automobilen Elektromobilität könnte, im Gegensatz zu Kobalt und Lithium, bis zum Jahr 2030 mit der aktuellen Primärproduktion gedeckt werden. Die globalen Nickelreserven belaufen sich aktuell auf 78 Mio. t, davon entfallen 24 % auf Australien, 13 % auf Brasilien und 10 % auf Russland. Aktuell werden ca. 2 Mio. Nickel pro Jahr produziert, die Nachfrage für die Elektromobilität beträgt gerade 21 000 t (1 %). Die Minenproduktion von Nickel ist auf viele Staaten verteilt.<sup>75</sup>

Aufgrund der hohen globalen Ressourcen von 130 Mio. t Nickel ist auch unter Berücksichtigung anderer Anwendungen eine physische Verknappung nicht zu erwarten.

---

<sup>68</sup> Vgl. Öko-Institut 2017

<sup>69</sup> Es werden weitere Investoren benötigt und die Genehmigung für die für das erste Projekt zur Förderung von 11 000 t Lithium ist ausstehend

<sup>70</sup> Vgl. Volk, F. 2019

<sup>71</sup> Ames, G./Schurath, B. 2018

<sup>72</sup> Vgl. Öko-Institut 2017

<sup>73</sup> Diese Prognose berücksichtigt den steigenden Anteil von Nickel in Lithium-Ionen-Zellen zugunsten des Anteils von Kobalt.

<sup>74</sup> Vgl. Buchert et al. 2019

<sup>75</sup> S.o.

### 4.2.3 Temporäre Verknappung von Rohstoffen

Zwar ist mit physischen Verknappungen der betrachteten Rohstoffe für Lithium-Ionen-Batterien nicht zu rechnen, es kann jedoch zu temporären Verknappungen kommen, d.h. die benötigten Rohstoffe stehen für einen bestimmten Zeitraum nicht in einem ausreichenden Maß zur Verfügung. Gründe dafür können u.a. sein:<sup>76</sup>

- Politische Krisen in wichtigen Förderregionen
- Monopolartige Versorgungsstrukturen, die als politischer Hebel genutzt werden
- Beeinträchtigungen durch Naturereignisse

Für Lithium besteht die Herausforderung in den nächsten Jahren insbesondere darin, die jährliche Produktion an die rasant ansteigende Nachfrage anzupassen. Darüber hinaus müssen Fortschritte im Bereich des industriellen Recyclings gemacht werden. Insbesondere durch Verzögerungen im Recycling kann es zu temporären Verknappungen von Lithium kommen, es ist jedoch nicht zu erwarten, dass diese über einen längeren Zeitraum andauern.

Eine mögliche temporäre Verknappung von Kobalt wird vor allem durch die Entwicklungen in der DR Kongo beeinflusst. Im Bereich des Recyclings sind Fortschritte notwendig, die jedoch keine außerordentlichen Herausforderungen mit sich bringen.

Durch die globale Verbreitung der Nickelreserven und -ressourcen ist eine temporäre Verknappung der Ressource aus den o.g. Gründen unwahrscheinlich. Darüber hinaus sind bereits Technologien zum Recycling nach industriellem Maßstab vorhanden.

Insgesamt besteht zwar die Möglichkeit, dass die Entwicklung der Elektromobilität in der Phase der Marktdurchdringung aufgrund temporärer Ressourcenverknappung zeitweise verlangsamt wird. Es kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass die Entwicklung in gravierendem Maß verzögert oder gar verhindert wird.<sup>77</sup>

### 4.2.4 Soziökonomische und ökologische Wirkungen

Mit der Primärproduktion der für die Elektromobilität benötigten Rohstoffe gehen negative Sozial- und Umweltwirkungen einher. Im Falle von Lithium sind die Abbaumethoden unterschiedlich zu bewerten. Die Gewinnung von Erz erfolgt in der Regel im Tagebau. Hinsichtlich ökonomischer und ökologischer Risiken sind Bergbauunfälle sowie ein hoher Energiebedarf und damit einhergehende THG-Emissionen zu nennen. Die Gewinnung von Lithium aus Salzseen bedingt einen sehr hohen Wasserverbrauch. Aufgrund der ohnehin knappen Verfügbarkeit von Wasser in der Region ergeben sich Konflikte mit der Versorgung der lokalen Bevölkerung.

Der Abbau von Kobalt ist durch schlechte Arbeitsbedingungen geprägt. Im Kleinbergbau wird meist per Hand geschürft, es mangelt an Schutzbekleidung und Sicherheit für die Arbeiter. Hinzu kommen gesundheitsschädliche Risiken durch den Kobaltstaub, der insbesondere Atemwegserkrankungen verursachen kann.<sup>78</sup> Oft wird die Arbeit von Kindern verrichtet, die bis zu 12 Stunden täglich sortieren, die Mineralien waschen und sich als Träger betätigen. Wenn große Unternehmen im industriellen Bergbau in Gebieten tätig werden wollen, in denen zuvor viele Menschen im Kleinbergbau tätig waren, kommt es häufig zu Vertreibungen, die den Arbeitern ihre Lebensgrundlage nehmen. Entschädigungen für den Verlust des Einkommens gibt es meist nicht.<sup>79</sup>

Deutschland treibt aktuell eine europäische Zellfertigung voran.<sup>80</sup> Die Sicherung von Menschenrechten in der globalen Lieferkette für die Produktion spielt dabei jedoch noch eine untergeordnete

---

<sup>76</sup> Vgl. Öko-Institut 2017

<sup>77</sup> Vgl. Öko-Institut 2017

<sup>78</sup> Vgl. Ames, G./Schurath, B. 2018

<sup>79</sup> Vgl. Amnesty International 2017

<sup>80</sup> Vgl. electrive.net 2019

Rolle. Unternehmen in Deutschland entscheiden bislang selbst, ob sie die „UN-Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte“ umsetzen.<sup>81</sup> Bisher übernehmen die Unternehmen insbesondere in der Kobaltproduktion keine oder nur unzureichend Verantwortung für die globalen Lieferketten. Eine Transparenz besteht nicht.<sup>82</sup>

Weitere Risiken im Kobaltabbau entstehen durch schwache staatliche Strukturen und die politische Situation im Kongo. Umweltschäden entstehen bspw. durch Abholzung für die Bohrung von Abbaugruben und Verschmutzung der Gewässer durch die Auswaschung der Mineralien.<sup>83</sup> Bei der Betrachtung der Umweltwirkung bei der Produktion von Nickel sind saurer Regen, Biodiversitätsverlust sowie die Kontamination mit Schwermetallen zu nennen. Darüber hinaus geht die Gewinnung von Nickel ebenfalls mit einem hohen Energiebedarf und damit verbundenen hohen THG-Emissionen einher.<sup>84</sup>

Aus den sozioökonomischen und ökologischen Wirkungen wird einerseits ersichtlich, dass die Entwicklung von Maßnahmen notwendig ist, die die negativen sozioökonomischen und ökologischen Auswirkungen weitgehend vermeiden. Insbesondere in Hinblick auf die steigende Nachfrage der Rohstoffe im Zuge des Markthochlaufes der Elektromobilität kommt dem eine hohe Relevanz zu. Andererseits sollten Auswirkungen nicht einseitig betrachtet werden, da bspw. durch die Verbreitung von Elektrofahrzeugen große Mengen Rohöl eingespart werden können. Damit geht eine relevante Einsparung von CO<sub>2</sub> einher.<sup>85</sup>

#### 4.2.5 Second-Life Anwendungen

Große Potenziale der Minderung von Treibhausgasemissionen und des Einsatzes von Primärmaterialien ergeben sich durch die Weiterverwendung der Lithium-Ionen-Batterien in Second-Life-Anwendungen und durch das Recycling. Wichtige Rohstoffe für Elektrofahrzeuge werden heute noch nicht oder nur unzureichend recycelt. Ein Kriterium, dass die max. Lebensdauer von Lithium-Ionen-Batterien erreicht ist, ist derzeit das Vorhandensein einer Restkapazität von ca. 80 %. Dies entspricht einer Einsatzzeit von sieben bis zehn Jahren. Diese Zeit ist vergleichbar mit der Verschlechterung der Leistungsfähigkeit von konventionellen Fahrzeugen, mit erhöhter Störanfälligkeit, Materialabnutzung und darauffolgenden Reparaturmaßnahmen oder Motorentausch. Aufgrund der derzeit noch vergleichsweise geringen Anzahl an E-Fahrzeugen im Anfangsstadium des Markthochlaufes, gibt es keine aussagekräftigen vergleichenden Langzeitstudien. Die Hersteller garantieren Laufleistungen zwischen 100.000 und 160.000 km.<sup>86</sup>

Aus Second-Life-Konzepten für Lithium-Ionen-Batterien aus Elektrofahrzeugen ergibt sich ein deutlicher Umweltvorteil. Abhängig von ihrem Zustand ist eine Weiterverwendung in sekundären Speicheranwendungen für erneuerbare Energien anzustreben. Durch die Anwendung als Speicher für die Primärregelleistung (Ausgleichssystem für Stromnetzschwankungen) oder als Heimspeicher (in Verbindung mit Photovoltaikanlagen) ergeben sich deutliche ökologische und wirtschaftliche Potenziale. Unter den gewählten Rahmenbedingungen konnte je kWh ein Treibhausgas-Einsparpotenzial von 34 bis 106 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten für die Bereitstellung von Primärregelleistungen (gewerblich) und von 30 bis 95 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten für den Einsatz als Hausspeichersystem (privat) bestimmt werden. Abbildung 15 veranschaulicht den möglichen Ablauf der Batterie-Weiterverwendung schematisch.<sup>87</sup>

---

<sup>81</sup> Vgl. INKOTA-netzwerke e.V. 2018

<sup>82</sup> Vgl. Ames, G./Schurath, B. 2018

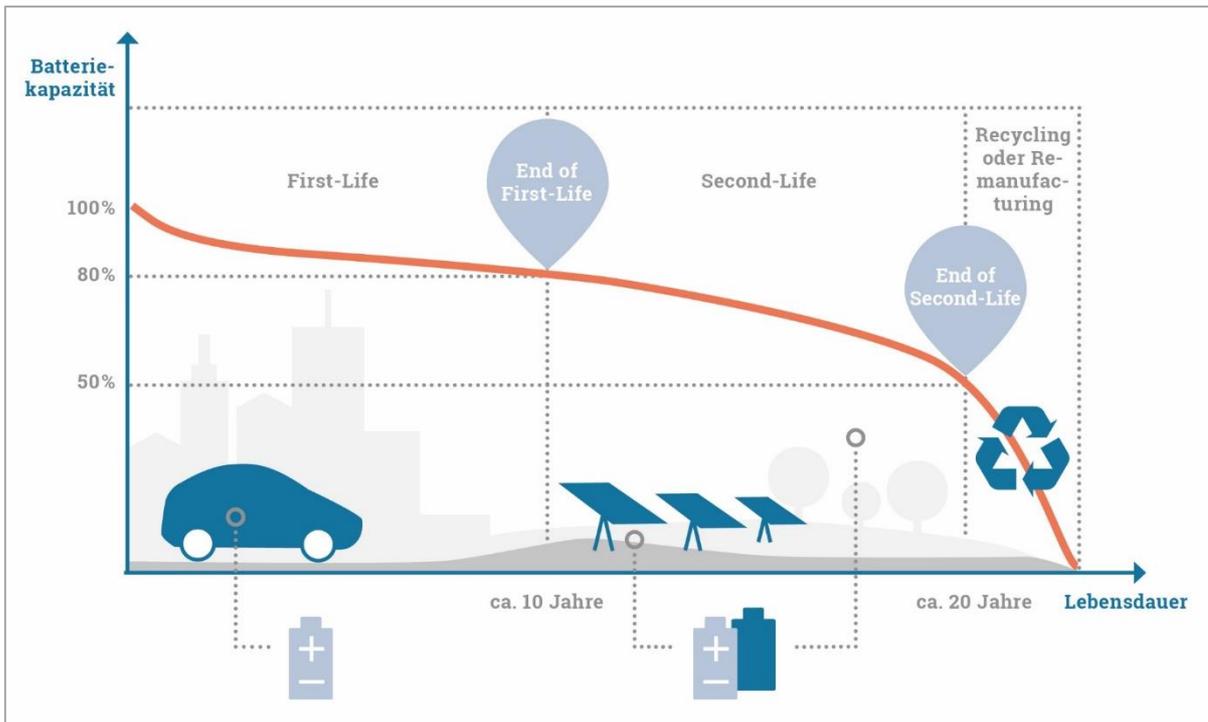
<sup>83</sup> S.o.

<sup>84</sup> Vgl. Öko-Institut 2017

<sup>85</sup> S.o.

<sup>86</sup> Vgl. Saxton (2013)

<sup>87</sup> Vgl. Schaufenster Elektromobilität 2016a: 4ff.



**Abbildung 15: Einsatzszenarien für Fahrzeugbatterien im Zeitverlauf**

### 4.3 Begriffserklärung und Differenzierung von Ladeinfrastruktur

Eine Ladung von Elektrofahrzeugen ist prinzipiell an jeder abgesicherten Steckdose möglich. Damit besteht für den Bedarfsfall eine Abdeckung. Die Ladezeiten an normalen Steckdosen sind jedoch vergleichsweise lang, die Stromabrechnung bei fremdem Strom ist ungeklärt, die Zugänglichkeit an Stellplätzen eingeschränkt und die Bedienbarkeit, bspw. durch die Nutzung eigener Kabel, nicht komfortabel. Daher stellt ein Laden an der normalen Steckdose keine adäquate Möglichkeit im öffentlichen Bereich dar. Ein- bzw. Zweifamilienhausbewohner mit kurzem bzw. mittlerem Arbeitsweg können den E-Pkw über Nacht an einer normalen Steckdose hinreichend laden, insbesondere dann, wenn beim Arbeitgeber ebenfalls eine Lademöglichkeit besteht. Wallboxen oder Ladesäulen, die (oft) mit angeschlagenen Kabel ausgerüstet sind, stellen die praxistaugliche Ladeinfrastruktur dar.

Im Gegensatz zu konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, können Elektrofahrzeuge während der Standzeiten, die sich aus dem Mobilitätsverhalten ergeben, geladen werden. Da Pkw im Schnitt ca. 23 von 24 Stunden täglich stehen, ergibt sich ein hohes Ladepotential. Damit unterscheidet sich das Lade- vom Tankverhalten deutlich, da jede Standzeit genutzt werden kann, um Strom zu laden. Dies gilt auch, wenn eine Ladung, aufgrund eines für die nächsten Fahrten noch ausreichenden Ladestands der Batterie, noch nicht notwendig ist. Ein Anfahren einer separaten Örtlichkeit (Tankstelle) ist nicht erforderlich, wenn im normalen Tagesablauf Ladeinfrastruktur an den Stellplätzen vorhanden ist. Ist dies bei einem potentiellen Interessenten nicht der Fall, so führt ein Elektrofahrzeug zu einem höheren koordinativen Aufwand, um die Ladevorgänge zu planen. Eine Lademöglichkeit am Wohnungsstellplatz oder beim Arbeitgeber stellt für die meisten Elektrofahrer die Basisversorgung und meist die Voraussetzung für die Entscheidung für ein Elektroauto dar.

Öffentliche Ladeinfrastruktur dient insbesondere Einwohnern ohne Lademöglichkeit zu Hause und beim Arbeitgeber sowie zum Gelegenheitsladen und zur Reichweitenerhöhung auf Reisen sowie hohen Distanzen. Dabei ist zu beachten, dass die Ladezeiten deutlich über den Tankzeiten liegen und damit öffentliche Ladeinfrastruktur möglichst an Verkehrswegen oder hochfrequentierten Zielen mit passenden Standzeiten liegt. Eine komplette Abdeckung aller möglichen Fahrtziele mit längeren Standzeiten wird nicht möglich und sinnvoll sein.

### 4.3.1 Ladestationen und Ladepunkte

Hinsichtlich der Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur muss zwischen mehreren Betrachtungsebenen differenziert werden.

- Die räumliche Verfügbarkeit ist (weitgehend) unabhängig von der Anzahl der Lademöglichkeiten an einem Ort. Die Entfernung zur nächsten Lademöglichkeit, unter Einbeziehung typischer Routen, ist die entscheidende Größe.
- Verschiedene Ladestandards und deren Ladepunkte an einem Ort führen nicht zu einer besseren Verfügbarkeit oder Abdeckung für ein einzelnes Fahrzeugmodell.
- Quantitative Verfügbarkeiten (mehrere parallele Lademöglichkeiten) sind für Auslastungsbetrachtungen relevant, müssen jedoch auch bei maximaler Auslastung parallel nutzbar sein.

Um eine Abgrenzung der Begrifflichkeiten zu ermöglichen, werden diese nachfolgend definiert.

Eine Ladestation ist eine Örtlichkeit, an der ein Ladevorgang möglich ist. Die Anzahl der Ladestationen ist gleichzusetzen mit der Anzahl der Standorte (Adressen) im betrachteten Gebiet. Eine hohe Anzahl an Ladestationen ist nicht gleichzusetzen mit einer guten räumlichen Erschließung. Diese Aussage bedarf einer Betrachtung der weiteren Ladestationen im Umfeld.

An einer Ladestation können sich mehrere Ladesäulen befinden. Ladesäulen sind elektrische Anlagen, an denen die Fahrzeuge angeschlossen und geladen werden können. Eine Ladesäule kann einen oder mehrere Ladepunkte umfassen.

Als Ladepunkt wird die Steckdose (Ladestecker) an der Ladesäule bezeichnet. Bei Ladepunkten muss zwischen den verfügbaren Ladestandards<sup>88</sup> und den (technisch) gleichzeitig nutzbaren Ladepunkten unterschieden werden<sup>89</sup>. Im Bereich des Schnellladens entspricht die Anzahl der gleichzeitig nutzbaren Ladepunkte zumeist der Anzahl der Ladesäulen an einem Standort. Aus der Anzahl der gleichzeitig nutzbaren Ladepunkte an einer Ladestation lassen sich Aussagen zu ihrer Kapazität ableiten. Je höher die Anzahl der gleichzeitig nutzbaren Ladepunkte an einer Ladestation, desto mehr Fahrzeuge können gleichzeitig an einem Ort laden und entsprechend höher ist die Kapazität der Ladestation.

Eine hohe Anzahl an Ladepunkten lässt auf eine gute Kapazität am Standort schließen. Für eine größere Anzahl von Ladestationen, bspw. im Landkreisgebiet, ist dies jedoch nicht zwingend der Fall. Rückschlüsse auf die Verteilung der Ladepunkte können daraus nicht gezogen werden, da eine hohe Konzentration an einem oder mehreren Ladestationen gegeben sein kann.

Zusammenfassend werden die Begriffe kurz dargestellt:

- **Ladestationen** sind Örtlichkeiten im Betrachtungsgebiet, an denen eine Lademöglichkeit für Elektrofahrzeuge vorhanden ist. Eine Ladestation kann eine oder mehrere Ladesäulen umfassen.
- **Ladesäulen** sind elektrische Anlagen, an denen die Fahrzeuge über Ladepunkte durch Einstecken angeschlossen und geladen werden. Sie können einen oder mehrere Ladepunkte umfassen.
- **Ladepunkte** sind Steckdosen oder bei angeschlagenen Kabeln Ladestecker, unabhängig vom Standard und der Möglichkeit einer gleichzeitigen Nutzung<sup>90</sup>.
- **Gleichzeitig nutzbare Ladepunkte** stellen die maximale Kapazität einer Ladestation dar.

---

<sup>88</sup> In den meisten Fällen bietet ein Duallader einen CCS-Ladepunkt und einen CHAdeMO-Ladepunkt an. Hinsichtlich der Ladestandards bedeutet das für den Nutzer einen verfügbaren Ladepunkt, da sein Fahrzeug entweder CCS oder CHAdeMO unterstützt.

<sup>89</sup> Ein Duallader bietet zwei Ladepunkte, von denen (aus technischen Gründen) zeitgleich nur ein Ladepunkt nutzbar ist (zwei sequentiell nutzbare Ladepunkte, ein gleichzeitig nutzbarer Ladepunkt).

<sup>90</sup> ebenda

Für unterschiedliche Fahrzeugtypen ergeben sich nach den jeweils unterstützten Ladestandards ein unterschiedliche Anzahl von nutzbaren Ladestationen und gleichzeitig nutzbaren Ladepunkten. Standardisierungen sind demnach relevant bzw. bedarf es Multiladern, die möglichst alle Ladestandards unterstützen. Nur dann können fahrzeugtypübergreifende Aussagen zur Abdeckung und Kapazität getroffen werden. Beispielfhaft sei angeführt, dass einige Schnelllader nur den europäischen Ladestandard CCS (Combined Charging System) unterstützen. Ein Laden für CHAdeMO-Fahrzeuge (Charge de Move), die nennenswert am Markt vertreten sind und auch bei den Neuzulassungen relevante Anteile aufweisen, ist dort nicht möglich.

Bei der Ergebnisinterpretation muss demnach zwischen der räumlichen Abdeckung und der Kapazität der Ladestation differenziert werden. Den Kapazitäten wird jedoch erst in den weiteren Stufen des Markthochlaufs ab ca. 2022/23 eine hohe Relevanz zukommen, wobei dann auch Reservierung und Vorbuchung an Bedeutung gewinnen, um Peaks zu verlagern und die gleiche Fahrzeuganzahl mit weniger Infrastruktur zu bedienen. Im Markthochlauf ist zunächst die räumliche Erschließung relevant. Daher wird nachfolgend hauptsächlich auf die Anzahl der Ladestationen referenziert.

### 4.3.2 Ladeleistung

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

- Normalladen mit Wechselstrom (AC) mit einer Ladeleistung von 3,7 bis 43 kW,
- Schnellladen mit Gleichstrom (DC), meist mit einer Ladeleistung von aktuell 50 kW bis zukünftig 150–350 kW<sup>91</sup>.

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, können auch an einem Ladepunkt mit 22 kW verfügbarer Ladeleistung nicht mit mehr als 4,6 kW laden.

---

<sup>91</sup> 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.

### 4.3.3 Eigentumsverhältnis

Die Zugänglichkeit von LIS für die Nutzer ist u. a. von den Eigentumsverhältnissen der Fläche abhängig, auf der die Ladestation errichtet wurde (Vgl. Abbildung 16). Differenziert werden können die folgenden Eigentumsverhältnisse:

- **Privater Grund:** meist Wallboxen am Stellplatz/Carport auf dem privaten Grundstück oder beim Arbeitgeber
- **Öffentlicher Grund:** LIS im öffentlichen Straßenraum, für jeden ohne zeitliche und physische Einschränkung zugänglich
- **Halböffentlicher Grund:** private Flächen, die für jeden zugänglich sind, teilweise mit zeitlichen Einschränkungen

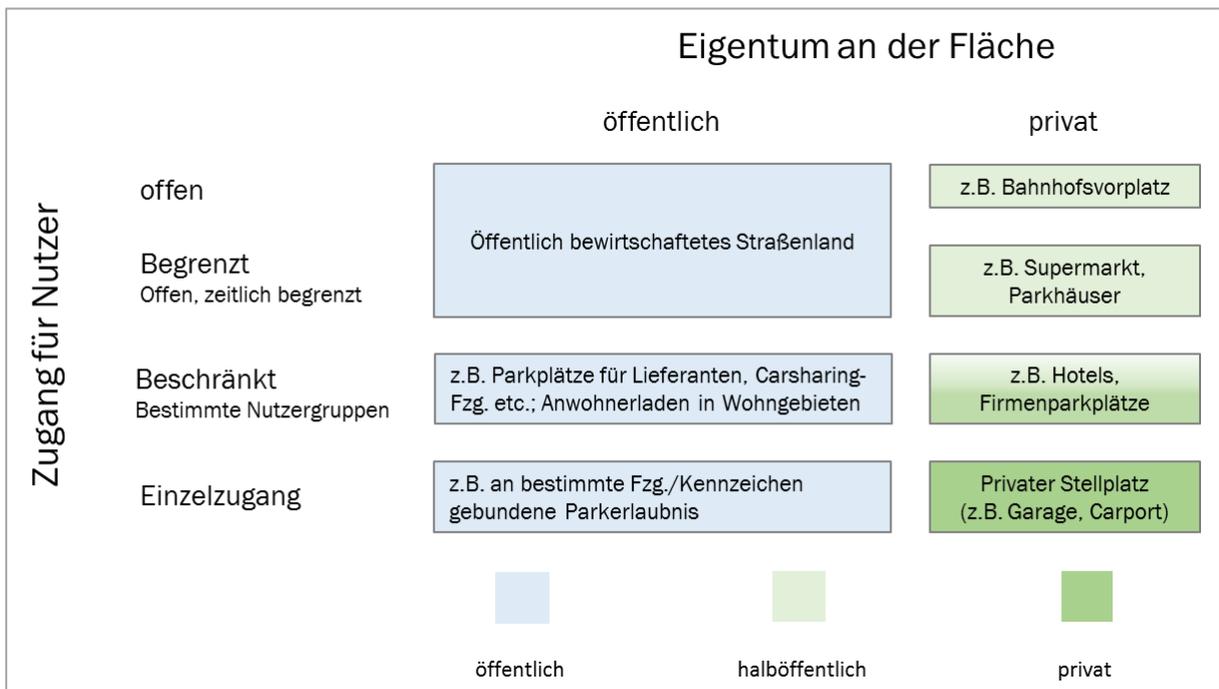


Abbildung 16: Kategorisierung LIS<sup>92</sup>

### 4.3.4 Zweck der Ladung

Der Zweck der Nutzung ist abhängig vom SoC bzw. der Notwendigkeit der Ladung zur Streckenabsolvierung und von der Aktivität am Ladeort (Zwischenstopp oder Zielort).

Zusammengefasst können folgende Arten des Ladens mit dem jeweiligen Zweck der Ladung eruiert werden:

- **Schnellladen** – Streckenabsolvierung; Ladevorgang zwingend erforderlich, um die Fahrt fortsetzen zu können,
- **Gelegenheitsladen** – Laden, wenn sich die Gelegenheit aus dem Mobilitätsverhalten ergibt; keine Notwendigkeit vorhanden,
- **Laden am Zielort** – Notwendigkeit des Ladevorganges abhängig von der zurückgelegten Strecke; an Herbergen und Unterkünften meist notwendig,
- **Privates Laden** – zur Deckung des primären Ladebedarfes; zu Hause oder beim Arbeitgeber.

<sup>92</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2014

### 4.3.5 Nutzergruppen

Um LIS bedarfsgerecht zur Verfügung stellen zu können, müssen die Zielgruppen analysiert werden. Die Nutzergruppen unterscheiden sich nach ihren Anforderungen an die LIS, ihrem Mobilitäts- und Ladeverhalten sowie ihrer Zahlungsbereitschaft (Vgl. Tabelle 8). Folgende Nutzergruppen können differenziert werden.

**Tabelle 8: Nutzergruppen**

	Bürger	Pendler	Gäste & Touristen	Geschäftsreisende
Charakteristik	i. d. R. private LIS vorhanden	i. d. R. private LIS zu Hause oder beim AG vorhanden	bewegen sich außerhalb der Heimat, Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Lademöglichkeiten in der Region essentiell	bewegen sich außerhalb der Heimat, Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Lademöglichkeiten in der Region essentiell
Zahlungsbereitschaft	Stromkosten dienen als Referenz für die Zahlungsbereitschaft an alternativen Lademöglichkeiten	Stromkosten dienen als Referenz für die Zahlungsbereitschaft an alternativen Lademöglichkeiten	höhere Zahlungsbereitschaft durch „Urlaubsmodus“	hohe Zahlungsbereitschaft, Zeit als entscheidender Faktor
Mobilitätsverhalten	kurze Arbeits-, Besorgungs- und Freizeitwege, Holen und Bringen, Ausflüge am Wochenende	wie Bürger, jedoch mit langen Arbeitswegen, ggf. Abstellen des Pkw an P&R-Parkplätzen	langer Anreiseweg, kurze Wege innerhalb der Urlaubsregion für Besorgungen, Restaurantbesuche etc., lange Wege bei Tagesausflügen	lange Anreisewege und kurze Aufenthaltsdauer (meist über Nacht) in der Region, direkte Fahrt zur Unterkunft und zum Termin
Ladeverhalten	regelmäßiges Laden zu Hause, Gelegenheitsladen auf alltäglichen Wegen, Schnellladen im Urlaub, bei langen Wochenendausflügen oder Spontanfahrten	tägliches Laden beim AG oder zu Hause, ggf. am P&R-Parkplatz, Gelegenheitsladen auf alltäglichen Wegen, Schnellladen im Urlaub, bei langen Wochenendausflügen oder Spontanfahrten	Laden am Zielort / an der Unterkunft, Schnellladen bei langen Fahrten, Gelegenheitsladen bei Zwischenstopps, bspw. im Café	Laden am Zielort / an der Unterkunft, Schnellladen bei langen Fahrten, ggf. Laden beim Unternehmen (AG)

Zur Erfüllung der Anforderungen müssen diese Aspekte bei der Wahl der Ladeorte und Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur beachtet werden. Es ergibt sich jedoch keine separate LIS für einzelne Zielgruppen. Einige Standorte werden einen großen Anteil bestimmter Zielgruppen bedienen, sollten jedoch immer auch attraktive Möglichkeiten für die anderen Zielgruppen bieten, um durch unterschiedliche zeitliche Inanspruchnahmen bessere Auslastungen im Tagesverlauf zu erreichen.

### 4.3.6 Ladeorte

Neben einer Basisabdeckung durch Schnellladeinfrastruktur ist die Flächenerschließung durch Normalladeinfrastruktur, insbesondere im Markthochlauf, von Bedeutung. Eine wichtige Destination für die Bereitstellung von ausreichend Lademöglichkeiten in der Fläche stellen halböffentliche Flächen dar. Insbesondere Einzelhändler, Gastronomie/Hotellerie und Freizeiteinrichtungen bieten aufgrund folgender Faktoren ideale Voraussetzungen für Ladeinfrastruktur:

- Häufiges Ziel mit passenden Standzeiten für einen Ladevorgang und Bereitschaft der Nutzer, diesen durchzuführen (> 15 Minuten),
- Ladeinfrastruktur stellt nicht das Kerngeschäftsmodell dar, welches kaum eine Refinanzierung im Bereich des Normalladens erwarten lässt,
- Teilweise hohe Kundenfrequenz bei Einzelhändlern, die sonst kaum gegeben ist und ggf. langfristig sogar ein Geschäftsmodell ermöglichen würden,
- Gegenfinanzierung durch Kundengewinnung und längere Aufenthaltsdauer im Geschäft.

Für den Markthochlauf der Elektromobilität bieten diese Standorte einen entscheidenden Vorteil. Durch die Frequentierung wird eine hohe Sichtbarkeit im Sinne der Wahrnehmung ermöglicht.

Ladeinfrastruktur im Rahmen von Sondernutzungen von öffentlichen Flächen spielt vorrangig in den städtischen Gebieten im Landkreis Bautzen eine Rolle. Falls ein Händler oder ein Unternehmen über keine eigenen Stellplätze verfügt, ist die Sondernutzung zu prüfen.

Lademöglichkeiten bei Arbeitgebern kommt eine ähnlich hohe Relevanz wie der Ladeinfrastruktur zu Hause zu. Da diese Lademöglichkeiten eine verbindliche Verfügbarkeit aufweisen, können sie den privaten Ladepunkt substituieren. Das Fahrzeug steht lange dort und kann bei Überkapazitäten beispielsweise aus Photovoltaik (PV) oder einem Blockheizkraftwerk geladen werden. Da die Arbeitszeiten üblicherweise in der Hauptproduktionszeit für PV-Anlagen liegen, ergibt sich daraus eine sinnhafte Anwendung. Für den Arbeitgeber ist die Abgabe an den Arbeitnehmer aktuell steuerfrei möglich.

## 4.4 Anforderungen an Ladeinfrastruktur

Die Anforderungen an Ladeinfrastruktur (LIS) gehen, neben dem Mobilitätsverhalten der Nutzer, aus weiteren Einflussfaktoren wie bspw. der für den Betreiber notwendigen Wirtschaftlich- bzw. Vorteilhaftigkeit oder dem festgesetzten Rechtsrahmen hervor (Abbildung 17).



**Abbildung 17: Einflussfaktoren für Anforderungen an Ladeinfrastruktur**

Anhand durchschnittlicher Jahresfahrleistungen von Pkw kann, zur Einordnung der Relevanz von (halb-)öffentlicher LIS zur Bedarfsdeckung, eine grobe Abschätzung der notwendigen Ladevorgänge (LV) vorgenommen werden. Da Elektromobilitätsnutzer tendenziell höhere Fahrleistungen aufweisen, als der bundesdeutsche Durchschnitt, erfolgt auch eine Betrachtung der notwendigen

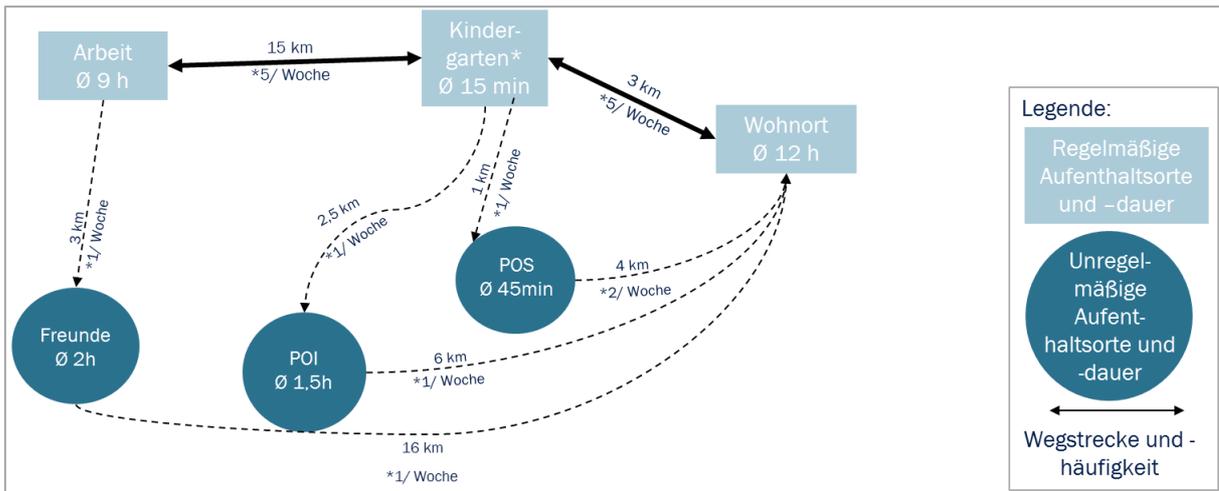
LV bei Vielfahrern. Tabelle 9 zeigt, differenziert nach den Akkukapazitäten der Fahrzeuge und den daraus resultierenden Reichweiten, die Anzahl an Ladevorgängen pro Fahrzeuge pro Woche, die zur Bedarfsabdeckung notwendig sind. Unter der Annahme, dass die Fahrzeuge durchschnittlich 20 kWh/100 km verbrauchen und der Akku vor jedem LV komplett entladen wird, ergeben sich, je nach Jahresfahrleistung und Akkukapazität, zwischen einem und vier zwingend erforderlichen Ladevorgängen pro Woche. Werden Ladeverluste berücksichtigt und die Tatsache, dass jeweils eine Restkapazität von ca. 20 % in der Batterie verbleibt, ergibt sich jeweils etwa ein LV mehr pro Woche.

**Tabelle 9: Anzahl notwendiger Ladevorgänge zur Bedarfsdeckung**

Akkukapazität in kWh	Reichweite in km	Jahresfahrleistung in km	
		Durchschnittliche Fahrleistung 13 922 <sup>93</sup>	Vielfahrer 20 000
		Ladevorgänge pro Woche	
20	100	3	4
30	150	2	3
40	200	1	2
50	250	1	2
60	300	1	1
70	350	1	1
80	400	1	1

An welcher LIS (privat/Arbeitgeber/(halb-)öffentlich) diese Ladevorgänge durchgeführt werden, unterscheidet sich je nach Verfügbarkeit von LIS am Wohnort und/oder beim Arbeitgeber, dem persönlichen Mobilitätsverhalten sowie der Attraktivität öffentlicher LIS im Umfeld. In der Praxis werden hinsichtlich der absoluten Anzahl jedoch deutlich mehr Ladevorgänge durchgeführt, als notwendig sind. Es finden demnach nicht immer Vollladungen des Akkus statt. Dies ergibt sich daraus, dass Ladevorgänge an (halb-)öffentlicher LIS aus dem alltäglichen Mobilitätsverhalten heraus durchgeführt werden und vorrangig als Gelegenheitsladen stattfinden. Abbildung 18 zeigt exemplarisch das Mobilitätsverhalten einer Vollzeit beschäftigten Person mit Kind und die sich daraus ergebenden Standzeiten des Pkw. Lange Standzeiten und damit einhergehend Möglichkeiten zur Ladung, ergeben sich demnach vorrangig am Wohnort und bei der Arbeit. Kürzere, für Ladevorgänge dennoch relevante Standzeiten ergeben sich in der Freizeit bspw. beim Besuch von Freunden, bei Freizeitaktivitäten, bspw. Kinobesuchen oder beim Einkaufen.

<sup>93</sup> Entspricht lt. KBA der durchschnittlichen Jahresfahrleistung von Pkw in Deutschland im Jahr 2017



**Abbildung 18: Lademöglichkeiten im natürlichen Bewegungsprofil einer Person, werktags**

Aus dem im Vergleich zum Tankverhalten differenzierten Ladeverhalten ergeben sich neue Anforderungen an die Infrastruktur.

#### 4.4.1 Anforderungen aus Nutzersicht

In einer Studie der Begleit- und Wirkungsforschung Elektromobilität aus dem Jahr 2016 wurden Nutzer von Elektrofahrzeugen hinsichtlich ihrer Einschätzung und Nutzung von LIS sowie ihrem Ladeverhalten befragt.<sup>94</sup> Die Ergebnisse spiegeln die Anforderungen an LIS aus Nutzersicht wieder und werden nachfolgend dargestellt.

Die Positionierung von Ladestationen im (halb-)öffentlichen Raum ist vor allem an Orten des alltäglichen Bedarfs mit Beschäftigungsmöglichkeiten im Umfeld sowie an stark frequentierten Straßen sinnvoll. Die Lage der Ladestation muss für den Nutzer einfach aufzufinden sein, bspw. durch entsprechende Hinweisschilder. Darüber hinaus sollten die Ladestationen ohne zeitliche Einschränkungen zugänglich sein. Es muss vermieden werden, dass konventionelle Fahrzeuge die Ladesäule als Parkplatz nutzen und somit blockieren. Weiterhin müssen sowohl die technische Funktionsfähigkeit und Betriebsbereitschaft der Ladesäule, als auch die Zuverlässigkeit während des Ladevorgangs gegeben sein. Bei technischen Defekten oder Störungen an der Anlage muss dies online einsehbar und ein Ansprechpartner über eine Hotline mit Möglichkeit des Fernzugriffs auf die Ladestation erreichbar sein.

Wichtigstes Kriterium ist ein barrierefreier Zugang zur Ladesäule. Dies beinhaltet u. a. eine einfache oder keine Authentifizierung des Nutzers. Die RFID-Karte bietet grundsätzlich eine hohe Usability für die Freischaltung der Ladesäulen. Sie wird von den Nutzern jedoch nur dann als Authentifizierungsmedium akzeptiert, wenn nicht eine Vielzahl an Ladekarten notwendig ist. Eine Ad-hoc Authentifizierung mittels gängiger Zahlungsmittel (EC-/Kreditkarte) oder Smartphone ist ebenso praktikabel, wobei letzteres nicht bei jedem Nutzer vorhanden ist und die Störanfälligkeit, bspw. durch Funktionseinschränkungen der Apps oder einen leeren Akku, hoch ist. Den größten Komfort bringen Authentifizierungsmöglichkeiten, die kein Eingreifen seitens des Nutzers bedingen. Dies ist bspw. durch Plug & Charge<sup>95</sup> möglich, wobei die Authentifizierung beim Einstecken des Ladekabels automatisch erfolgt und der Ladevorgang freigeschaltet wird.

<sup>94</sup> Vgl. Vogt, M., Fels, K. 2017

<sup>95</sup> Gemäß ISO 15118. Diese regelt den automatisierten Datenaustausch zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur.

Zur Bezahlung des Ladevorgangs werden Ad-hoc-Zahlungsmittel präferiert, EC- und Kreditkarten mehr als anonyme Zahlungsmittel wie Bargeld oder aufladbare Geldkarten. An Vertragsbeziehungen besteht wenig Interesse, da Vertragsbindungen, Grundgebühren und Registrierverfahren für die Nutzer nicht praktikabel sind.

Die Abrechnung des Stroms sollte vorzugsweise nach geladener Energiemenge (€/kWh) erfolgen. Die Kosten müssen transparent für den Nutzer einsehbar sein.

Die Zahlungsbereitschaft für einen Ladevorgang hängt davon ab, ob, wann oder zu welchen Konditionen andere Lademöglichkeiten vorhanden sind. Je näher und günstiger die Alternativen sind, umso geringer ist der Anreiz zur Nutzung. Als Referenz für die Kosten eines Ladevorganges an Normalladeinfrastruktur dient vorrangig der Strompreis an der heimischen Wallbox. Wenn der Preis pro kWh an der (halb-)öffentlichen Ladestation drunter liegt oder der Ladevorgang kostenlos ist, besteht ein besonders hoher Anreiz zur Nutzung dieser. Daraus können ggf. Verlagerungen, bspw. bei der Wahl eines Supermarktes, resultieren. Die Möglichkeit, während des Einkaufs kostengünstig oder kostenlos laden zu können, gibt Elektromobilisten Anlass, bspw. den Supermarkt zu wechseln. Dem Zweck der Ladung kommt hinsichtlich der Zahlungsbereitschaft ebenfalls eine hohe Relevanz zu. Wird primär geparkt, ergibt sich der mögliche Ladevorgang aus der Gelegenheit (Gelegenheitsladen). Besteht auf einer Reise ein hoher zeitlicher Druck, so werden für das Laden keine Umwege in Kauf genommen. Somit hat die verfügbare Zeit für den Ladevorgang einen hohen Einfluss. Aufgrund der Notwendigkeit der Reichweitenverlängerung besteht für die Nutzung der DC-Ladeinfrastruktur eine überproportionale Zahlungsbereitschaft. Diese übersteigt das Verhältnis der Kraftstoffpreise an Raststätten-Tankstellen zu Preisen an normalen Tankstellen deutlich. Ebenfalls muss beachtet werden, welchen Einfluss das Parken auf LIS hat. Bestehen Bevorrechtigungen für den Parkplatz, erfolgt ein Ladevorgang, obwohl dieser nicht zwingend nötig ist. Die Zahlungsbereitschaft für den Ladevorgang spiegelt dann die Zahlungsbereitschaft für den Parkplatz wieder. Dies spielt im Landkreis Bautzen aufgrund der überwiegend ländlichen Struktur eine untergeordnete Rolle.

Die von den Nutzern als praktikabel erachtete Ladeleistung hängt vom Standort der Ladestation ab. Befindet sich diese an einem Ort, an dem Aufenthaltsdauern von mehreren Stunden oder länger üblich sind, bspw. Restaurants, Freizeiteinrichtungen oder Übernachtungsunterkünfte, ist einphasiges Laden mit bis zu 4,6 kW aus Nutzersicht ausreichend. An Standorten mit kürzerer Standdauer von 15 Minuten bis ca. eine Stunde, bspw. Supermärkte oder andere PoS, sollte dreiphasiges Laden forciert werden und damit Ladeleistungen von mindestens 11 kW, besser 22 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, bedingen Schnellladeinfrastruktur. Ladeleistungen von 50 kW DC werden dabei zwar als ausreichend erachtet, wirklich praktikabel sind aus Nutzersicht jedoch Ladeleistungen von 100 bis 150 kW, um einen relevanten Reichweitzuwachs in weniger als 30 Minuten generieren zu können. An Normalladestationen sollte der Typ-2-Standard vorhanden sein. Schnellladestationen sollten, um einen diskriminierungsfreien Zugang auch für ältere Fahrzeuggenerationen zu gewährleisten, sowohl über einen CCS- als auch einen CHAdeMo-Anschluss verfügen.

An Standorten mit hoher Frequentierung sowie langer Aufenthaltsdauer, sollte eine entsprechend hohe Anzahl an Ladepunkten vorhanden sein, um ausreichend hohe Kapazitäten bereitstellen zu können. Dem kommt insbesondere in Hinblick auf steigende Fahrzeuganzahlen eine hohe Relevanz zu.

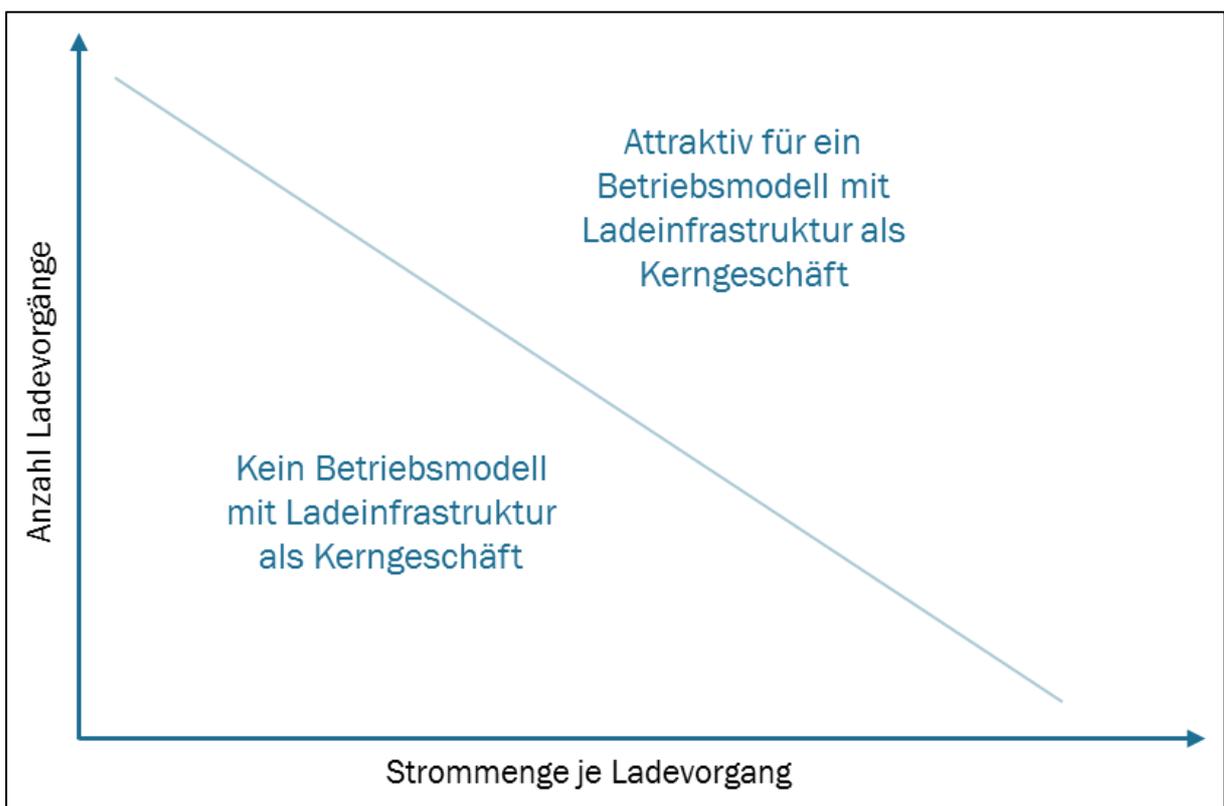
Statische Informationen zu den Ladestationen, bspw. Standort, Anzahl der Ladepunkte, Steckertypen und Ladeleistung sowie Öffnungszeiten, Authentifizierungsoptionen und Roaming-Netzwerke, ergänzt um Echtzeitinformationen, bspw. technische Störungen oder Belegung, sollten sowohl für

Nutzer als auch für Service-Anbieter (OEM, Navi-Hersteller, App-Anbieter) gleichermaßen zur Verfügung stehen und in die Fahrzeugnavigation integriert werden.

Die Stromherkunft ist für die Nutzer von Elektrofahrzeugen relevant. Der Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen kommt demnach eine hohe Bedeutung zu. Etwa die Hälfte der Nutzer würde das Ladeverhalten im Rahmen des Möglichen an die Erzeugung des Stroms anpassen. Eine Aufpreisbereitschaft für die Nutzung von Ökostrom an (halb-)öffentlicher LIS besteht jedoch kaum.

#### 4.4.2 Anforderungen aus Betreibersicht

Den größten Einfluss auf das Geschäftsmodell hat, sofern das Ziel eine separate Wirtschaftlichkeit der Ladestation ist, neben der Anzahl der Ladevorgänge und der abgegebenen Strommenge (Vgl. Abbildung 19), die Differenz zwischen dem Stromeinkaufs- und Stromverkaufspreis<sup>96</sup>. Hinzu kommen die Anschaffungs- und Betriebskosten. Dementsprechend müssen größere Mengen an Strom abgesetzt werden, die mit einer hohen Anzahl an Ladevorgängen einhergehen, da fahrzeugseitig die Speicherkapazitäten der Batterien und ggf. auch nutzerseitig die Standzeiten begrenzt sind. Die Möglichkeit, hohe Aufschläge für Ladevorgänge mit geringen Strommengen zu verlangen, um gleiche absolute Überschüsse an der Ladestation zu erzielen, würde zu extrem hohen Preisen führen.



**Abbildung 19: Attraktivität von Ladeinfrastruktur als Kerngeschäft**

Ein Ladevorgang mit geringerer Ladeleistung führt bei gleicher Stromabgabemenge zu längeren Standzeiten der Fahrzeuge, wodurch die potentiell mögliche Anzahl von Ladevorgängen in einem festen Zeitraum sinkt. Folglich kann an Stationen mit geringer Ladeleistung, bereinigt um standort-spezifische und tarifliche Aspekte, eine deutlich geringere Menge an Strom abgesetzt werden, als an Schnellladestationen. Geschäftsmodelle für Ladeinfrastruktur als Kerngeschäft bestehen daher aktuell fast nur für Schnellladeinfrastruktur an frequentierten Standorten mit Notwendigkeit zur Reichweitenverlängerung, also vorrangig an Autobahnen und Bundes- bzw. Landstraßen. Kürzere

<sup>96</sup> Bereinigt um technische Verluste beim Ladevorgang.

Standzeiten ermöglichen eine hohe Verfügbarkeit der Lademöglichkeit und damit mehrere Ladevorgänge pro Tag. Da die Fahrzeuge meist mit leerem Akku an die Lademöglichkeit angeschlossen werden und es sich tendenziell um Fahrzeuge mit größeren Akkukapazitäten handelt, werden vergleichsweise hohe Strommengen je Fahrzeug abgegeben. Aufgrund der höheren Zahlungsbereitschaft bei dringlichem und schwer substituierbarem Bedarf kann eine höhere Marge realisiert werden. Für Schnellladeinfrastruktur besteht an den Autobahnen ein Netzwerk, das stetig erweitert wird. Verschiedene Betreiber und Konsortien sind im Markt aktiv und suchen nach neuen Flächen. Daher ist in diesem Bereich kein Handlungsdruck für den Landkreis Bautzen gegeben. Ein attraktives Umfeld für einen Schnelllader bedingt Gastronomie oder Einzelhandel, wenn Reisende adressiert werden sollen.

Normalladeinfrastruktur konkurriert mit dem Strompreis zu Hause, da sie, abgesehen von Urlaubsfahrten, eher auf alltäglichen Wegen und damit meist um den Wohnort genutzt wird<sup>97</sup>. Die Refinanzierbarkeit allein über die Einnahmen durch die Ladevorgänge ist daher auch in Zukunft nur für sehr spezielle Anwendungen absehbar. Die Herausforderung besteht in der Substituierbarkeit durch die heimische Ladestation im Umfeld. Daher muss sich der Preis an der Ladestation am gegebenen Strompreis im Umfeld orientieren. Die Margen sind daher gering und aufgrund der meist längeren Standzeiten, sind geringe Auslastungen zu erwarten. Normalladeinfrastruktur bietet aufgrund dieser Parameter ein potentiell sehr interessantes Kundenbindungs- und Kundenakquisitionsinstrument, wobei die Variationen zwischen reduziertem und kontingentiertem kostenfreien Laden liegen.

Bisher wird dies meist durch die Stromversorger praktiziert, die ihren Kunden alles aus einer Hand anbieten möchten und sich so eine Differenzierung zum Wettbewerb sowie eine Bindung der Kunden erhoffen. Diese Geschäftsmodelle, die eine wirtschaftliche Tragfähigkeit versprechen, besitzen jedoch einen deutlich größeren Hebel aufgrund der größeren Umsätze je Kundenbesuch für die schon genannten Einzelhändler, Gastronomie und Übernachtungsbetriebe. Auch für Freizeiteinrichtungen ergeben sich ähnliche Effekte. Vergleichbar sind diese Ansätze mit klassischen Tankstellen, die den größeren Teil der Gewinne aus dem Verkauf von Nicht-Kraftstoffen erwirtschaften. Die Verfügbarkeit von LIS an Destinationen wird von Elektro-Pkw-Nutzern als zusätzlicher Service wahrgenommen und beeinflusst die Entscheidung der Nutzer bei der Wahl der Destination. Zukünftig wird die Verfügbarkeit von LIS bei den Kunden vorausgesetzt werden, wie dies mittlerweile z. B. bzgl. der WLAN-Verfügbarkeit in Hotels gegeben ist. Ist dies nicht der Fall, wird es als negativer Aspekt gewertet. Für Betreiber ergeben sich folgende Vorteile:

- Attraktives Kundensegment (hohes Einkommen, innovativ, gebildet, etc.),
- Hohe mediale Kommunikationseignung des Themas Ladeinfrastruktur (Presse, Ladeverzeichnisse, Eintrag bei Google Maps, eigene Kundenkommunikation, etc.),
- Engagement im Bereich Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein,
- Positive Abstrahlung auf eigene Dienstleistung hinsichtlich Technologie und Nachhaltigkeit,
- Glaubhafte Verbindung mit regionalen Produkten, Erzeugung und ökol. Image möglich,
- Frühzeitige Marktbesetzung in der Umgebung,
- Ideale Kombination mit eigener PV- und Speichereinlage,
- Lademöglichkeiten für eigene Fahrzeuge, Mitarbeiter und Lieferanten,
- Kombination mit existierenden Kundenbindungsprogrammen,
- Günstige Kundengewinnung im Vergleich zu anderen Aktivitäten.

---

<sup>97</sup> Ladevorgänge bei Reisen müssen differenziert werden nach den Wegen, um den Urlaubsort zu erreichen und den Ladevorgängen vor Ort. Bei Ersteren wird Schnellladeinfrastruktur meist genutzt werden. Vor Ort wird dann Normalladeinfrastruktur, sofern komfortabel, d. h. ohne zusätzliche Wege oder sehr günstig nutzbar, eine hohe Relevanz besitzen.

Über die Nutzeranforderungen hinausgehend, sollten bei der Standortsuche auch folgende Anforderungen berücksichtigt werden:

- Bei Ladestationen im öffentlichen Raum: städtebauliche und rechtliche Aspekte (bspw. Denkmalschutz),
- Im (halb-)öffentlichen Raum: Netzanschluss, Nähe zum Verteilnetzpunkt, Ladeleistung von 22 kW realisierbar.

Die einmaligen Investitionen liegen für Normalladeinfrastruktur beginnend bei etwa 1 000 € für einen einfachen Ladepunkt und sind für Schnellladeinfrastruktur, die ab 20 000 € verfügbar ist, nach oben offen. Anschlusskosten (z. B. Tiefbauarbeiten) können die Kosten extrem erhöhen. Zudem müssen jährliche Prüf- und Wartungskosten kalkuliert werden. Laufende wesentliche Kosten sind die abgegebenen Strommengen und sofern diese erhoben werden, Entgelte für die Abrechnung und Verifizierung.

## 4.5 Ladesäulenverordnung

Die Ladesäulenverordnung (LSV) definiert die technischen Mindestanforderungen an öffentlich zugängliche Ladesäulen aus rechtlich-regulatorischer Sicht.

- § 3 Mindestanforderungen an die technische Sicherheit und Interoperabilität<sup>98</sup>
  - Ausstattung jeder AC-Ladesäule mit Steckdosen Typ 2,
  - Ausstattung von DC-Stationen mit Kupplungen des Typs Combo 2,
  - Weiterhin gelten die Anforderungen, insbesondere an die technische Sicherheit der Anlagen, gemäß EnWG.
- § 4 Ermöglichung des punktuellen Aufladens
  - Forciert die Möglichkeit des Ladens ohne Authentifizierung oder mittels gängiger Zahlungssysteme bzw. Zahlungsverfahren oder gängiger webbasierter Systeme.

Damit spiegelt die LSV wesentliche Nutzeranforderungen nach einem barriere- und diskriminierungsfreien Zugang sowie der Möglichkeit einer einfachen Authentifizierung wieder.

---

<sup>98</sup> Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobilität

## 4.6 Förderung von Ladeinfrastruktur

Fördermittel für LIS stehen aktuell sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene zur Verfügung. Der Bund fördert noch bis zum 21.02.2019 im dritten Aufruf zur Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge die Errichtung von öffentlich zugänglicher Normal- und Schnellladeinfrastruktur (Vgl. Tabelle 10). Weitere Aufrufe können folgen.

**Tabelle 10: Informationen zur Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge des BMVI**

Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland des BMVI: 3. Aufruf	
Frist zur Antrags-einreichung	21.02.2019 (Gesamt: 31.12.2020)
Volumen	70 Mio. €
Fördergegenstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Errichtung öffentlicher Normal- und Schnellladeinfrastruktur</li> <li>• Netzanschluss</li> <li>• Aufrüstung von vor Inkrafttreten der Richtlinie betriebener Infrastruktur (bei zusätzlichem Mehrwert)</li> </ul>
Förderhöhe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pro Antragsteller max. 5 Mio. Euro</li> <li>• 10.000 Normalladepunkte mit mind. 3,7 kW und max. 22 kW</li> <li>• 3,7–22 kW maximal 40 % bis höchstens 2 500 €</li> <li>• 3 000 Schnellladepunkte mit mind. 50 kW</li> <li>• Förderhöhe abhängig vom Bedarf in der jeweiligen Region               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gut ausgestattete Regionen                   <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ab 50 kW maximal 30 % bis höchstens 9 000 €</li> <li>– Ab 100 kW maximal 30 % bis höchstens 23 000 €</li> </ul> </li> <li>○ Gebiete mit besonders hohem Bedarf                   <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ab 50 kW max. 50 % bis höchstens 12 000 €</li> <li>– Ab 100 kW max. 50 % bis höchstens 30 000 €</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Anschluss ans Niederspannungsnetz bis 5 000 €</li> <li>• Anschluss ans Mittelspannungsnetz bis 50 000 €</li> <li>• Aufrüstung oder Ersatzbeschaffung bis max. 40 %</li> </ul>
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einreichen des Antrags bis 21.02.2019</li> <li>• LIS mit aktuell offenem Standard</li> <li>• LIS entspricht Vorgaben des Mess- und Eichrechts</li> <li>• LIS wird mit grünem Strom aus erneuerbarer oder eigenerzeugter Energie betrieben</li> <li>• Kein Leasing, nur Kauf ist förderfähig</li> <li>• Ad-hoc-Laden muss möglich sein (vgl. LSV)</li> <li>• Mindestbetriebsdauer 6 Jahre</li> </ul>

Darüber hinaus wird über die Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI die Anschaffung von kommunalen Fuhrparkfahrzeugen inkl. der Beschaffung von LIS gefördert. Unternehmen sind ebenfalls antragsberechtigt, sofern die Kommune bestätigt, dass es sich um eine Maßnahme im Rahmen eines Elektromobilitätskonzeptes handelt. Es besteht kein aktueller Förderaufruf.

## 5 Bedarfsprognose Ladeinfrastruktur im Landkreis Bautzen

Die Verfügbarkeit öffentlich zugänglicher LIS stellt eine wesentliche und durch die Kommunen beeinflussbare Voraussetzung für den Markthochlauf der automobilen Elektromobilität dar. In der aktuellen Phase des Markthochlaufes kommt der Sichtbarkeit und Überzeugung der neuen Antriebstechnologie bei den Bürgern eine ebenfalls wichtige Rolle zu.

Hinsichtlich der Fahrzeugentwicklung von E-Pkw ist in den letzten Jahren ein positiver Verlauf zu konstatieren, wobei sich der Fahrzeugbestand und die Zulassungszahlen noch immer auf einem, im Vergleich zu konventionell angetriebenen Fahrzeugen, sehr geringen Niveau bewegen.

Für (potentielle) wirtschaftlich agierende Ladeinfrastrukturbetreiber stellt der langsame Markthochlauf ein Risiko dar. Andererseits soll der Mangel an Ladeinfrastruktur behoben und relevante Standorte besetzt werden. Geringe aktuelle Auslastungen sorgen nicht für die notwendigen Rückflüsse. Eine detaillierte Standortanalyse und Bedarfsprognose von Ladeinfrastruktur wirkt beiden Aspekten entgegen. Einerseits unterstützt sie den Betreiber, 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 den Nutzer.

Um eine räumlich differenzierte Abschätzung zum Markthochlauf und dem damit verbundenen Ladebedarf durchführen zu können, wurde das Standortmodell für Ladeinfrastruktur *GISeLIS* entwickelt. Das Modellkonzept besteht aus drei Stufen, welche im Folgenden näher erläutert werden (Vgl. Abbildung 20).

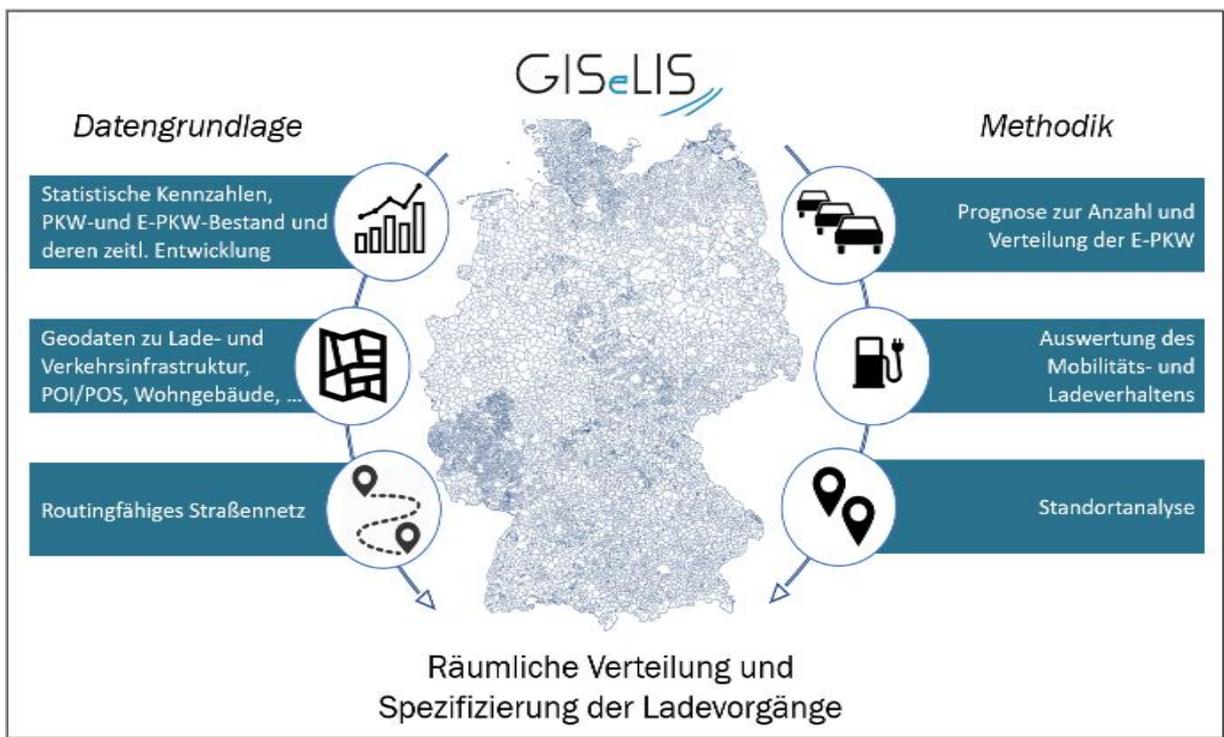
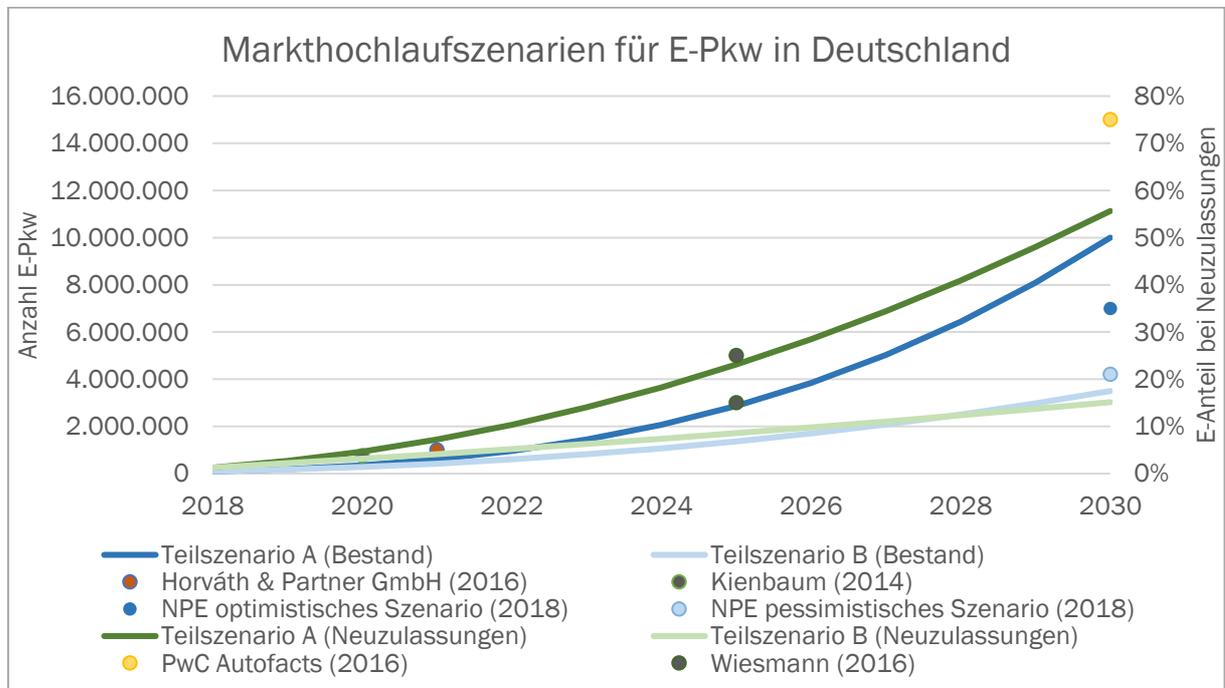


Abbildung 20: Funktionsweise des Standortmodelles für Ladeinfrastruktur *GISeLIS*

## 5.1 Modell

### 1. Prognose zur Anzahl und räumlichen Verteilung der E-Pkw

Die Entwicklung des Markthochlaufes von E-Pkw wird durch eine Vielzahl an Einflussfaktoren bestimmt, wodurch sich die Unsicherheiten bei Prognosen vervielfachen. Dies zeigt die derzeitige Bandbreite an Studienergebnissen zum Markthochlauf (Vgl. Abbildung 21).



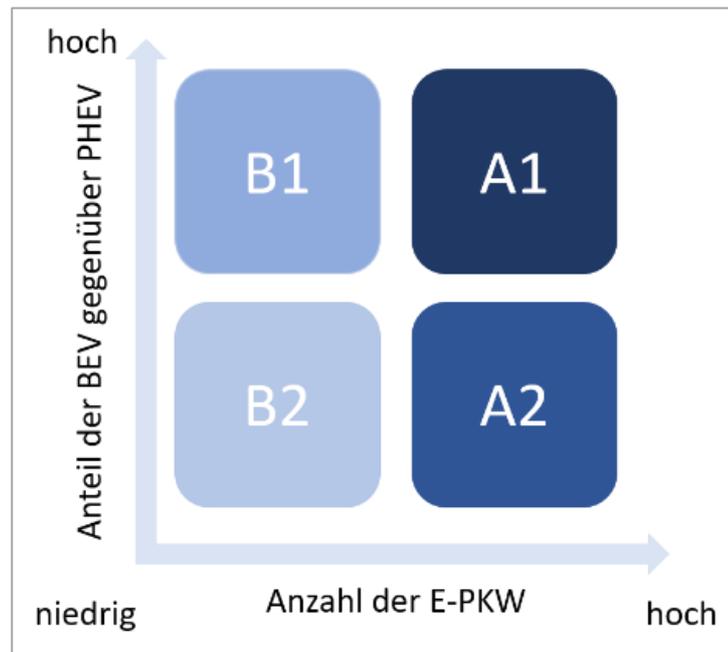
**Abbildung 21: Markthochlauf von E-Pkw in Deutschland im Teilszenario A und B**

Um den teilweise deutlich unterschiedlichen Prognosen der Studien gerecht zu werden, wurden vier Szenarien abgeleitet. Neben den absoluten Zahlen an E-Pkw, ist für eine Modellierung des Ladebedarfes der Anteil der unterschiedlichen Fahrzeugkonzepte (BEV und PHEV) relevant, weshalb dieser Aspekt ebenfalls in den Szenarien berücksichtigt wurde. Auch die zur Verfügung stehenden Produktionskapazitäten und verfügbaren Akkukapazitäten am Markt fließen ein. Daraus ergeben sich die vier folgenden Teilszenarien (Vgl. Abbildung 22):

- Teilszenario A geht von schnell fallenden Batteriekosten und damit sinkenden Fahrzeugkosten bzw. steigenden Reichweiten sowie verschärften CO<sub>2</sub>-Grenzwerten aus, was zu einem hohen elektrischen Neuzulassungsanteil in Deutschland von 56 % bis 2030 führt.
- Teilszenario B geht von einer nur geringen Kostenreduktion bei der Batterieherstellung, konstanten fossilen Kraftstoffpreisen und nochmals deutlich verbesserten konventionellen Antrieben aus, wodurch CO<sub>2</sub>-Grenzwerte eingehalten werden können. Dies führt insgesamt zu einem langsamen Markthochlauf bei einem elektrischen Neuzulassungsanteil von 15 % bis 2030.
- Teilszenario 1 geht von einem BEV-Markt in diversen Reichweitenkategorien aus, was zusammen mit einem zügigen flächendeckenden Aufbau eines europaweiten Schnellladenetzes PHEV langfristig aus dem Markt verdrängen wird und daher reine BEV bis 2030 mit 90 % den E-Neuwagenanteil dominieren.
- Teilszenario 2 geht von einem konstanten Marktanteil der PHEV von 50 % am E-Neuwagenanteil aus, da sich die Fahrzeuge als technologischer Kompromiss aufgrund der ungünstigen Rahmenbedingungen für Elektromobilität langfristig am Markt etablieren können.

Basierend auf dem derzeitigen Pkw-Bestand jeder Gemeinde im Landkreis Bautzen und einem Bewertungsverfahren, wird die Anzahl der E-Pkw bis zum Jahr 2030 auf kommunaler Ebene bestimmt. Dies ist notwendig, da der derzeitige Anteil an E-Pkw in Deutschland räumlich stark variiert (Vgl. Abbildung 23).

Das Bewertungsverfahren berücksichtigt die finanzielle Möglichkeit zum Kauf eines E-Pkw (abgebildet durch amtliche statistische Daten zum Bruttoverdienst, dem Haushaltseinkommen und dem Anteil an Beschäftigten), dem potentiellen Interesse an Elektromobilität (abgebildet durch die Anzahl der Beschäftigten mit akademischen Abschluss, dem derzeitigen Anteil an E-Pkw und der Wahlbeteiligung) sowie der Möglichkeit zum Laden (abgebildet durch die Distanz zur nächsten Ladestation und dem Anteil von Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern).



**Abbildung 22: Szenariomatrix aus Markthochlauf und Anteile der beiden Fahrzeugkonzepte**

Weiterhin wird die kommunale Bestandsentwicklung von Pkw der letzten Jahre, die kommunale Bevölkerungsprognose<sup>99</sup> sowie der prognostizierte Motorsierungsgrad in Deutschland<sup>100</sup> bis zum Jahr 2030 berücksichtigt. Die Zahl der zugelassenen Pkw im Landkreis Bautzen nahm von 2009 bis 2014 um 1 % ab, Bevölkerungsprognosen geht von einer Abnahme der Einwohner um ca. 14 % bis 2030<sup>101</sup> bzw. um 20 % bis 2035<sup>102</sup> aus. Zusammen mit den Prognosen der Shell-Studie, welche von einem Rückgang des Pkw-Bestandes ab 2025 ausgeht, wird im Modell von einem um ca. 10 % reduzierten Fahrzeugbestand bis 2030 ausgegangen. Neben dem demographisch bedingten Fahrzeugrückgang wird eine langfristig abnehmende Motorisierungsquote insbesondere durch Sharing-Angebote, neue Mobilitätsdienstleistungen sowie einem sich verändernden Mobilitätsverhalten getragen.

## 2. Auswertung des Mobilitäts- und Ladeverhaltens

Im zweiten Schritt wird für jeden E-Pkw (unterschieden nach BEV und PHEV), abhängig 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 2008*. Aus einer Befragung von E-Pkw-Fahrern konnte abgeleitet werden, wie häufig öffentliche bzw. halböffentliche LIS pro Weg, in Abhängigkeit von der Weglänge,

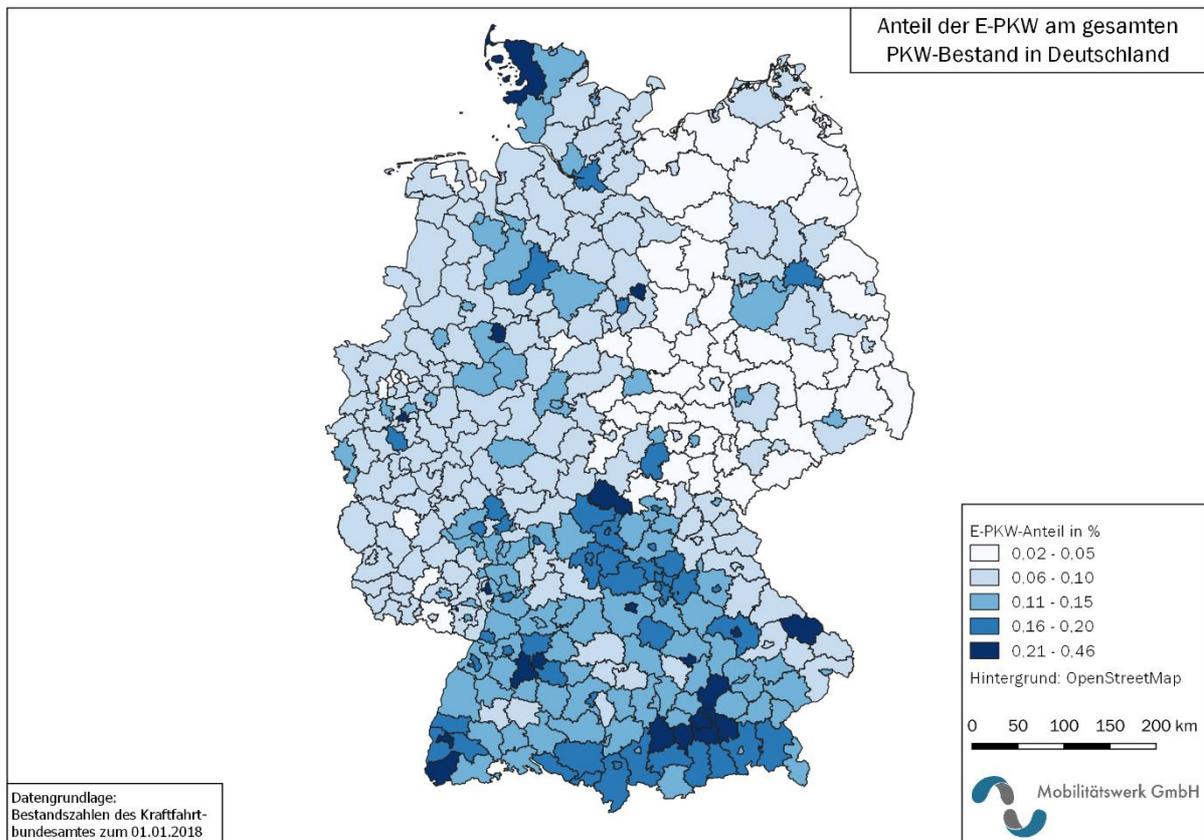
<sup>99</sup> Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Landesamtes Sachsen für Gemeinden  $\geq 5\,000$  Einwohner

<sup>100</sup> <https://www.shell.de/medien/shell-publikationen/shell-Pkw-szenarien-bis-2040.html>

<sup>101</sup> „Wegweiser Kommunen“ der Bertelsmannstiftung, 2015

<sup>102</sup> Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

verwendet wird.<sup>103</sup> 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.



**Abbildung 23: Anteil der E-Pkw am Pkw-Bestand in Deutschland**

### 3. Standortanalyse (räumliche Verteilung der Ladevorgänge)

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. Beispielsweise 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 bei *TripAdvisor* abgebildet. Neben dem Laden am Zielort und dem Gelegenheitsladen, wird auch der Bedarf von Anwohnern, Beschäftigten und Pendlern sowie das Potential für privates Laden analysiert. Daraus ergibt sich eine Differenzierung der Ladevorgänge an:

- Der privaten Lademöglichkeit am Wohnort (Wallbox),
- Ladestationen für Anwohner (im öffentlichen und halböffentlichen Straßenraum),
- (Halb-)öffentlichen Ladestationen mit AC-Technologie (Normalladen),
- (Halb-)öffentlichen Ladestationen mit DC-Technologie (Schnellladen) sowie
- Ladestationen beim Arbeitgeber.

Je nach regionalen Gegebenheiten, variieren die Anteile an den Ladearten. 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

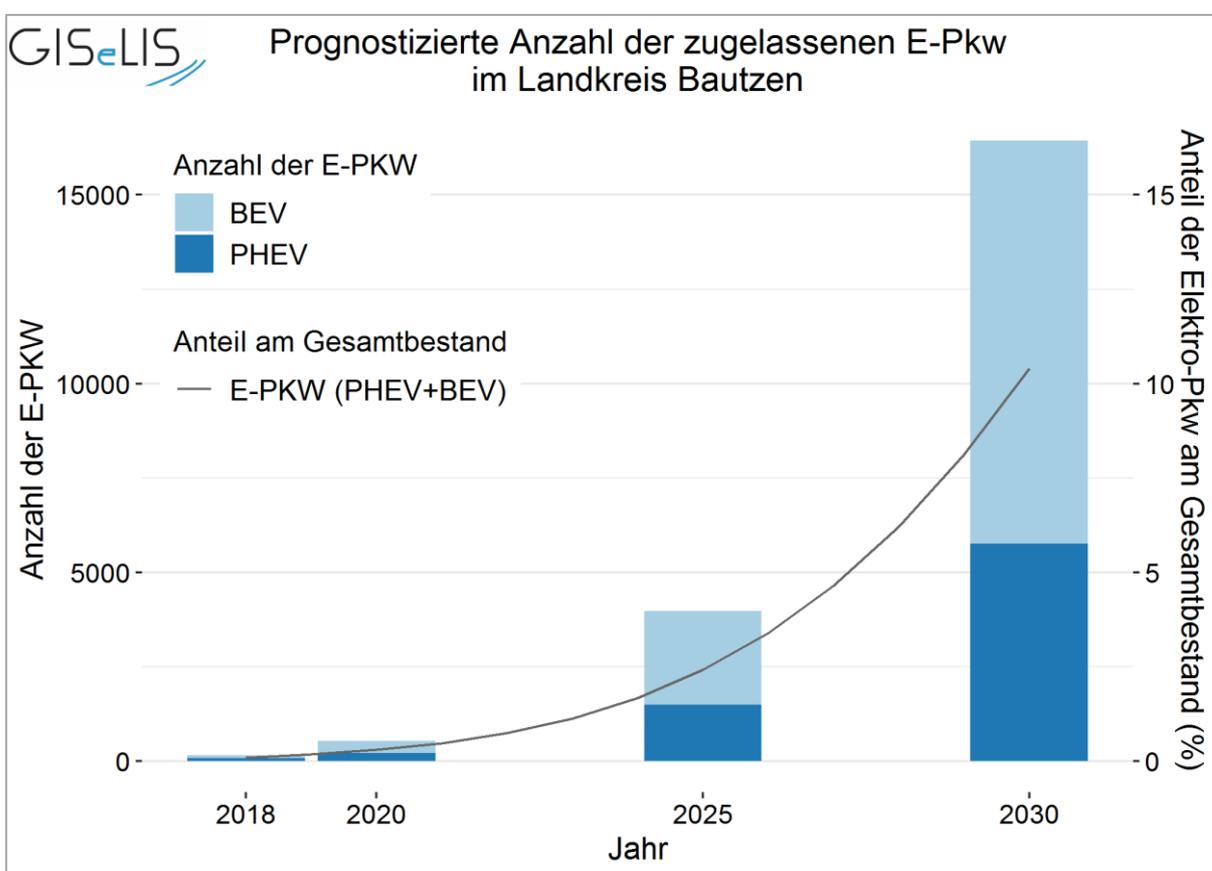
<sup>103</sup> Vgl. Vogt, M., Fels, K. 2017

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.

## 5.2 Prognose

### 5.2.1 Elektrofahrzeuge

Für den Landkreis Bautzen können bis 2030 zwischen ca. 8 500 E-Pkw (Teilszenario A) und 24 400 E-Pkw (Teilszenario B) erwartet werden. Dies entspricht einem E-Pkw-Anteil zwischen 5 und 15 %. Im Mittel werden bis 2030 für den Landkreis Bautzen 16 441 E-Pkw erwartet, was einem E-Pkw-Anteil von 10 % entspricht (Vgl. Abbildung 24). Die Ergebnisse der Szenarien werden von den Autoren als realistische Spannweite betrachtet. Je nach Entwicklung der Fahrzeugpreise, Batterietechnologie, Rohstoffpreisen, politischen Fördermaßnahmen und anderen Einflussfaktoren ist ein höherer oder niedrigerer Marktanteil möglich.



**Abbildung 24: Prognostizierte Anzahl der privat und gewerblich zugelassenen E-Pkw im Landkreis Bautzen (unterschieden nach Antriebsart) sowie der Anteil der E-Pkw am gesamten Pkw-Bestand in % (Mittelwert aller Szenarien)**

Damit ergeben sich erhebliche ökologische Einspareffekte, die sich in der Summe im Jahr 2030 im Szenario B2 bei 4 263 BEV und 4 263 PHEV auf ca. 16 600 t CO<sub>2</sub> sowie ca. 52 t NO<sub>x</sub> bzw. im Szenario A1 bei 19 486 BEV und 4 871 PHEV auf ca. 56 800 t CO<sub>2</sub> sowie 178 t NO<sub>x</sub> belaufen. Dadurch ergibt sich ein relevanter Ansatz für lokale Emissionseinsparungen und den Klimaschutz im Landkreis Bautzen.

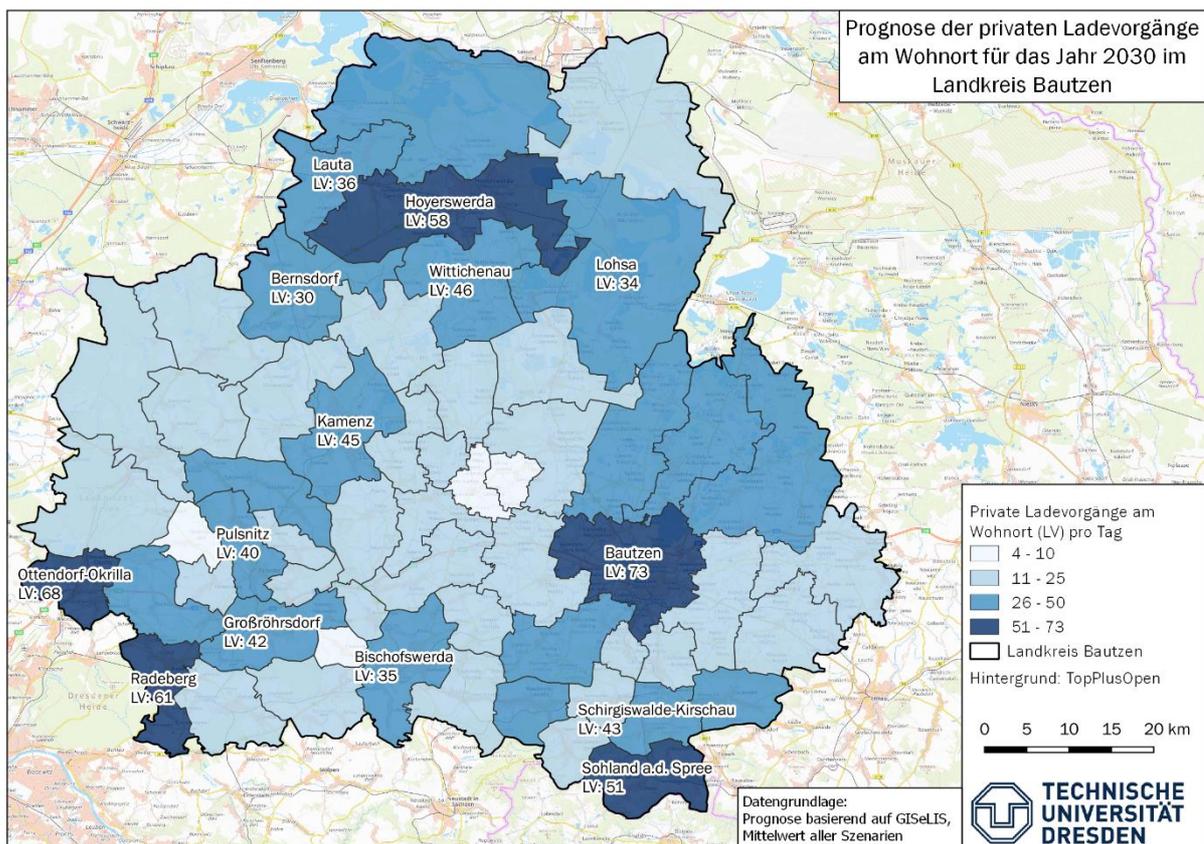
Zur Deckung des Ladebedarfes und um ein attraktives Umfeld zum Kauf von E-Pkw zu schaffen, sind öffentliche Lademöglichkeiten notwendig. Je größer das Angebot und dessen Wahrnehmung in der Bevölkerung sind, umso attraktiver sind die Gemeinden und Städte des Landkreises für Elektromobilität und desto schneller werden E-Pkw angeschafft werden. Die Verantwortung des

Landkreises wird hierbei vorrangig in der Unterstützung und Koordination des LIS-Ausbaus gesehen, nicht jedoch in der Investition oder dem Betrieb der LIS (Vgl. Maßnahmen 1 und 5).

## 5.2.2 Lademöglichkeit am Wohnort

Die Lademöglichkeit am Wohnort ist für die Mehrheit der Nutzer der wichtigste Ladeort, weshalb die Verfügbarkeit eines privaten Stellplatzes und damit die Möglichkeit zur Installation einer Wallbox die Anschaffung eines E-Pkw begünstigt. Der hohe Anteil von Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern im Landkreis Bautzen von 49 % (Bundesdurchschnitt 45 %) kann den regionalen Markthochlauf positiv unterstützen. Entsprechend hoch wird die Anzahl der täglichen Ladevorgänge an heimischer LIS bis zum Jahr 2030 prognostiziert:

- Der Mittelwert aller Szenarien beträgt ca. 1 520 Ladevorgänge pro Tag. Dies entspricht einer Strommenge von ca. 9 100 MWh im Jahr 2030.
- In den einzelnen Städten und Gemeinden im Landkreis Bautzen werden täglich zwischen 4 (Gemeinde Puschwitz) und 73 (Stadt Bautzen) Ladevorgänge an der eigenen Wallbox erwartet (Vgl. Abbildung 25).
- Da heimisches Laden sich am Strompreis für Privatkunden orientiert, können die Ladevorgänge, insbesondere im Markthochlauf, durch preiswerte oder kostenfreie halböffentliche LIS in geringem Umfang substituiert werden. Gleiches gilt für das Laden beim Arbeitgeber.

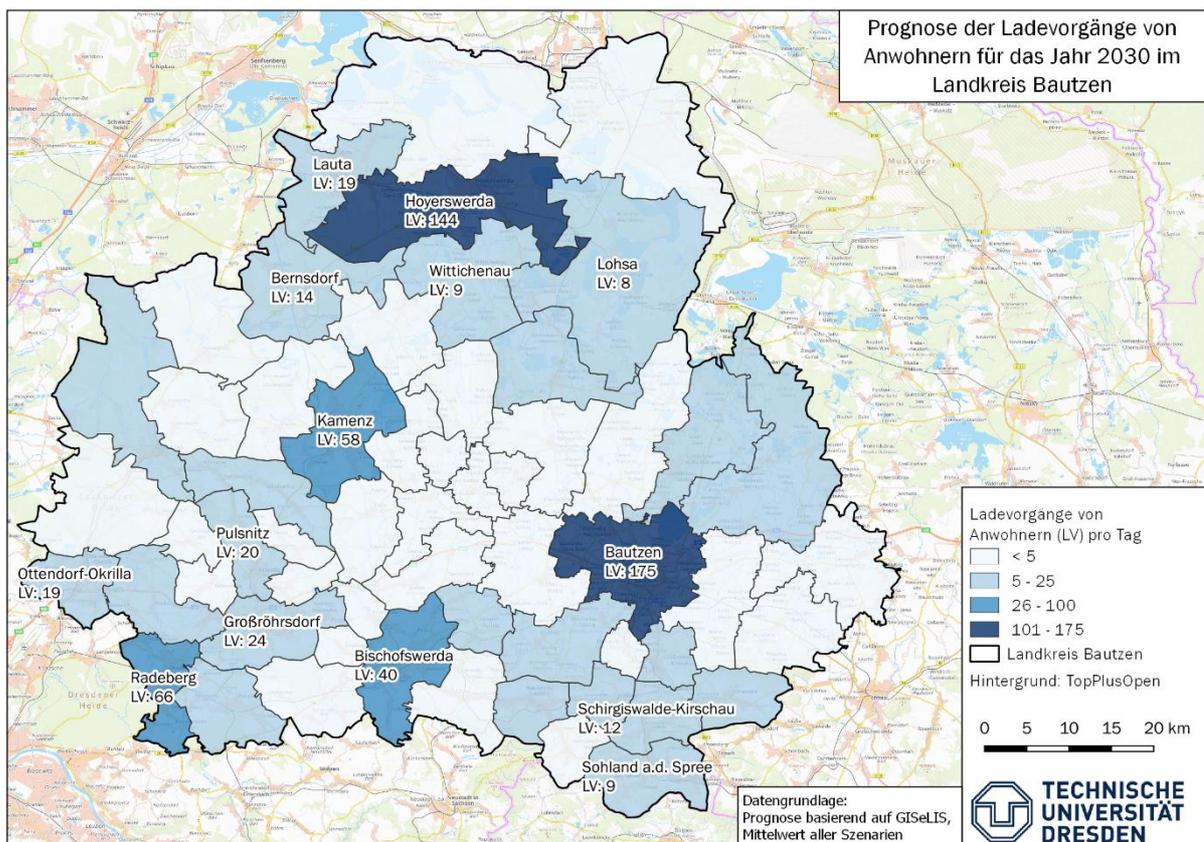


**Abbildung 25: Anzahl der prognostizierten privaten Ladevorgänge am Wohnort pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien)**

Für ca. 51 % der Bevölkerung des Landkreises Bautzen ohne eigenen Stellplatz sinkt die Wahrscheinlichkeit für die Anschaffung eines E-Pkw, falls sich keine LIS in der Nähe des Wohnortes befindet. Dies betrifft aktuell die privaten Halter von max. 82 900 Pkw<sup>104</sup>. Unter Voraussetzung verfügbarer LIS am Wohnort, wird bis 2030 folgende Anzahl an Ladevorgängen erwartet:

- Der Mittelwert aller Szenarien beträgt ca. 800 Ladevorgänge pro Tag und wird aufgrund der Annahme von verfügbarer LIS am Wohnort tendenziell als Obergrenze gesehen. Dieser Wert kann aufgrund unterschiedlichster Rahmenbedingungen deutlich abweichen.
- Aus den erwarteten Ladevorgängen ergibt sich ein mittlerer Strombedarf von ca. 4 730 MWh im Jahr 2030
- Bis 2030 wird der höchste Bedarf mit 175 Ladevorgängen in der Stadt Bautzen erwartet, gefolgt von den Städten Hoyerswerda (144 LV), Radeberg (66 LV) und Kamenz (58 LV). In den restlichen 54 Städten und Gemeinden im Landkreis Bautzen werden durchschnittlich ca. 7 Ladevorgänge pro Tag erwartet (Vgl. Abbildung 26). Die räumliche Verteilung der Ladevorgänge ist damit deutlich heterogener als beim privaten Laden.

Der Bedarf kann sowohl über öffentliche als auch halböffentliche Ladestationen am Wohnort gedeckt werden. Durch LIS beim Arbeitgeber kann das Anwohnerladen überwiegend substituiert werden. Auch eine Verlagerung zu halböffentlicher LIS an PoS des täglichen Bedarfes ist möglich. Jedoch sollte vermieden werden, dass die Nutzung des Pkw für alltägliche Fahrten, z. B. zum Einkaufen, mit dem Ziel des Ladens durchgeführt wird und somit zusätzlicher Verkehr induziert wird.



**Abbildung 26: Anzahl der prognostizierten Ladevorgänge von Anwohner pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien)**

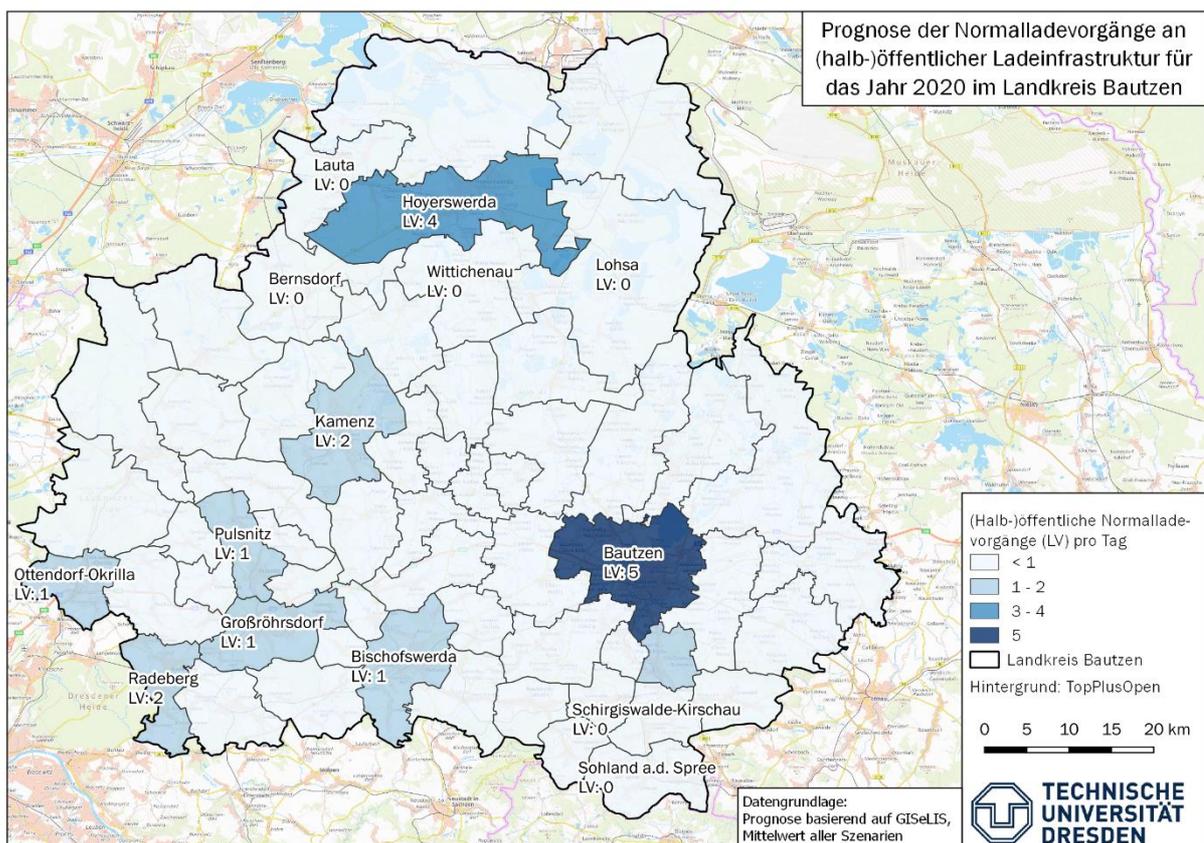
<sup>104</sup> Dieser Wert wird als Obergrenze gesehen, da die Anzahl der Pkw pro Haushalt in Ein- und Zweifamilienhäusern deutlich über der von Haushalten in Mehrfamilienhäusern liegt.

### 5.2.3 (Halb-)Öffentliche Normalladevorgänge bis 22 kW (AC)

Aus der Prognose der öffentlichen Normalladevorgänge ergeben sich variable Werte, die sich durch attraktive Angebote wie z. B. kostenfreies Laden oder Freizeit- und Einkaufsmöglichkeiten in der Umgebung der Standorte deutlich erhöhen bzw. bei schlechten Rahmenbedingungen reduzieren können. Ladebedarf ist variabel und kann auch an andere Orte oder an den Heimpladepunkt verlegt werden. Zudem können Ladevorgänge aufgeteilt werden, sodass bei Gelegenheit geringe Mengen an Strom nachgeladen werden, obwohl dies nicht notwendig ist (Gelegenheitsladen). 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.

Für die Prognose der (halb-)öffentlichen AC-Ladevorgänge im Jahr 2020 ergeben sich für den Landkreis Bautzen folgende Ergebnisse:

- Der Mittelwert aller Szenarien beträgt 28 Ladevorgänge pro Tag (31 Ladevorgänge im Maximal-Szenario A1 und 25 Ladevorgänge im Minimal-Szenario B2). Daraus resultiert ein mittlerer Strombedarf von 82 MWh im Jahr 2020.
- Die räumliche Verteilung ist sehr heterogen. In den fünf bevölkerungsreichsten Städten des Landkreises Bautzen werden 50 % aller Ladevorgänge erwartet. In 49 Gemeinden werden weniger als ein Ladevorgang pro Tag erwartet (Vgl. Abbildung 27).



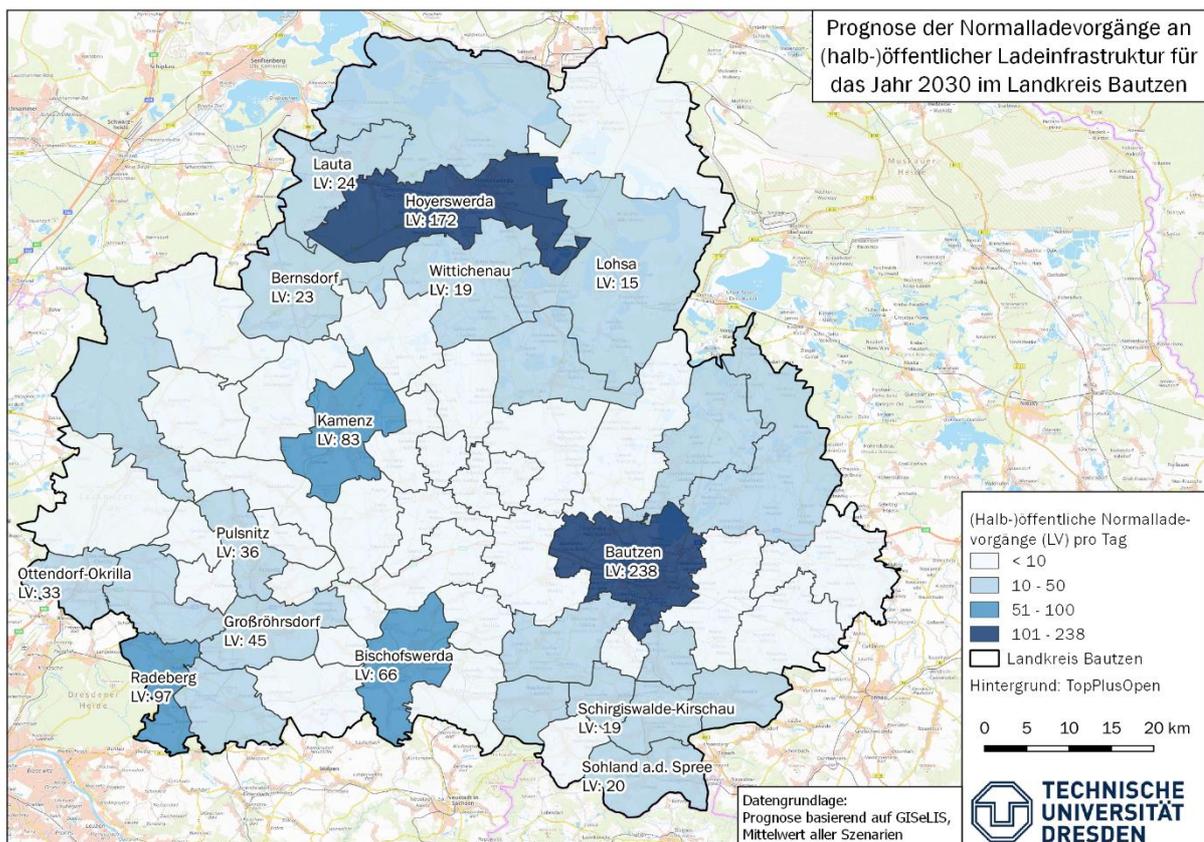
**Abbildung 27: Anzahl der prognostizierten Normalladevorgänge pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2020 (Mittelwert aller Szenarien)**

Da es sich um Prognosen handelt, müssen die Ergebnisse hinsichtlich Schwankungen und Auswirkungen von Einzelfällen interpretiert werden. So würde ein einziger Pendler mit Ladewunsch die Ladevorgänge lokal signifikant verändern. Spezifische Bedarfe können daher von den Prognosen abweichen. Eine öffentliche Lademöglichkeit ist in jeder Gemeinde anzustreben. Neben der Erfüllung des Ladebedarfes kommt LIS auch die Funktion zu, die Sichtbarkeit und Zuverlässigkeit der Elektromobilität zu steigern. Dies ist von hoher Bedeutung für die Etablierung der Elektromobilität,

da nur mit stetiger Präsenz und positiver Wirkung die Anzahl der Elektrofahrzeuge in einer Region gesteigert werden kann.

Durch die hohen Fahrzeuganzahlen, die sich aus der Prognose ergeben, steigen auch die zu erwartenden AC-Ladevorgänge im Jahr 2030 für den Landkreis Bautzen deutlich an.

- Der Mittelwert aller Szenarien beträgt ca. 1 280 Ladevorgänge pro Tag (1 920 Ladevorgänge im Maximal-Szenario A1 und 650 Ladevorgänge im Minimal-Szenario B2). Daraus resultiert ein mittlerer Strombedarf von ca. 3 840 MWh im Jahr 2030.
- Bis 2030 wird für alle Gemeinden bzw. Städte im Landkreis Bautzen mit mindestens einem Ladevorgang pro Tag gerechnet, die hohen Unterschiede zwischen den Gemeinden bzw. Städten bleiben jedoch bestehen (Vgl. Abbildung 28).



**Abbildung 28: Anzahl der prognostizierten Normalladevorgänge pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien)**

#### 5.2.4 (Halb-)Öffentliche Schnellladevorgänge mit mindestens 50 kW (DC)

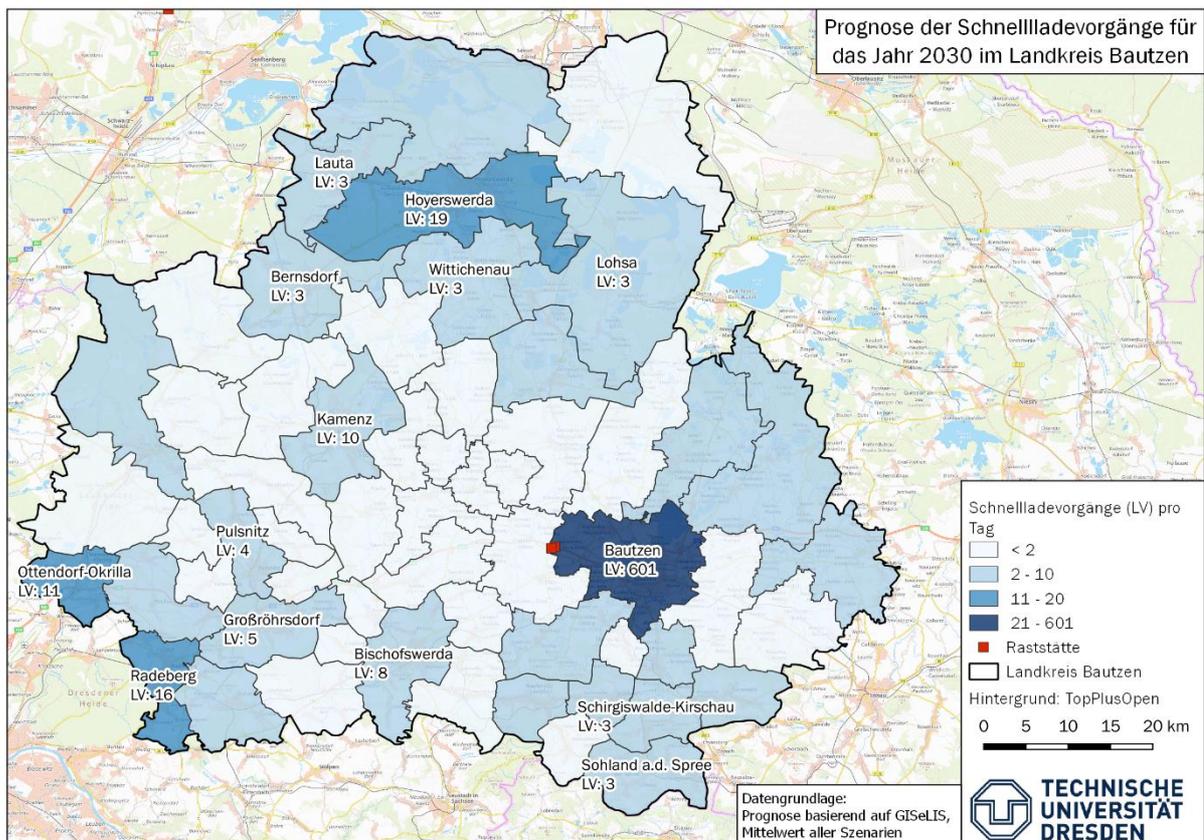
Der Schnellladung kommt durch die hohe Ladeleistung und damit verbundenen kurzen Ladedauern bzgl. der Reichweitenertüchtigung eine wichtige Rolle zu. Im Prognosezeitraum wird Ladeinfrastruktur auch mit deutlich höheren Ladeleistungen bis zu 350 kW erwartet. Für die Prognose der Schnellladevorgänge im Jahr 2020 ergeben sich für den Landkreis Bautzen folgende Ergebnisse:

- Der Mittelwert aller Szenarien beträgt 22 Ladevorgänge pro Tag (25 Ladevorgänge im Maximal-Szenario A1 und 20 Ladevorgänge im Minimal-Szenario B2) und liegt damit geringfügig unter der erwarteten Anzahl der (halb-)öffentlichen Normalladevorgänge. Der damit verbundene Strombedarf beträgt 150 MWh im Jahr 2020.
- Diese Schnellladevorgänge konzentrieren sich auf die Stadt Bautzen mit 19 Ladevorgängen pro Tag. Hier befinden sich die Raststätten Oberlausitz Nord und Süd. Für die übrigen Gemeinden wird weniger als ein Schnellladevorgang pro Tag erwartet.

- Schnellladevorgänge können mit geringen Anteilen durch attraktive Tarife von Raststätten hin zu Pol bzw. PoS in der Nähe von Autobahnabfahrten gelenkt werden. Dadurch ergeben sich auch dort Ladevorgänge. Ohne diese monetären Anreize ergeben sich geringere Fallzahlen. Wichtig ist das attraktive Angebot in der Umgebung während des Ladevorgangs.

Bis zum Jahr 2030 wird im Landkreis Bautzen ein starker Anstieg der Schnellladevorgänge erwartet. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass diese Ladevorgänge teilweise durch andere Schnellladesäulen in der Umgebung gedeckt werden können. Daraus resultiert eine Vielzahl an Verlagerungsmöglichkeiten.

- Der Mittelwert aller Szenarien beträgt 760 Schnellladevorgänge pro Tag (1 340 Ladevorgänge im Maximal-Szenario A1 und 320 Ladevorgänge im Minimal-Szenario B2). Dies entspricht einem Strombedarf von ca. 5 100 MWh im Jahr 2030.
- Der Hauptanteil entfällt auf die Stadt Bautzen mit 601 Schnellladevorgängen pro Tag. Auch für die Städte Hoyerswerda, Radeberg, Ottendorf-Okrilla und Kamenz wird ein hoher Bedarf von über zehn Ladevorgängen pro Tag prognostiziert (Vgl. Abbildung 29).
- Für 33 der insgesamt 58 Gemeinden werden mindestens zwei Schnellladevorgänge pro Tag erwartet.
- Wie ausgeführt, besteht eine begrenzte Möglichkeit der räumlichen Verlagerung von Schnellladevorgängen.
- Je nach Bestandsanteil von PHEV, Reichweiten von BEV und Gebühren an Schnellladepunkten, kann die Anzahl der Ladevorgänge von den Prognosen abweichen.

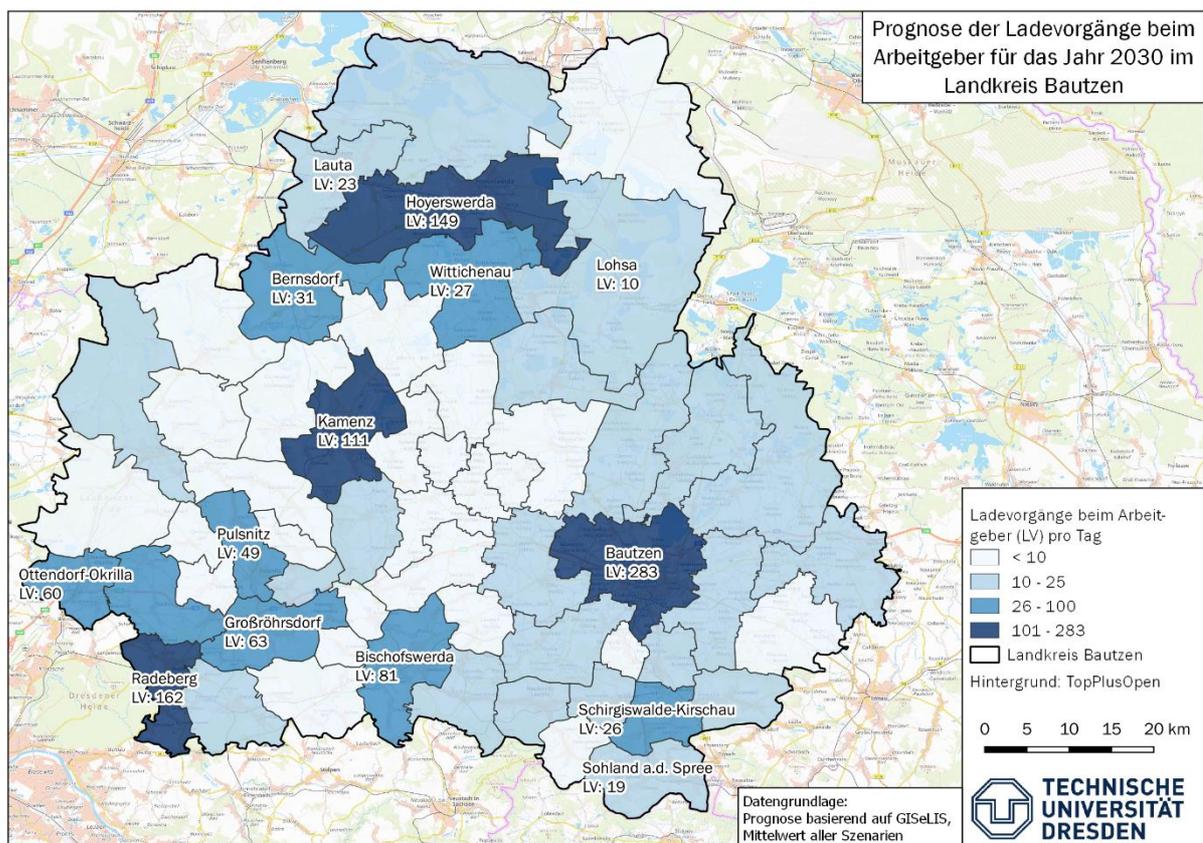


**Abbildung 29: Anzahl der prognostizierten Schnellladevorgänge pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien)**

## 5.2.5 Laden am Arbeitsplatz

Das Laden beim Arbeitgeber ist nach dem privaten Laden am Wohnort der attraktivste Ladeort. Für die Prognose der Ladevorgänge beim Arbeitgeber im Jahr 2030 ergeben sich für den Landkreis Bautzen folgende Ergebnisse (Vgl. Abbildung 30):

- Der Mittelwert aller Szenarien beträgt rund 1 560 Ladevorgänge pro Tag (2 320 Ladevorgänge im Maximal-Szenario A1 und 780 Ladevorgänge im Minimal-Szenario B2). Daraus resultiert ein Strombedarf von ca. 7 060 MWh im Jahr 2030.
- Das Arbeitgeberladen konzentriert sich auf die Städte Bautzen (283 LV), gefolgt von Radeberg (162 LV), Hoyerswerda (149 LV) und Kamenz (111 LV). Für die restlichen Gemeinden und Städte liegt der mittlere Bedarf zwischen zwei und 81 Ladevorgängen pro Tag.



**Abbildung 30: Anzahl der prognostizierten Ladevorgänge beim Arbeitgeber pro Tag im Landkreis Bautzen für das Jahr 2030 (Mittelwert aller Szenarien)**

Der Ladebedarf am Arbeitsplatz im Landkreis Bautzen ergibt sich einerseits aus PHEV, deren elektrische Reichweite durch die tägliche Fahrtstrecke überschritten wird. Durch Arbeitgeber-LIS kann daher insbesondere im ländlichen Raum mit hohen Pendeldistanzen der elektrische Fahranteil von PHEV erhöht werden. Andererseits ist für E-Pkw-Nutzer ohne Lademöglichkeit am Wohnort der Arbeitsplatz der wichtigste Ladeort und oftmals Voraussetzung für die Anschaffung. Zusätzlich können E-Pkw Nutzer mit einer heimischen Lademöglichkeit und langen Arbeitswegen einen Bedarf generieren, bzw. kann die Arbeitgeber-LIS die Anschaffung von Fahrzeugen mit geringeren Akkukapazitäten ermöglichen. Für die Mehrheit der BEV-Nutzer im Landkreis Bautzen wird sich die Nutzung der Arbeitgeber-LIS nach dem Preis richten, wobei der heimische Tarif die Referenz darstellt. Die prognostizierte Anzahl der Ladevorgänge am Arbeitsplatz ist daher sehr variabel und kann insbesondere durch das heimische Laden substituiert werden. Da der konkrete Ladebedarf für ein Unternehmen im Austausch mit den Mitarbeitern ermittelt werden kann, dienen die Modellergeb-

nisse primär dem Verdeutlichen der Relevanz dieses Ladeortes und der Verantwortung der Unternehmen. Der große Vorteil für die Stromabnahme beim Arbeitgeber liegt darin, dass die Fahrzeuge in der Woche zu den Spitzenzeiten der Photovoltaikerzeugung laden können.

Zudem besteht durch die aktuelle steuerliche Beurteilung des Arbeitgeberladens eine hohe Attraktivität, da eine Abgabe durch den Arbeitgeber nach §3 Nummer 46 EStG auch ohne Netznutzungsentgelte erfolgen kann. Diese Regelung gilt vorerst bis zum 31. Dezember 2020. Arbeitgeber können die Steuerbefreiung zur Steigerung der Unternehmensattraktivität sowohl als Mitarbeiterbindungsstrategie, sowie als Imagestrategie nutzen. Für den Landkreis Bautzen als Arbeitgeber ergibt sich daraus kein Vorteil, denn die Regelungen für den öffentlichen Dienst sind aktuell abweichend. Die Verfügbarkeit einer Lademöglichkeit am Arbeitsplatz ist für Arbeitnehmer allerdings generell ein wichtiger Punkt bei der Anschaffung eines privaten E-Pkw, da es dem Nutzer große Sicherheit für die regelmäßige Reichweitenertüchtigung gibt.

## 5.2.6 Netzkapazitäten

Für die Prognose des Strombedarfes durch Elektrofahrzeuge wurden private E-Pkw sowie öffentliche Ladevorgänge von gewerblichen E-Pkw berücksichtigt. Nutzfahrzeuge sowie das Laden von gewerblichen Pkw auf dem Firmengelände wurden nicht einbezogen<sup>105</sup>. Ausgehend von einem mittleren jährlichen Stromverbrauch eines BEV von ca. 2,8 MWh und eines PHEV von ca. 1,4 MWh, wird der Gesamtverbrauch und dessen Verteilung anhand der Ladevorgänge berechnet<sup>106</sup>. Informationen zu Stromnetzen im Landkreis Bautzen liegen nicht vor, so dass nur eine Abschätzung vorgenommen werden kann.

Durch den Wechsel von fossilen Kraftstoffen auf elektrischen Strom ergeben sich mit dem zunehmenden Einsatz von E-Pkw eine deutliche Erhöhung der benötigten Strommengen und eine damit verbundene Anforderung an die Netzversorgung.

Im Jahr 2020 kann im Landkreis Bautzen mit einem zusätzlichen mittleren Strombedarf durch E-Pkw von ca. 750 MWh gerechnet werden, welcher bis zum Jahr 2030 auf 29 800 MWh pro Jahr ansteigt (Vgl. Abbildung 31). Dies entspricht im Jahr 2030 einem Anteil von 1,8 % des gesamten Nettostromverbrauches im Landkreis Bautzen bzw. 6,6 % des Nettostromverbrauches der Privathaushalte im Landkreis Bautzen.<sup>107</sup>

Die ausgewiesenen Anteile am gesamten Nettostromverbrauch im Landkreis belegen, dass die Elektromobilität die Versorgungssicherheit in keiner Weise gefährden wird. Im Landkreis Bautzen wurde die Nutzung der erneuerbaren Energiequellen für die Stromerzeugung in den vergangenen Jahren stetig ausgebaut. Im Jahr 2014 konnte beispielsweise eine Stromproduktion erneuerbarer Energien von rund 620 460 MWh erzielt werden. Damit wurde ein Drittel des Gesamtverbrauches an Strom abgedeckt.<sup>108</sup> Dieser Ausbau muss konsequent fortgesetzt werden, um sicherzustellen, dass E-Pkws zukünftig überwiegend mit grünem Strom versorgt werden.

Der höchste Strombedarf durch Elektromobilität wird im Landkreis Bautzen durch privates Laden am Wohnort (9 100 MWh) erwartet, gefolgt vom Arbeitgeberladen und Schnellladen mit jeweils 7 100 MWh. An (halb-)öffentlicher Normalladeinfrastruktur wird bis 2030 ein jährlicher Strombedarf von 3 800 MWh erwartet (zuzüglich 4 700 MWh durch Anwohnerladen).<sup>109</sup>

---

<sup>105</sup> Einerseits fehlen detaillierte Informationen zur Größe und Fahrtleistung der gewerblichen Fahrzeugflotten und andererseits ist der Umfang und Zeitpunkt der Elektrifizierung des Fuhrparks unternehmensspezifisch und lässt sich nicht prognostizieren.

<sup>106</sup> Annahmen basierend auf einer mittleren Jahreskilometerleistung von 14 000 km, einem mittleren Verbrauch von 20 kWh/100 km sowie einem elektrischen Fahrtanteil von 50 % bei PHEV. Diese Werte decken sich mit den Annahmen ähnlicher Studien, z. B. Auswirkung der Elektromobilität auf die Haushaltsstrompreise in Deutschland des Fraunhofer ISI (No. S 21/2018)

<sup>107</sup> Annahme basierend auf einem mittleren privaten Nettostromverbrauch von 1,5 MWh pro Einwohner und Jahr und einem gesamten Nettostromverbrauch von 5,4 MWh pro Einwohner im Jahr 2015 in Sachsen, vgl. Statistisches Landesamt Sachsen

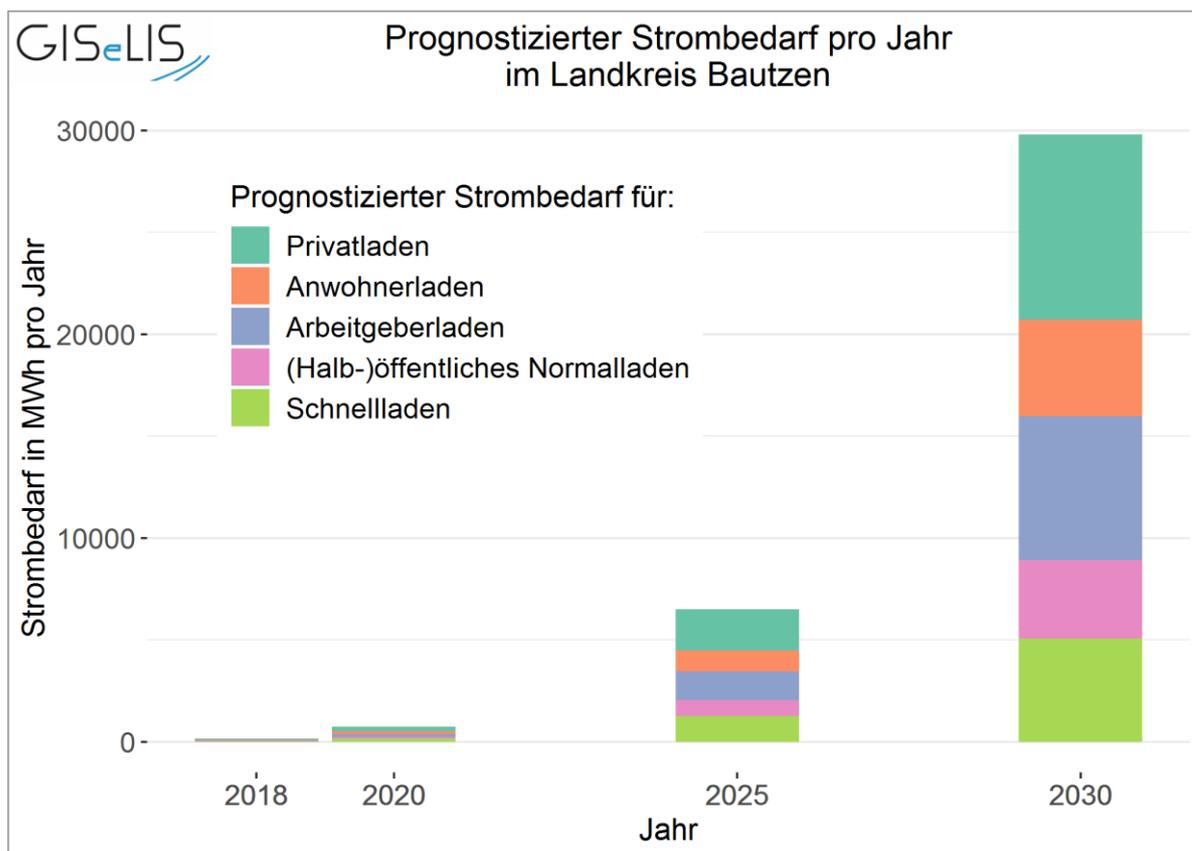
<sup>108</sup> Datengrundlage der Energieagentur Bautzen

<sup>109</sup> Eine Verlagerung zwischen den Ladeorten ist möglich (z. B. können höhere Reichweiten den Strombedarf von Schnellladestationen zu Normalladestationen verschieben).

Bis zum Jahr 2023–2025 sind daraus keine größeren Herausforderungen ableitbar. Danach ergeben sich für die Schnellladestandorte, insbesondere die Raststätten Oberlausitz Nord und Süd, größere Herausforderungen. Ein Ausbau der Stromversorgung mit fossilen Brennstoffen ist nicht zielführend. Eine Lenkung der Nachfrage sollte ebenfalls erfolgen, die durch Preissetzung und Verfügbarkeitsabfragen bedient werden kann.

Aufgrund von wachsenden Kapazitäten und technischen Verbesserungen, können die benötigten Energiemengen durch das erwartete Wachstum der erneuerbaren Energien abgedeckt werden. Der dezentralen Stromerzeugung kommt eine wichtige Rolle zu. Die Herausforderung stellen relativ ähnliche Ladezeiträume dar, die eine intelligente zeitliche Verteilung erfordern. In Privathaushalten und beim Arbeitgeber ist dies durch Ladezeitensteuerungen und im (halb-)öffentlichen Bereich durch zeitliche bzw. preisliche Anreize oder Verfügbarkeiten möglich.

Aktuell ist die Erzeugung mit eigenen PV-Anlagen sowie die Speicherung und Abgabe an den E-Pkw für Privathaushalte selten wirtschaftlich attraktiv. Dazu sind die Mengen, die über den Speicher umgeschlagen werden, im Vergleich zu den Kosten, zu gering. Preissenkungen sind jedoch zu erwarten und der Bestand an PV Anlagen mit auslaufenden Einspeiseverträgen benötigt gegenüber der schlecht dotierten Einspeisung eine Absatzmöglichkeit. Die Direktabgabe ohne Speicher bei aktuellen 0,1 €/kWh Erzeugungskosten bei PV in Privathaushalten bietet auch Möglichkeiten, die aber durch die Nutzung des Autos während der Hauptproduktionszeiten über den Tag eingeschränkt sind. Daher sollten Arbeitgeberladen und Laden an halböffentlichen Orten auch aus Gründen der direkten Nutzung der erneuerbaren Energien forciert werden.

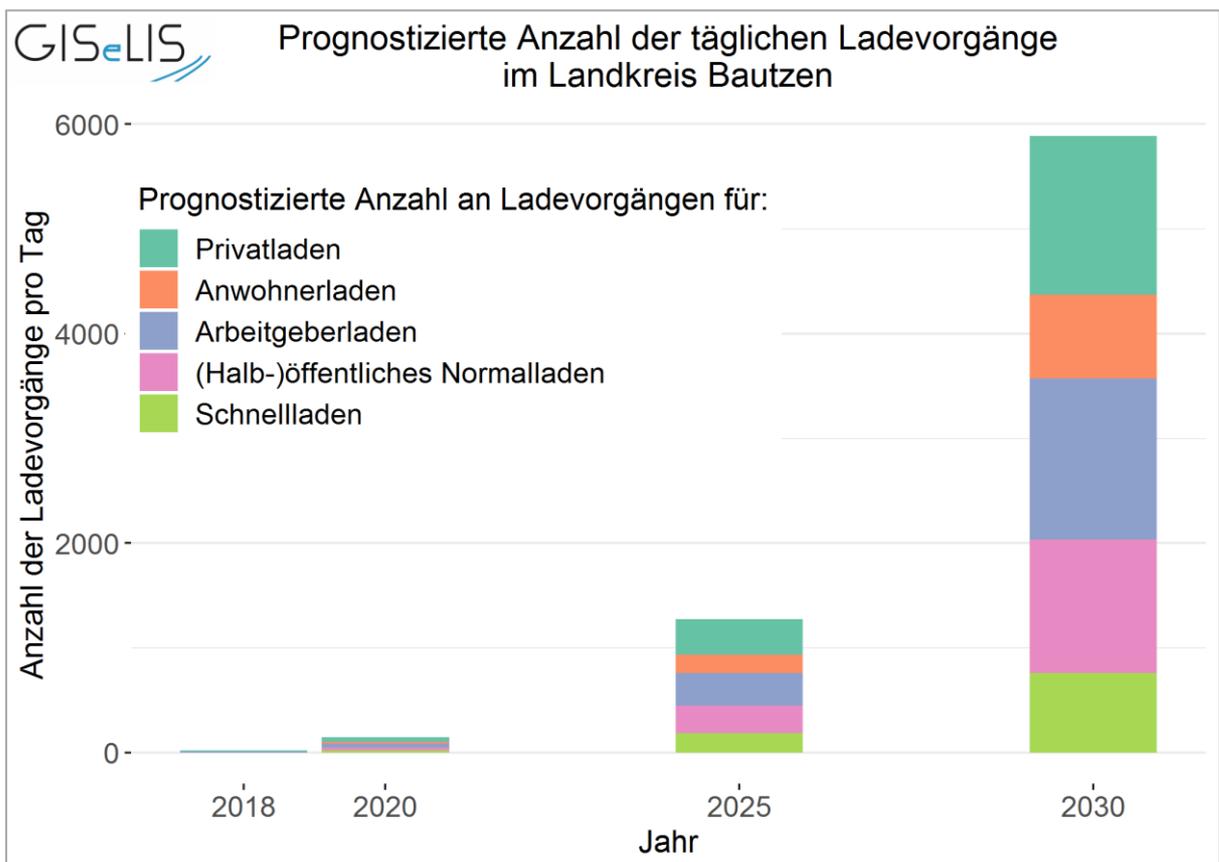


**Abbildung 31: Übersicht zum prognostizierten Strombedarf pro Jahr durch E-Pkw im Landkreis Bautzen (Mittelwert aller Szenarien)**

### 5.3 Fazit

Aufgrund der siedlungs- und infrastrukturellen Gegebenheiten im Landkreis Bautzen dominieren das Arbeitgeberladen sowie das private Laden an der heimischen Wallbox mit einem Anteil von zusammen 52 % an der Summe der erwarteten Ladevorgänge (Vgl. Abbildung 32). Da sich 49 % aller Wohnungen im Landkreis Bautzen in Ein- oder Zweifamilienhäusern befinden, kann für die Hälfte der Einwohner von einer Möglichkeit des Privatladens ausgegangen werden. Bei dieser Zielgruppe ist, durch die Möglichkeit der eigenen Stromproduktion mit PV-Anlagen und den zukünftigen Einsatz eines eigenen Speichers sowie die nicht erforderliche Planung der Ladevorgänge und die preisliche Attraktivität im Vergleich zum Laden zu den üblichen Preisen an (halb-)öffentlicher LIS, höher, als die von Einwohnern, die nicht über private LIS verfügen. Mit 14 % ist der Anteil der Ladevorgänge von Anwohnern, welche nicht privat Laden können, entsprechend gering (welcher bei geringer Verfügbarkeit von LIS in Wohngebieten noch geringer ausfallen würde). Von den bis zum Jahr 2030 erwarteten rund 5 900 Ladevorgängen pro Tag entfallen 22 % auf das (halb-)öffentliche Normalladen. Hinzu kommen rund 760 Schnellladevorgänge, welche primär in Autobahnnähe erwartet werden. Alle Modellergebnisse sind als Mittelwerte in Tabelle 11 zusammengefasst.

Ab dem Jahr 2022 ist im Markthochlauf mit einer exponentiell steigenden Anzahl an Elektrofahrzeugen zu rechnen. Um den damit einhergehenden steigenden Ladebedarfen ein Angebot an LIS entgegensetzen zu können, müssen Ausbauaktivitäten bereits heute initiiert werden. Erfolgt dies erst zeitgleich mit dem deutlichen Zuwachs an Fahrzeugen, entstehen Versorgungslücken, die sich negativ auf die Akzeptanz der Elektromobilität im Landkreisgebiet auswirken. Dem Landkreis Bautzen kommt dabei insbesondere eine koordinierende und beratende Funktion zu. Die erheblichen Chancen, die sich aus der Überbrückung der Ladezeiten für die lokale Wirtschaft ergeben, sollten genutzt werden. Damit kann die Versorgungssituation im Landkreis bzgl. Gastronomie und Einzelhandel gestärkt werden.



**Abbildung 32: Übersicht zur Anzahl der prognostizierten Ladevorgänge pro Tag im Landkreis Bautzen (Mittelwert aller Szenarien)**

**Tabelle 11: Übersicht zur Anzahl der prognostizierten E-Pkw und den damit verbundenen Ladevorgängen sowie der daraus abgeleitete Strombedarf im Landkreis Bautzen (Mittelwert aller Szenarien)**

		2018	2020	2025	2030
Anzahl E-Pkw	BEV	73	316	2 481	10 687
	PHEV	69	211	1 489	5 754
Ladevorgänge pro Tag	Normalladen	5	28	258	1 274
	Schnellladen	4	22	188	759
	Arbeitgeberladen	8	34	313	1 540
	Anwohnerladen	5	21	176	797
	Privatladen	9	42	341	1 518
Strombedarf in MWh pro Jahr	Normalladen	18	82	766	3 837
	Schnellladen	38	153	1 278	5 075
	Arbeitgeberladen	34	153	1 416	7 056
	Anwohnerladen	27	121	1 027	4 733
	Privatladen	50	243	2 012	9 101

### 5.3.1 Empfehlungen für die Errichtung von LIS

- Für den Ausbau von LIS sollten potentielle Akteure und Investoren adressiert werden. Dabei sind die Mengen der Bedarfsprognose nur als Indikation zu verstehen. Jeder Ort mit Kundenverkehr bietet prinzipiell das Potential, Ladeinfrastruktur zu errichten und diese als Service anzubieten. Ein Übermaß an Ladeinfrastruktur ist nur in Hinblick auf Modelle möglich, die Einnahmen durch Laden als Kerngeschäft adressieren. Insbesondere im PoS-Bereich sollten die schon genannten Akteure mit Flächenverfügbarkeit adressiert werden. Diese können zur Kundengewinnung und -bindung LIS einsetzen, womit andere Geschäftsmodelle entstehen. LIS wird eine Grunderwartung der Kunden werden.
- Es ergeben sich Co-Finanzierungen zur Ladeinfrastruktur, die sich nicht direkt aus den Ladevorgängen ergeben. Damit kann insbesondere Normalladeinfrastruktur geschaffen werden, für die kein eigenständiges Geschäftsmodell existiert. Auch kann damit der Zeitraum bis zur Wirtschaftlichkeit für Schnellladeinfrastruktur überbrückt werden.
- Eine regelmäßige Information und Ansprache der PoS- und Pol-Betreiber sollte vorgenommen werden. Die Ladeinfrastruktur kann durch diese Akteure bzgl. der Kapazitäten ausreichend bereitgestellt werden. Daher muss der Fokus darauf liegen, diese Zielgruppe zu adressieren.
- Flächen von solchen Pol und PoS Betreibern sollten im Bereich der Ladeinfrastruktur auch über die Öffnungszeiten hinaus für Anwohner oder Dritte zugänglich sein. Das Tarifmodell kann den unterschiedlichen Wert der Ladevorgänge für das Kerngeschäft berücksichtigen.<sup>110</sup>

<sup>110</sup> Bspw. können Ladevorgänge außerhalb der Öffnungszeiten teurer sein, da so keine Umsatzsteigerung durch Einkäufe der Kunden während des Ladevorgangs erzielt werden kann.

- Im Markthochlauf sollte der LIS-Ausbau zwischen den Akteuren koordiniert werden, da die Nachfrage gering ist und überschneidende Aktivitäten zu einer weiter sinkenden Wirtschaftlichkeit der einzelnen Ladesäulen führen.
- Kurzfristig sollte beim Bau von Ladestationen eine gute öffentliche Sichtbarkeit berücksichtigt werden.
- Die Verwendung von Ökostrom sollte angestrebt werden.
- Parkplatzbetreiber sollten verpflichtet werden, eine Mindestanzahl an frei verfügbaren Parkplätzen im öffentlich zugänglichen Raum (z. B. Parkhäuser, Parkplätze) zu elektrifizieren (vgl. Kapitel 8).
- Um die Belegung von LIS durch Verbrenner-Fahrzeuge zu reduzieren, sollten deutliche Bodenmarkierungen eingerichtet werden.
- Die rechtlichen Rahmenbedingungen von Parkflächen an Ladesäulen müssen ein Abschleppen erlauben. Ergänzend sollten Bußgelder auf mind. 50 € erhöht werden.
- Um dem Angebot an LIS eine bedarfsgerechte Nachfrage entgegenzusetzen, bedarf es Initiativen, um den Anteil der E-Pkw deutlich zu erhöhen. Insbesondere dem bedarfsgerechten Ausbau, auch hinsichtlich der tariflichen und technischen Anforderungen, kommt eine entscheidende Bedeutung zu.
- Die Ladesäulen sollten eine Sofortbezahlungsfunktion mit Kreditkarte ohne Anmeldung bieten, da dies Barrierefreiheit für alle Nutzer darstellt. Hinsichtlich der weiteren Zugangs-, Bezahl- und Abrechnungsmethoden wird empfohlen, einen möglichst einheitlichen Ausbau im Landkreis und den umliegenden Gemeinden zu forcieren. Alle Lademöglichkeiten im Landkreis sollten mit einer einheitlichen Ladekarte bzw. einem Ladevertrag nutzbar sein und möglichst viele Roaminganbieter beinhalten. Dafür ist auf die jeweiligen Anbieter einzuwirken, um keine Unzufriedenheit bei den Nutzern auszulösen.
- E-Pkw-Besitzer in ländlichen Räumen werden mit deutlicher Mehrheit über eine private Lademöglichkeit verfügen, weshalb der Hausstromtarif bzw. die Eigenerzeugung die preisliche Referenz darstellen. Ein signifikant höherer Tarif an der öffentlichen Ladesäule wird daher nur für eine kleine Nutzergruppe attraktiv sein (z. B. PHEV-Besitzer mit geringer Reichweite).
- Der Landkreis Bautzen sollte sich durch Sensibilisierung und Beratung sowie Koordinierung aktiv am Aufbau beteiligen. Ein eigener Betrieb ist aufgrund der Komplexität und des notwendigen Unterhalts zu aufwendig und nicht Kernkompetenz. Es sollten jedoch Maximalpreise und Versorgungsqualitäten intern definiert werden, die es erlauben, bei durch die Sensibilisierung und Koordinierung nicht lösbaren ersichtlichen Defiziten durch Förderungen einzugreifen. Dies ist bei Anwohnerladeinfrastruktur in mittlerer Zukunft am ehesten zu erwarten (vgl. Kapitel 10).
- Co-Finanzierungsprojekte für private LIS bei nicht vorhandenen eigenen Stellflächen sind gemeinsam mit den Stromversorgern zu prüfen.
- Die potentiellen Akteure für LIS (Hardwareanbieter, Elektroinstallateure, Energieversorger, PoS- und Pol-Betreiber etc.) müssen aktiv zusammengebracht werden um den Ausbau zu koordinieren.
- Ein Informationsblatt für alle potentiellen LIS Betreiber sollte im Rahmen von Bauanträgen bereitgestellt werden. Darauf sollten die Ablaufschritte und Anlaufstellen verzeichnet sein. Es sollte ein zentraler Ansprechpartner für Unternehmen im Landkreis Bautzen zusammen mit den Klimaschutzmanagern geschaffen werden.

### 5.3.2 Private Haushalte

- Aufgrund des hohen Ein- und Zweifamilienhausanteils und der damit gegebenen Möglichkeit des privaten Ladens besteht großes Potential für die Etablierung der Elektromobilität. Private Ladeinfrastruktur stellt einen hohen Einflussfaktor für den Kauf eines E-Pkw dar. Durch Sensibilisierung, Beratung und Unterstützung bei Aufbau und Betrieb kann diese gefördert werden.
- Anwohner ohne die Möglichkeit zum privaten Laden sollten Standortwünsche zur Errichtung von Anwohner-LIS melden können. Darauf aufbauend sollten Maßnahmen eruiert werden, die nach Möglichkeit auf anderen Grundstücken oder ggf. im öffentlichen Straßenraum liegen können.

## 6 Elektrifizierungs- und Poolingpotential des Fuhrparks des Landkreises Bautzen

Zur Bestimmung des Elektrifizierungspotentials der Fahrzeuge des Landkreises Bautzen erfolgte eine Fuhrparkanalyse anhand von Fahrtenbüchern für die einzelnen Fahrzeugstandorte Bautzen, Hoyerswerda und Kamenz. Aufgrund der in den Fahrtenbüchern enthaltenen Informationen zu Fahrzeiten und Fahrtstrecken können Fahrprofile abgeleitet werden. Anhand dieser Fahrprofile erfolgte eine Simulation der Fahrzeuge, welche Ladezyklen mit unterschiedlichen Ladeleistungen sowie Reichweiten von aktuellen Elektrofahrzeugen berücksichtigt. Das Ergebnis dieser Analyse weist das Elektrifizierungspotential fahrzeugscharf aus.

### 6.1 Datengrundlage

Es wurden insgesamt 58 Fahrtenbücher zur Verfügung gestellt. Der Erfassungszeitraum war von September 2017 bis September 2018. Aufgrund der zur Verfügung gestellten Informationen konnten 46 dieser Fahrzeuge auf eine Umstellung auf Elektroantrieb analysiert werden. Diese teilen sich wie folgt auf. Am Standort Bautzen sind 15 analysierbare Fahrzeuge vorhanden, während in Hoyerswerda 4 Fahrtenbücher und Kamenz 27 betrachtete Fahrzeuge vorhanden sind. Die übrigen zwölf Fahrzeuge aus der ursprünglich zur Verfügung gestellten Liste wurden aufgrund von besonderen Ausstattungen, beziehungsweise der fehlenden Substitutionsmöglichkeiten, durch bereits auf dem Markt vorhandene Kfz mit Elektroantrieb aus der Analyse ausgeschlossen.

Jene 46 Fahrzeuge teilen sich wie in Tabelle 12 ersichtlich in folgende Klassen je Standort auf.

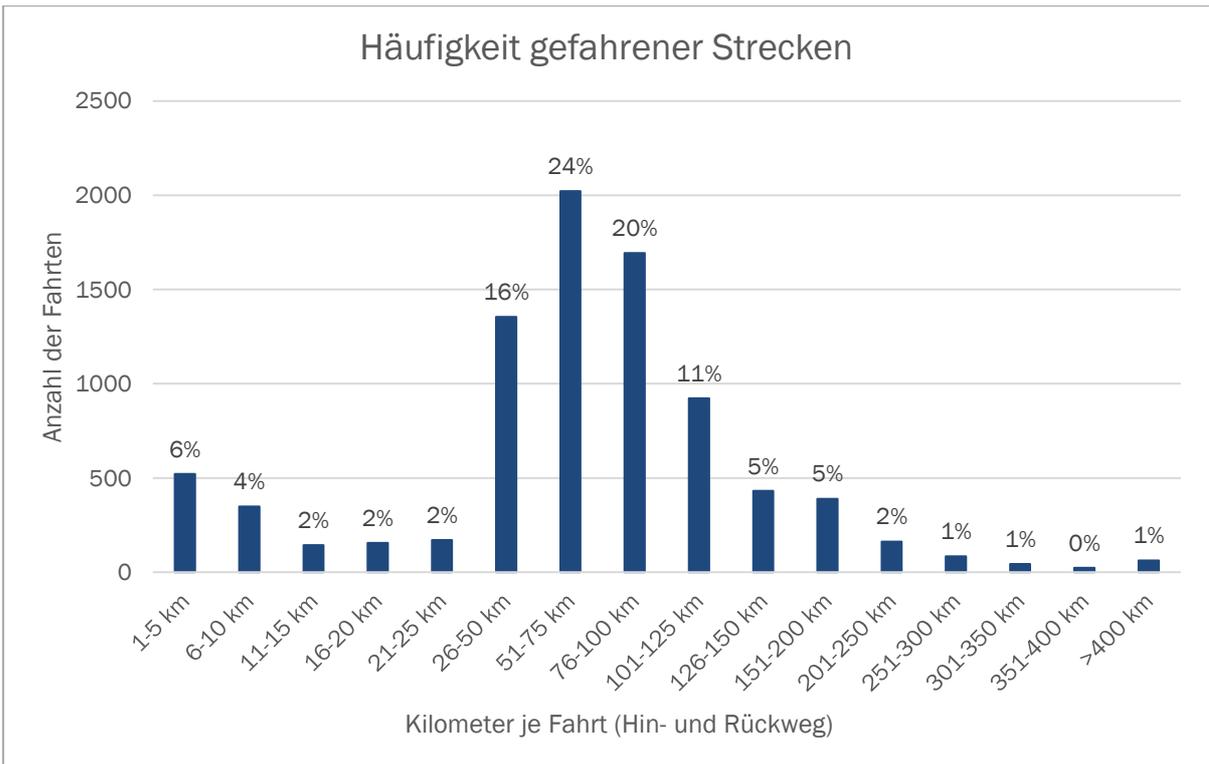
**Tabelle 12: Fahrzeugklassen**

Fahrzeugklasse	Anz. Fahrzeuge je Standort		
	Bautzen	Kamenz	Hoyerswerda
Mini	11	15	4
Kompaktklasse	1	0	0
Mittelklasse	0	2	0
Geländewagen	1	1	0
Kleinbus bis neun Personen	0	3	0
Leichtes NutzFzg bis 3,5t	2	6	0
<b>Summe</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>4</b>

#### Häufigkeit gefahrener Streckenintervalle

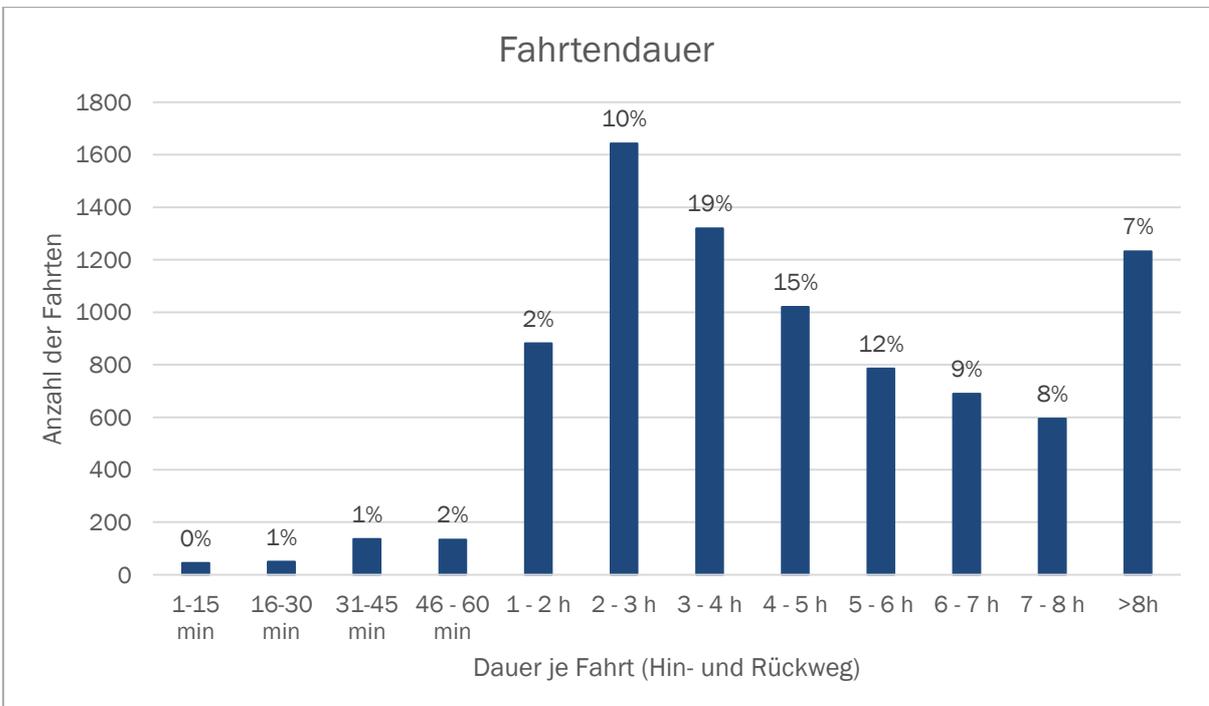
Die zurückgelegte Distanz ist der einflussreichste Faktor bei der Wahl eines Elektrofahrzeuges. Je nach Verbrauch, Ladestand und Kapazität sind bei einem E-Pkw in der Regel geringere Reichweiten zu erwarten, als bei einem konventionellen Fahrzeug.

In der Abbildung 33 ist die Häufigkeit zurückgelegter Strecken in Intervallen dargestellt. Im ländlich geprägten Landkreis Bautzen, werden zu einem großen Teil Fahrten mit einer Länge zwischen 25-100 km zurückgelegt. Insgesamt sind 76 % der Strecken nicht länger als 100 km. Diese Strecken können ohne weiteres mit heute am Markt verfügbaren Elektrofahrzeugen mit Reichweiten von ca. mindestens 200 km zurückgelegt werden. Werden der Hin- und Rückweg mit je 100 km berücksichtigt, dann sind in Relation rund 97 % der Fahrten mit einem E-Pkw möglich. Werden längere Fahrten mit konventionellen Fahrzeugen durchgeführt ergibt sich so bereits heute ein sehr hohes Elektrifizierungspotential. Ein weiteres Potential ergibt sich außerdem durch den Anteil der Fahrten die maximal 5 km (6 %) bzw. 10 km (10 %) lang sind. Diese Strecken können je nach Anforderung auch mit dem Fahrrad oder Pedelec bzw. Lastenfahrrad zurückgelegt werden.



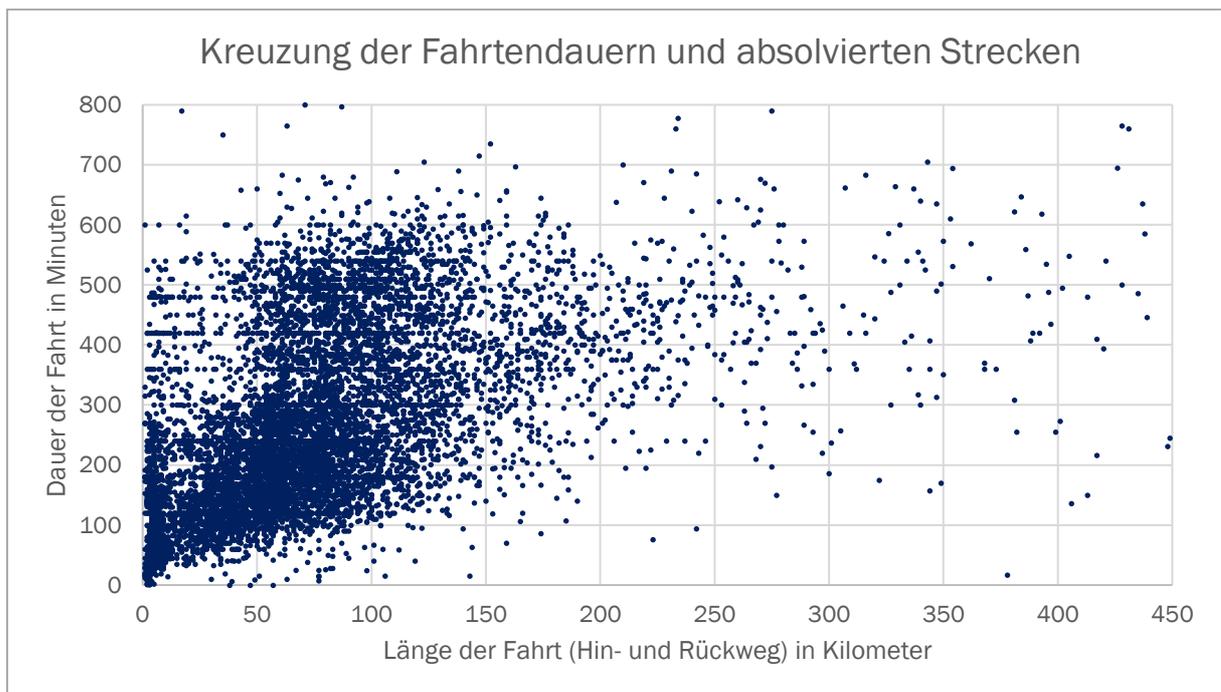
**Abbildung 33: Häufigkeit gefahrener Streckenintervalle**

Zusätzlich wurden die Fahrtendauern aufgrund der zur Verfügung gestellten Daten analysiert und in Abbildung 34 entsprechend visualisiert. Es ist abzulesen, dass 31 % der Fahrten im Zeitraum von ein bis vier Stunden liegen. Somit wird deutlich, dass die Fahrzeuge über längere Zeiträume am Tag geblockt werden. Dies hat vor allem Auswirkungen auf die Möglichkeit der Zusammenlegung von bestimmten Fahrten und dem daraus resultierenden Poolingpotential.



**Abbildung 34: Fahrtendauer der absolvierten Strecken**

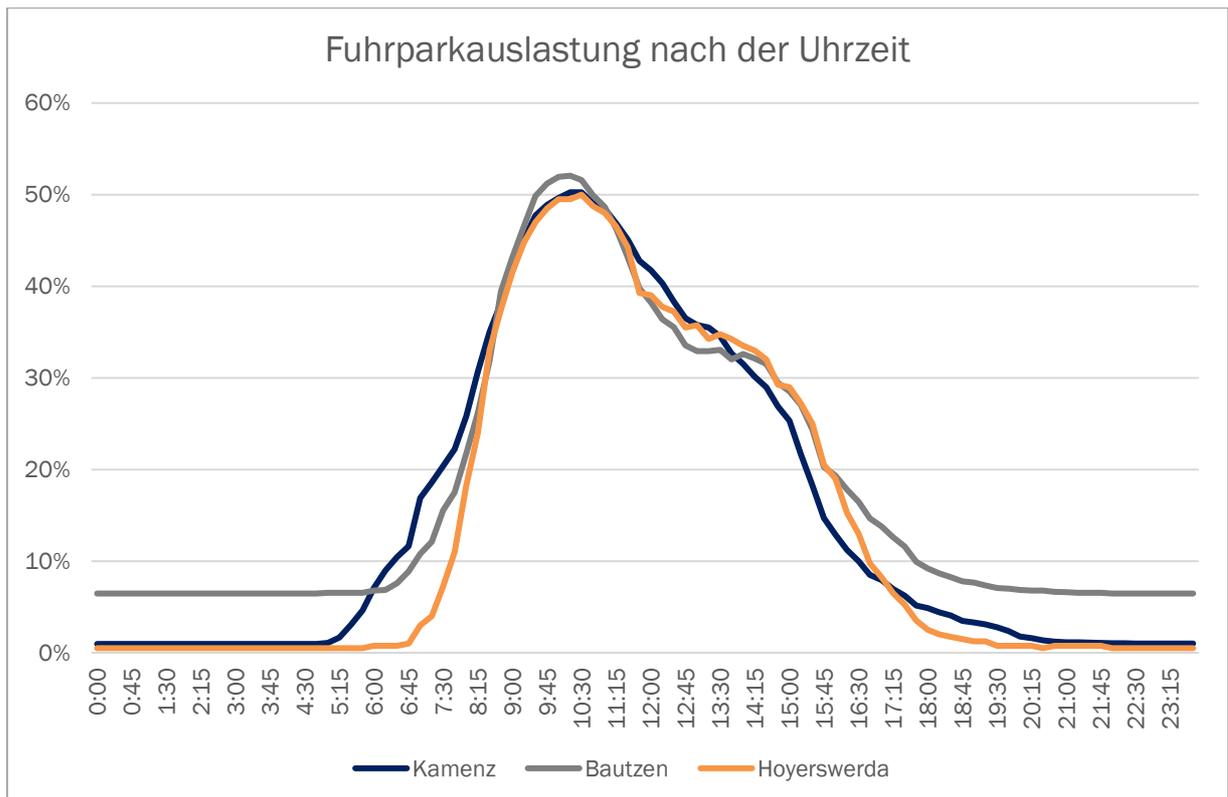
In Abbildung 35 wird dargestellt, wie die gefahrenen Strecken in Verbindung der dafür benötigten Zeit angesiedelt sind. Hierbei wird deutlich, dass sich der Großteil der Fahrten im Bereich von 0 – 100 km Distanz und einem Zeitraum von 0 – 300 Minuten ansiedelt. Dies verdeutlicht noch einmal, dass ein ausgeprägter Anteil auch durch Fahrzeuge mit Elektroantrieb absolviert werden kann. Zudem zeigt diese Abbildung, dass im Gesamtvergleich nur wenige Fahrten in einem Bereich von >150 km Länge liegen. Trotzdem wird deutlich, dass ein sehr großer Anteil der Fahrten zwar nur eine kurze Wegstrecke enthält, aber dafür trotz allem ein großer Zeitraum benötigt wird. Diese Gegebenheiten haben Auswirkungen auf die Poolingmöglichkeiten der einzelnen Fuhrparks und werden im Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. näher erläutert.



**Abbildung 35: Kreuzung der Fahrtendauern und dabei absolvierten Strecken**

### Fuhrparkauslastung

Alle drei untersuchten Fuhrparks weisen eine maximale Auslastung entsprechend der Fahrzeuganzahl auf, d. h. es existieren Zeitpunkte an denen alle Fahrzeuge des jeweiligen Fuhrparks genutzt werden. Die mittlere Auslastung der Fuhrparkfahrzeuge wird in Abbildung 36 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Fahrzeugnutzung ab 6 Uhr stark ansteigt. Zwischen 9 und 11 Uhr sind die Fuhrparks am stärksten ausgelastet, wobei im Mittel etwa 50 % der Fahrzeuge an allen Standorten in Benutzung sind. Dies stellt einen vergleichsweise hohen Wert dar. Anhand des Auslastungsverlaufs kann eine Kernnutzungszeit von 06:00 bis 16:00 Uhr festgestellt werden (Vgl. Kapitel 6.2.2).



**Abbildung 36: Fuhrparkauslastung nach der Uhrzeit**

### Zusammenfassung

Die Distanzen der Fahrten übersteigen in nur 26 % der Fälle die 100-Kilometer-Marke. Somit fallen die Reichweiten der Elektrofahrzeuge als Ausschlusskriterium wenig ins Gewicht. Aufgrund der identifizierten Betriebszeit von 7 bis 15 Uhr kann im Mittel mit einer Ladezeit von 15 h gerechnet werden, was im Falle einer Elektrifizierung auf eine geringe benötigte Ladeleistung von maximal 3,7 kW schließen lässt. Des Weiteren werden die Fahrzeuge hauptsächlich nicht mehr als 8 Stunden genutzt, wodurch sich die Möglichkeit ergibt, Mitarbeitern und Dritten elektrifizierte Dienst-Pkw (punktuell, befristet, ggf. gegen Gebühr), z. B. an Wochenenden oder während der dienstfreien Zeit, zur Nutzung zu überlassen. Dies hätte einen erheblichen Multiplikatoreffekt zur Folge, da Elektrofahrzeuge einem großen Nutzerkreis außerhalb der Verwaltung zugeführt werden könnten. Entsprechende verwaltungsrechtliche Rahmenbedingungen wären zu prüfen und ggf. zu schaffen bzw. anzupassen.<sup>111</sup> Dies ist meist sehr aufwendig und rechtfertigt oft nicht die folgende Inanspruchnahme.

<sup>111</sup> Dies umfasst die Versicherung (Drittfahrerregelung), die Verbuchung der Einnahmen, das Angebot muss allen offen stehen, damit kein geldwerter Vorteil vorliegt, das Fahrzeug- und Schlüsselübergabemanagement sowie die Abwicklung hinsichtlich Buchung und Fahrzeugdokumentation.

## 6.2 Ergebnisse der Fuhrparkanalyse

### 6.2.1 Elektrifizierungspotential

Der Fuhrparkanalyse liegen modellhafte Annahmen zugrunde. Softwaregestützt erfolgt eine Simulation der erhobenen Fahrprofile mit den folgenden Annahmen:

- Elektrische Reichweite: 150 km, 200 km, 300 km, 400 km
- Ladeleistung 3,7 kW, 11 kW, 22 kW
- Kein Zwischenladen, es wird immer bei Fahrtende am Standort geladen
- Restladestand der Batterie von 10 % nach Fahrtende

Fahrten, die zu einem Ladezustand der Batterie unter 10 % führen oder die Elektrische Reichweite überschreiten werden als nicht elektrifizierbar verbucht.

Prinzipiell könnten auch weitere Strecken mit Elektrofahrzeugen absolviert werden, wenn Zwischenladungen vorgenommen werden. Es stellt sich die Frage, ob genau auf diesen Routen Ladinfrastruktur vorhanden ist, die ohne zeitlichen Zusatzaufwand genutzt werden kann. Ansonsten ergeben sich erhöhte Kosten für die Arbeitszeit. In einer konservativen Betrachtung muss angenommen werden, dass keine Zwischenladungen erfolgen.

Für die zwölf in den Fuhrparks vorhandenen Sonderfahrzeuge kann kein Elektrifizierungspotential bestimmt werden, da der Energieverbrauch weniger durch gefahrene Distanz, als durch den Arbeitseinsatz an sich entsteht. Daher sind 46 Fahrzeuge Bestandteil der Analyse. Das theoretische Elektrifizierungspotential ist in den nachfolgenden Tabelle 13, Tabelle 14: **Theoretisches Elektrifizierungspotential des Standortes Kamenz** und Tabelle 15 je Standort dargestellt. Prinzipiell wären alle Fahrzeuge bei Zwischenladungen elektrifizierbar.

**Tabelle 13: Theoretisches Elektrifizierungspotential des Standortes Bautzen**

Elektrische Reichweite [km]	150		200		300		400	
	Anz. eFzg.	Anz. konvFzg	Anz. eFzg.	Anz. konvFzg	Anz. eFzg.	Anz. konvFzg	Anz. eFzg.	Anz. konvFzg
Mini	1	10	1	10	2	9	5	6
Kompaktklasse	0	1	0	1	0	1	0	1
Geländewagen	0	1	0	1	0	1	0	1
Hochdachkombi	0	1	0	1	0	1	0	1
Leichtes NutzFzg bis 3,5t	0	1	0	1	1	0	1	0
<b>Summe</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
<b>ePotential</b>	<b>6 %</b>		<b>6 %</b>		<b>20 %</b>		<b>40 %</b>	

**Tabelle 14: Theoretisches Elektrifizierungspotential des Standortes Kamenz**

Elektrische Reichweite [km]	150		200		300		400	
	Anz. eFzg.	Anz. konvFzg	Anz. eFzg.	Anz. konvFzg	Anz. eFzg.	Anz. konvFzg	Anz. eFzg.	Anz. konvFzg
Mini	1	14	1	14	3	12	4	11
Mittelklasse	0	2	0	2	0	2	1	1
Geländewagen	0	1	0	1	0	1	1	0
Kleinbus bis neun Personen	0	3	1	2	2	1	2	1
Hochdachkombi	0	5	0	5	0	5	1	4
Leichtes Nutzfzg bis 3,5t	0	1	1	0	1	0	1	0
<b>Summe</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>3</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>17</b>
<b>ePotential</b>	<b>4 %</b>		<b>11 %</b>		<b>22 %</b>		<b>37 %</b>	

**Tabelle 15: Theoretisches Elektrifizierungspotential des Standortes Hoyerswerda**

Elektrische Reichweite [km]	150		200		300		400	
	Anz. eFzg.	Anz. konvFzg						
Mini	0	4	0	4	0	4	0	4
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<b>ePotential</b>	<b>0 %</b>		<b>0 %</b>		<b>0 %</b>		<b>0 %</b>	

#### **Annahmen kurzfristiges Elektrifizierungspotential (2019 bis 2020)**

Aufgrund der Marktanalyse im Segment der Pkw (Mini, Kompaktklasse, Mittelklasse und Geländewagen) kann heute, auch im Winter, von realistischen Reichweiten von 200 km für die Pkw ausgegangen werden. Für Hochdachkombis gilt das gleiche, wobei hier mit einer geringeren Anzahl an Modellvarianten zu rechnen ist. Außerdem ist zu beachten, dass die Hochdachkombis im Fall der speziellen Anwendung als Blitzerfahrzeuge zusätzlich anderen Gegebenheiten ausgesetzt sind. Die langen Standzeiten und zusätzlich benötigten Stromkapazitäten, in Verbindung mit kaltem Wetter, können die Akkulaufzeit der Fahrzeuge beeinträchtigen.

Im Bereich der leichten Nutzfahrzeuge und Transporter bis neun Personen ist, aufgrund der Transportaufgabe der Fahrzeuge, die reale Reichweite in der Praxis geringer einzuschätzen, weshalb kurzfristig von einer Reichweite von 150 km ausgegangen wird.

#### **Annahmen mittel- und langfristiges Elektrifizierungspotential (2021 bis 2025)**

Mittel- bis langfristig ist bei den Pkw mit einer Reichweite von 400 km zu rechnen.

Für die Hochdachkombis wurde aufgrund der zu transportierenden Ladung eine verminderte Reichweite von 300 km angenommen. Zu dieser Fahrzeugklasse wurden die Kfz zugeordnet, welche den Modellen Renault Kangoo, Skoda Roomster, Citroen Berlingo M4 und Volkswagen Caddy entsprechen.

Bei den leichten Nutzfahrzeugen ist ebenfalls mit einer Erhöhung der Reichweite zu rechnen, jedoch wird diese nicht so stark ansteigen, wie bei den Pkw, da die Nutzlast eine sehr große Rolle spielt und eine höhere Batteriekapazität immer ein höheres Gesamtgewicht zur Folge hat. Daher wird in diesem Segment von einer realistischen Reichweite von 200 km ausgegangen. Je nach technischem Fortschritt und höherer Energiedichte, sind auch höhere Reichweiten möglich.

Alle getroffenen Annahmen zu den Reichweiten in den Szenarien sind in Tabelle 16 dargestellt.

**Tabelle 16: Reichweiten-Annahmen der Szenarien**

Fahrzeugklasse	kurzfristig	mittel- bis langfristig
Pkw	200 km	400 km
Hochdachkombi	200 km	300 km
Kleinbus bis 9Pers	150 km	200 km
Leichte NutzFzg bis 3,5t	150 km	200 km

#### **Kurzfristiges Elektrifizierungspotential (2019 bis 2020) für den Standort Bautzen**

Im kurzfristigen Szenario besteht für den Standort Bautzen ein Elektrifizierungspotential von einem Fahrzeug. Hierbei handelt es sich um ein Fahrzeug, was der Klasse „Minis“ zugeordnet wurde.

Die Detailanalyse zeigt allerdings, dass unter den gewählten Annahmen nur wenige Fahrten nicht elektrifizierbar wären. Dies trifft auf die Fahrzeuge BZ-LK 623, BZ-LK 624, BZ-LK 617 und BZ-LK 620 zu. All diese werden der Fahrzeugklasse „Minis“ zugeordnet und wurden in den Fällen der drei zuerst genannten Kennzeichen über ein Jahr und im Fall von BZ-LK 620 über einen Zeitraum von 11 Monaten analysiert. Die Anzahl der nicht elektrifizierbaren Strecken bilden pro Fahrzeug jeweils einen Anteil von 1 – 5 % der Gesamtzahl von absolvierten Fahrten. Bei einer Verlagerung dieser Fahrten auf den ÖPNV oder Mietwagen, könnten diese vier Fahrzeuge bereits zusätzlich kurzfristig elektrifiziert werden. Zudem erscheint aufgrund der geringen Anzahl das Potential für Zwischenladungen am Zielort oder während einer Pause sehr hoch. Damit wären auch diese Fahrzeuge sofort elektrifizierbar.

Bei dem Hochdachkombi ist die Anzahl der nicht elektrifizierbaren Fahrten mit 17 von 174 Fahrten etwas höher, was allerdings hinsichtlich der Relationen die Möglichkeit einer Zwischenladung noch immer bietet (zwölf Monate analysiert).

Bei dem leichten Nutzfahrzeug bis 3,5t ist ein ähnlicher Effekt zu beobachten. Es existieren nur 18 von 118 Fahrten, die nicht elektrifizierbar sind. Eine Zwischenladung ist aber auch bei diesen Fahrzeugen in Betracht zu ziehen.

Bezieht man diese detaillierte Analyse der Gesamtleistungen der Fahrzeuge ein und überträgt diese auf das im vorangegangenen Abschnitt erklärte theoretische Elektrifizierungspotential für den Standort Bautzen, ergibt sich ein Anteil von 30 % der Fahrzeuge, die kurzfristig elektrifizierbar sind.

#### **Kurzfristiges Elektrifizierungspotential (2019 bis 2020) für den Standort Kamenz**

Wie schon beim Standort Bautzen zu beobachten war, trifft der Effekt der zusätzlichen kurzfristigen Elektrifizierung durch die Betrachtung der gefahrenen Strecken auch auf den Standort Kamenz zu.

Im kurzfristigen Szenario wird lediglich ein Fahrzeug des Standortes elektrifiziert. Dieses wird der Klasse „Minis“ zugeordnet. Die Detailanalyse zeigt jedoch, dass sechs zusätzliche Fahrzeuge im Betrachtungszeitraum von zwölf Monaten ein hohes Elektrifizierungspotential aufweisen. Bei Betrachtung der Strecken, die nicht mittels Elektroantrieb absolviert werden könnten, wird deutlich, dass die Anzahl dieser lediglich einen Anteil von maximal 4 % der Gesamtzahl der Fahrten ausmachen. Bei einer Verlagerung dieser Fahrten auf andere Fahrzeuge oder der Nutzung von ÖPNV und CarSharing in diesen Fällen, ist auch für diese Fahrzeuge eine kurzfristige Elektrifizierung möglich. Des Weiteren ist auch für diesen Standort das Potential für Zwischenladungen aufgrund der Länge und des zeitlichen Abstandes der absolvierten Fahrten möglich. Diese Beobachtungen beziehen sich auf die Fahrzeuge mit den Kennzeichen BZ-LK 613, BZ-LK 107, BZ-LK 610, BZ-LK 115, BZ-LK 114 (Beobachtungszeitraum 12 Monate) BZ-LK 226 (Beobachtungszeitraum 10 Monate). Hierbei handelt es sich um sechs Fahrzeuge der Klasse „Mini“ und einen Skoda Octavia, welcher als Mittelklasse-Fahrzeug eingestuft wurde.

Die gleichen Beobachtungen treffen auf den Geländewagen mit dem Kennzeichen BZ-LK 140 zu. In diesem Fall verhindert ein Anteil von 2 % der Gesamtanzahl der Fahrten eine Elektrifizierung des Fahrzeugs. Somit wird dieses auch im kurzfristigen Szenario als elektrifizierbar eingestuft.

In Bezug auf die Fahrzeugklasse der Hochdachkombis ist durch die genaue Analyse der Fahrtenlängen und deren Anzahl zu beobachten, dass bei einem Citroen Berlingo M4 mit dem Kennzeichen BZ-KM 269 lediglich eine Fahrt nicht elektrifizierbar ist. Eine Umlegung dieser Strecke auf ein anderes Fahrzeug würde eine sofortige Elektrifizierung möglich machen. In diesem Fall wurde ein Zeitraum von 11 Monaten analysiert.

Die Analyse der absolvierten Fahrten der Kleinbusse bis neun Personen, die am Standort Kamenz vorhanden sind, hat gezeigt, dass auch hier eine Umstellung auf Elektroantrieb möglich ist. Durch die Umlegung der Fahrten auf andere Mobilitätsangebote wie CarSharing oder Mietwagen, die diese Umstellung verhindern, kann auch dieser Anteil der Fahrzeugflotte bereits im kurzfristigen Szenario elektrifiziert werden.

Die gleiche Beobachtung lässt sich bei der Klasse der leichten Nutzfahrzeuge bis 3,5 t machen. Hierbei handelt es sich um einen Mercedes Vito, welcher unter den definierten Annahmen eine Anzahl von lediglich vier Fahrten aufweist, die nicht elektrifiziert werden können. Auch in diesem Fall kann durch Umlegung dieser Strecken auf andere Fahrzeuge eine sofortige Elektrifizierung erreicht werden. Es muss allerdings beachtet werden, dass mögliche besondere Nutzungseigenschaften des Fahrzeugs erhalten bleiben, beziehungsweise das Substitut die gleichen Anforderungen erfüllen muss. Dieses Ergebnis wurde durch die Analyse eines Zeitraums von zwölf Monaten erreicht.

Resultierend aus diesen detaillierten Betrachtungen der Anzahl der absolvierten Strecken, lässt sich festhalten, dass zu der bereits vorhandenen kurzfristigen Elektrifizierung eines einzelnen Fahrzeugs zwölf zusätzliche Kfz mittels eines Elektroantriebs betrieben werden können. Es ergibt sich also ein Potential von 48 % für eine kurzfristige Elektrifizierung der Fahrzeuge des Standortes Kamenz.

#### **Kurzfristiges Elektrifizierungspotential (2019 bis 2020) für den Standort Hoyerswerda**

Bezogen auf den Standort Hoyerswerda ist zu beobachten, dass durch die detaillierte Betrachtung der absolvierten Streckenanzahl der analysierten Fahrzeuge das Elektrifizierungspotential erheblich gesteigert werden kann. Nur 5 % der der Gesamtanzahl der Fahrten, die durch die Fahrzeuge an diesem Standort absolviert werden, verhindern eine Elektrifizierung dieser. Somit ist es durch eine Umlegung der Fahrten und einer Verlagerung auf alternative Mobilitätsangebote möglich an diesem Standort ein kurzfristiges Elektrifizierungspotential von 100 % zu erreichen. Grundlage der Analyse ist hierbei ein Zeitraum von zwölf Monaten für alle vier Fahrzeuge.

#### **Mittel- und langfristiges Elektrifizierungspotential (2021 bis 2025)**

In Tabelle 17, Tabelle 18 und Tabelle 19 werden die jeweiligen Elektrifizierungspotentiale im mittel- bis langfristigen Szenario für die jeweiligen Standorte dargestellt. Am Standort Bautzen können demzufolge 80 % der Fahrzeuge, in Kamenz 96 % und in Hoyerswerda 100 % der Fahrzeuge in dieser mittel- bis langfristigen Betrachtung elektrifiziert werden. Somit ergibt sich am Standort Bautzen eine Erhöhung des Elektroanteils von 50 %, während am Standort Kamenz sogar im Vergleich zum kurzfristigen Szenario zusätzlich 48 % der Fahrzeuge durch gestiegene Reichweiten und ohne Verlagerung der Fahrten oder Zwischenladung elektrifizierbar sind.

Im kurzfristigen Szenario konnte bereits eruiert werden, dass nur wenige Fahrten eine Elektrifizierung verhindern. Aufgrund der erhöhten Reichweite im langfristigen Szenario, verringert sich die Anzahl der Fahrten, die eine Substitution durch Elektroantrieb verhindern. Abgesehen vom Nutzungseinsatz der Fahrzeuge, wären durch Zwischenladen oder Verlagerung auf andere Mobilitätsformen nahezu alle Fahrzeuge elektrifizierbar.

**Tabelle 17: Ergebnis Elektrifizierungspotential nach Szenarien für den Standort Bautzen**

Fahrzeugklasse	kurzfristig		mittelfristig bis langfristig	
	Anzahl E-Pkw	Anzahl konv. Pkw	Anzahl E-Pkw	Anzahl konv. Pkw
Mini	5	6	10	1
Kompaktklasse	0	1	0	1
Geländewagen	0	1	1	0
Hochdachkombi	0	1	0	1
Leichte NutzFzg bis 3,5t	0	1	1	0
<b>Summe</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>3</b>
<b>ePotential</b>	<b>30 %</b>		<b>80 %</b>	

**Tabelle 18: Ergebnis Elektrifizierungspotential nach Szenarien für den Standort Kamenz**

Fahrzeugklasse	kurzfristig		mittelfristig bis langfristig	
	Anzahl E-Pkw	Anzahl konv. Pkw	Anzahl E-Pkw	Anzahl konv. Pkw
Mini	6	9	15	0
Mittelklasse	1	1	2	0
Geländewagen	1	0	1	0
Kleinbus bis neun Pers	3	0	3	0
Hochdachkombi	1	4	4	1
Leichtes NutzFzg bis 3,5t	1	0	1	0
<b>Summe</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>1</b>
<b>ePotential</b>	<b>48 %</b>		<b>96 %</b>	

**Tabelle 19: Ergebnis Elektrifizierungspotential nach Szenarien für den Standort Hoyerswerda**

Fahrzeugklasse	kurzfristig		mittelfristig bis langfristig	
	Anzahl E-Pkw	Anzahl konv. Pkw	Anzahl E-Pkw	Anzahl konv. Pkw
Mini	4	0	4	0
<b>Summe</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
<b>ePotential</b>	<b>100 %</b>		<b>100 %</b>	

Generell bietet der Fuhrpark unter Berücksichtigung der Zwischenladungen im mittel- bis langfristigen Horizont ein fast vollständiges Elektrifizierungspotential der untersuchten Fahrzeuge. Die Einschränkungen bzw. Umgewöhnung durch den Nutzer fallen dabei marginal aus.

### 6.2.2 Effizienzpotentiale durch Pooling von Fahrzeugen

Des Weiteren besteht durch die genaue Betrachtung der absolvierten Fahrten die Möglichkeit Potentiale zu errechnen, die durch die Verlagerung von Strecken zwischen den hierfür analysierbaren Fahrzeugen entstehen können.

Für diesen Schritt der Analyse wurden nur Fahrzeuge verwendet, die aufgrund der Datengrundlage durch die Verantwortlichen als poolbar eingestuft wurden. Durch die Einstufung von bestimmten Fahrzeugen als Sonderfahrzeuge und jene mit eingeschränktem Nutzerkreis, ist eine Gesamtanzahl von 22 Kfz entstanden, die für ein Pooling in Frage kommen. Jene Fahrzeuge teilen sich wie in Tabelle 20 ersichtlich auf die einzelnen Standorte auf.

**Tabelle 20: Anzahl der poolbaren Fahrzeuge nach Fahrzeugklasse und Standort**

Fahrzeugklasse	Anz. Fahrzeuge je Standort		
	Bautzen	Kamenz	Hoyerswerda
Mini	8	9	4
Kompaktklasse	1	-	-
<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>4</b>

Aus der Analyse der für diese Berechnung in Frage kommenden Fahrzeuge geht hervor, dass die absolvierten Fahrten in Kombination der dafür benötigten Zeit und Länge keine Optimierung im Sinne der Einsparung von Fahrzeugen zulassen.

Zusätzlich wurden die beiden vorhandenen Fahrzeugklassen zusammengelegt und die absolvierten Gesamtkilometer im betrachteten Zeitraum vom 18.09.2017 bis 19.09.2018 analysiert. Auch diese Maßnahmen konnten keine Einsparung hervorbringen.

### 6.2.3 Ökologische Effekte und Umweltwirkungen

Konventionelle Kraftfahrzeuge emittieren im Betrieb treibhausrelevante Gase (z. B. CO<sub>2</sub>), Stickoxide sowie Partikel (Vgl. Kapitel 4.2). Vor allem im niedrigen innerstädtischen Geschwindigkeitsbereich und bei Beschleunigungsvorgängen reduzieren sich durch BEV auch die Lärmemissionen deutlich. Diese Effekte sind jedoch nicht einfach quantifizierbar und werden nicht weiter berücksichtigt. Mittels der Jahreslaufleistung und durchschnittlichen Emissionswerten aus den HBEFA 3.3 Datensätzen des Umweltbundesamtes,<sup>112</sup> erfolgte die Ermittlung der Schadstoffemissionen der Fahrzeuge.

Für den Ist-Stand der Fahrzeuge ergeben sich jährliche Fahrleistungen und Emissionen über alle untersuchten Fahrzeuge, die in Tabelle 21 und Tabelle 22 dargestellt sind. Insgesamt werden im Jahr 708 710 km von den 46 untersuchten Fahrzeugen absolviert.

**Tabelle 21: Fahrleistungen über die Fahrzeugklassen im Fuhrpark (Ist-Stand)**

Fahrzeugklasse	Anzahl Fahrzeuge	Fahrleistungen [km]	anteilig
Mini	30	456 799	64,5 %
Kompaktklasse	1	29 700	4,2 %
Mittelklasse	2	18 828	2,7 %
Geländewagen	2	27 837	3,9 %
Kleinbus bis neun Personen	3	25 133	3,5 %
Leichtes NutzFzg bis 3,5t	8	150 413	21,2 %
<b>Summe</b>	<b>46</b>	<b>708 710</b>	<b>100 %</b>

Dabei ist ersichtlich, dass die Jahreslaufleistung der einzelnen Fahrzeuge im Schnitt bei weniger als 16 000 km liegt.

**Tabelle 22: Jährliche Emissionen über die Fahrzeugklassen im Fuhrpark (Ist-Stand)**

Fahrzeugklasse	Emissionen NO <sub>x</sub> [kg]	Emission Partikel [kg]	Emissionen CO <sub>2</sub> [kg]
Mini	63,69	0,87	67 322,47
Kompaktklasse	0,80	0,05	5 222,75
Mittelklasse	0,51	0,03	3 310,90
Geländewagen	5,91	0,06	4 872,69
Kleinbus bis neun Pers	8,62	0,06	4 897,67
Leichtes NutzFzg bis 3,5t	8,24	0,26	26 394,85
<b>Summe</b>	<b>87,77</b>	<b>1,32</b>	<b>112 021,33</b>

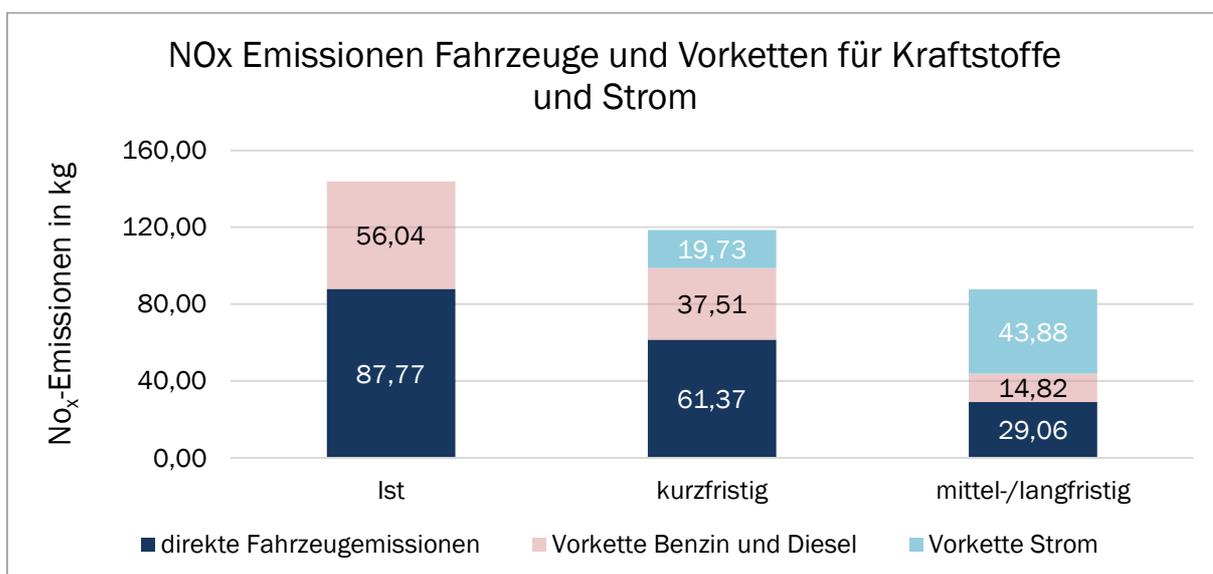
<sup>112</sup> Umweltbundesamt: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3.

In Tabelle 23 sind die Emissionen in den einzelnen Szenarien dargestellt. Aus den Werten kann die Differenz der NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen zum Ist-Stand abgelesen werden. Bei der Umsetzung des kurzfristigen Elektrifizierungspotentials existieren eine NO<sub>x</sub>-Ersparnis von ca. 26 kg sowie 36 376 kg der CO<sub>2</sub>-Emissionen für ein gesamtes Jahr. Würde das mittel- bis langfristige Elektrifizierungspotential umgesetzt werden, steigt die NO<sub>x</sub>-Einsparung auf ca. 59 kg und die CO<sub>2</sub>-Ersparnis auf ca. 81 298 kg.

**Tabelle 23: Reduktion der NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>- Emissionen im Vergleich Ist- Stand nach Fahrzeugklassen**

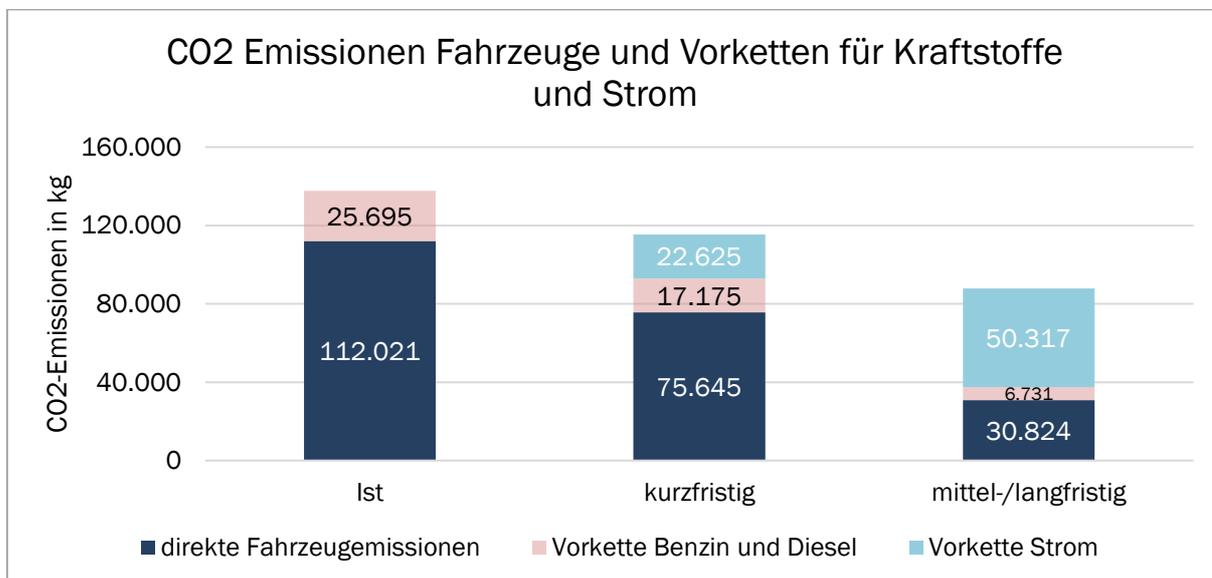
Fahrzeugklasse	Kurzfristig		mittel-/ langfristig	
	Emissionen NO <sub>x</sub> [kg]	Emissionen CO <sub>2</sub> [kg]	Emissionen NO <sub>x</sub> [kg]	Emissionen CO <sub>2</sub> [kg]
Mini	14,48	24 055,00	44,28	52 542,69
Kompaktklasse	-	-	-	-
Mittelklasse	0,18	1 163,78	0,51	3 310,90
Geländewagen	0,31	1 688,71	0,31	1 688,71
Kleinbus bis neun Personen	8,62	4 897,67	8,62	4 897,67
Leichtes Nutzfzg bis 3,5t	2,81	4 571,34	4,99	18 757,68
<b>Summe</b>	<b>26,40</b>	<b>36 376,49</b>	<b>58,71</b>	<b>81 197,65</b>

Elektromobilität ist lokal emissionsfrei. Die Stromerzeugung und demnach auch die Auswirkungen, die sich in der Vorkette der jeweiligen Kraftstoffe ergeben, müssen jedoch berücksichtigt werden. Als Referenz wird der prognostizierte Strom-Mix Deutschlands des Jahres 2020 angenommen. Die Datengrundlage ist die auf GEMIS 4.95 basierende Ergebnistabelle. Es wurden für die Berechnung die aus der Fahrzeugliste erfassten Kraftstoffverbräuche für den Ist-Zustand verwendet. Bei den Elektrofahrzeugen wurden entsprechende Stromverbräuche nach zulässigem Gesamtgewicht und Fahrzeugklassen sowie der Ein- und Aufbauarten angenommen. Zudem wurde der „Strom-Mix lokal 2020“ als Grundlage der Stromerzeugung angesetzt. In der Berechnung ist die komplette Kette von der Förderung über die Stromerzeugung im Kraftwerk sowie den Transportverlusten im deutschen Strom-Mix 2020 enthalten. Auch während der Förderung, Aufbereitung und Bereitstellung von Benzin, Diesel und CNG an den Tankstellen werden Emissionen freigesetzt. Das Ergebnis der Berechnung inkl. Vorkette der Kraftstoffe ist in Abbildung 37 für die NO<sub>x</sub>-Emissionen (Stickoxidemissionen) und in Abbildung 38 für die CO<sub>2</sub>-Emissionen (Treibhausgase) visualisiert.



**Abbildung 37: Stickoxid-Emissionen im Szenarienvergleich**

Bei Einbezug der Vorkette ist die CO<sub>2</sub>-Einsparung im kurzfristigen Szenario ca. 14.104 kg und mittel- bis langfristig ca. 31.352 kg geringer. Bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen ist die Ersparnis kurzfristig 1,2 kg und mittel- bis langfristig 1,3 kg geringer. Werden die Fahrzeuge zu 100 % mit Strom aus regenerativen Energien geladen, kann diesen Verlusten entgegengewirkt werden.



**Abbildung 38: Treibhausgasemission im Szenarienvergleich**

### 6.3 Fazit und Handlungsempfehlungen

Es bestehen hohe Einsparpotentiale direkter Fahrzeugemissionen bzgl. Stickoxiden, Treibhausgasen und weiteren Luftschadstoffen durch den Einsatz von BEV im Fuhrpark. Um diese zu maximieren, sollte eine Umstellung auf Ökostrom bei den beteiligten Ämtern in Betracht gezogen werden. Hinzu kommen positive Effekte, die sich aus der Lärminderung und der Sichtbarkeit ergeben. Insbesondere im Markthochlauf ist die Sichtbarkeit entscheidend und wird zu Nachahmereffekten, auch durch eine steigende Erwartungshaltung bei den Mitarbeitern und Bürgern, führen. Die Beschaffung von Elektrofahrzeugen sollte, um hohe Investitionskosten zu vermeiden gemäß dem Ersetzungszeitraum der vorhandenen Fahrzeuge erfolgen. Dabei sollte auch auf mögliche Bundes- oder Landesförderungen geachtet werden. Zusätzlich ist der Aufbau von Ladeinfrastruktur an den Standorten, insbesondere bei ohnehin anstehenden Umbauten zu berücksichtigen. Dabei sollte im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung auch die Möglichkeit des Arbeitsplatzladens in Betracht gezogen werden.

Die von den Mitarbeitern im Landkreis Bautzen zurückgelegten Streckenlängen sind überwiegend länger als 25 km. Dies liegt nicht zuletzt an der eher ländlichen Prägung des Landkreises. Trotzdem ergeben sich bei der Betrachtung der Distanzen potentielle Strecken, die auch mit Dienstfahrrädern, Pedelecs oder je nach Einsatzzweck mit Lastenfahrrädern zurückgelegt werden können. So sind 6 % der Fahrten maximal 5 km und 10 % der Fahrten maximal 10 km lang. Durch die Aufnahme von Dienstfahrrädern und/oder Pedelecs in den Fuhrpark könnten einige dieser Fahrten gesundheitsfördernd, emissionsfrei und kostensparend durchgeführt werden. Dies würde den herkömmlichen Fuhrpark entlasten und den Mitarbeitern eine neue Möglichkeit der dienstlichen Mobilität bieten.

Dienstliche Fahrten mit dem Privat-Pkw sollten eingeschränkt werden. Dies sollte sich aufgrund der ländlichen Gegebenheiten jedoch auf Fahrten die am Arbeitsort enden und starten konzentrieren. In einigen Fällen, beispielsweise, wenn Termine auf dem Hin- oder Rückweg zur Arbeit erledigt werden können, ist der Einsatz sogar sinnvoll. Bei anderen Fahrten bietet die Nutzung des Privat-Pkw als Dienstfahrzeug jedoch einen Anreiz diesen auch für den Arbeitsweg zu nutzen. Sind am Arbeitsplatz jedoch genug Fahrzeuge vorhanden, um die dienstliche Mobilität zu gewährleisten, eröffnen

sich neue Möglichkeiten wie die Bildung von Fahrgemeinschaften und die Nutzung des ÖPNV oder Fahrrads für den Arbeitsweg.

Mit der Nutzung von digitalen Fahrtenbüchern wurde beim Landkreis Bautzen bereits ein sinnvoller Schritt im Fuhrparkmanagement unternommen. Durch das digitale Vorliegen der Daten ist die Auslastung und Nutzung der Fahrzeuge gut überblickbar. Dies spiegelt sich auch in der hohen Auslastung der Fuhrparks an den Standorten wieder. In Bezug auf die Einsparpotentiale, welche durch die genaue Betrachtung der absolvierten Strecken, in Verbindung mit deren Länge und benötigter Zeit, deutlich werden können, wurde in diesem Fall berechnet, dass keine Potentiale zur Einsparung bestehen. Dies wird durch die zeitliche Verteilung der Fahrten und damit verbundene Fuhrparkauslastung verhindert.

### **Einführung einer systemgestützten Dispositionssoftware**

In Betracht der theoretisch errechneten niedrigen Potentiale zur Elektrifizierung, speziell an den Standorten Bautzen und Kamenz wird die Einführung einer systemgestützten Dispositionssoftware empfohlen. Die Aufgabe einer solchen Software ist die Sortierung bzw. Zuordnung von Fahrten auf Fahrzeuge. Dabei können die Reichweite und der Ladestand von Elektrofahrzeugen beachtet werden und sofern diese für die vorgesehene Fahrt nicht ausreichen, die Fahrt einem konventionellen Fahrzeug oder einem Elektrofahrzeug mit höherer Ladekapazität zugeordnet werden. Wäre ein solches System im LK Bautzen bereits vorhanden, wären kurzfristig mindestens 8 Fahrzeuge am Standort Bautzen und 11 am Standort Kamenz elektrifizierbar. Zusätzlich können maximale Laufleistungen von Fuhrparkfahrzeugen aufgrund von Leasingverträgen oder Restwertprognosen in solchen Systemen als zu berücksichtigender Parameter hinterlegt werden. Das System sortiert dann die Fahrten zum am besten passenden Fahrzeug wodurch eine höhere Effizienz und langfristig auch eine Fahrzeugeinsparung möglich sind.

Aufgrund der direkten Sichtbarkeit bzw. Prüfmöglichkeit der Verfügbarkeit von Fahrzeugen in der Dispositionssoftware erhöht sich auch die wahrgenommene Verfügbarkeit der Fahrzeuge beim einzelnen Nutzer deutlich. Bei Terminplanungen kann sofort die Fahrzeugverfügbarkeit geprüft werden und in die Terminfindung einfließen. Bei Auslastungsspitzen sind Alternativen sofort ersichtlich.

Eine Dispositionssoftware erhöht zudem die Ad-hoc-Verfügbarkeit und damit die Flexibilität deutlich, da eine automatisierte Neuplanung stattfindet. Diese ist nicht von Personen abhängig. Weiterhin ergeben sich durch die Sichtbarkeit der Verfügbarkeit und der Umplanungsmöglichkeiten bei der Buchung Alternativen, für die niemand tätig werden muss.

Unerwartete Störungen, wie die Verspätung eines Fahrzeuges, können vom System bei ausreichenden Fahrzeugkapazitäten automatisch behoben werden. Der Eingriff von Mitarbeitern dafür ist dann ggf. nicht erforderlich.

Zudem wird der Zugriff auf Pools und Fahrzeuge anderer Einheiten deutlich einfacher und ermöglicht zudem ggf. weitere betriebswirtschaftliche Effekte durch zusätzlich mögliche Fahrzeugreduktionen.

Bei Elektrofahrzeugen kommt der Nutzung einer Dispositionssoftware aufgrund des zusätzlichen Faktors des jeweils benötigten Ladestandes zu Beginn der einzelnen Fahrt eine noch höhere Relevanz zu. Es ergeben sich Sperrzeiten, in denen das Fahrzeug unabhängig von der Fahrstrecke und dem Ladestand nicht geplant wird. Selbst bei einer geringen Anzahl von Fahrzeugen und Nutzern stellt hier die Disposition eine komplexe Herausforderung dar. Insbesondere die Zuordnung der ausreichenden Reichweite für die geplanten Strecken ist relevant.

## Lade- und Lastmanagement

Mit einer steigenden Anzahl von Elektrofahrzeugen wird außerdem eine Lade- und Lastmanagement relevant. Die Wirkung eines Lade- und Lastmanagements besteht in zwei Richtungen. Zum einen ermöglicht es, mehrere angeschlossene Elektrofahrzeuge gleichzeitig zu laden und Anforderungen an die zeitliche Verfügbarkeit und den Ladestand zum gewünschten Zeitpunkt zu berücksichtigen. Auch kann die Verwaltung der knappen Ressource Ladepunkt/Stellplatz damit organisiert werden. Die Bereitstellung der E-PKW kann damit für die zu absolvierenden Strecken sichergestellt werden. Andererseits kann mit der bereitstehenden Anschlussleistung oder einer geringen Aufrüstung die Ladung einer größeren Anzahl von Fahrzeugen noch ermöglicht werden. Da die Fahrzeuge nicht alle mit Maximalleistung laden, entsteht ein optimiertes Lade-Lastprofil, was damit ein Lastmanagement ermöglicht.

Über eine Priorisierung des Ladevorgangs mit einer höheren Ladeleistung zu Lasten der Ladeleistung bei anderen ladenden Fahrzeugen, kann auch bei geringen Anschlussleistungen für einzelne Fahrzeuge ein schneller Ladevorgang ermöglicht werden. Im betrieblichen Fuhrpark kann eine Interaktion mit der Dispositionssoftware erfolgen. Ansonsten kann der gewünschte SoC (Ladezustand der Fahrzeugbatterie) und die Abfahrtszeit eingegeben werden. So ist es möglich, die Fahrzeuge entsprechend der Notwendigkeit für den Einsatz, ggf. auch mit höherer Ladeleistung zu laden. Damit können Fahrzeuge, die schon über einen hohen Ladestand verfügen, entweder priorisiert und schneller geladen werden, um das Fahrzeug schnell bereitzustellen oder sehr langsam geladen werden, um anderen Fahrzeugen eine höhere Priorität zukommen zu lassen.

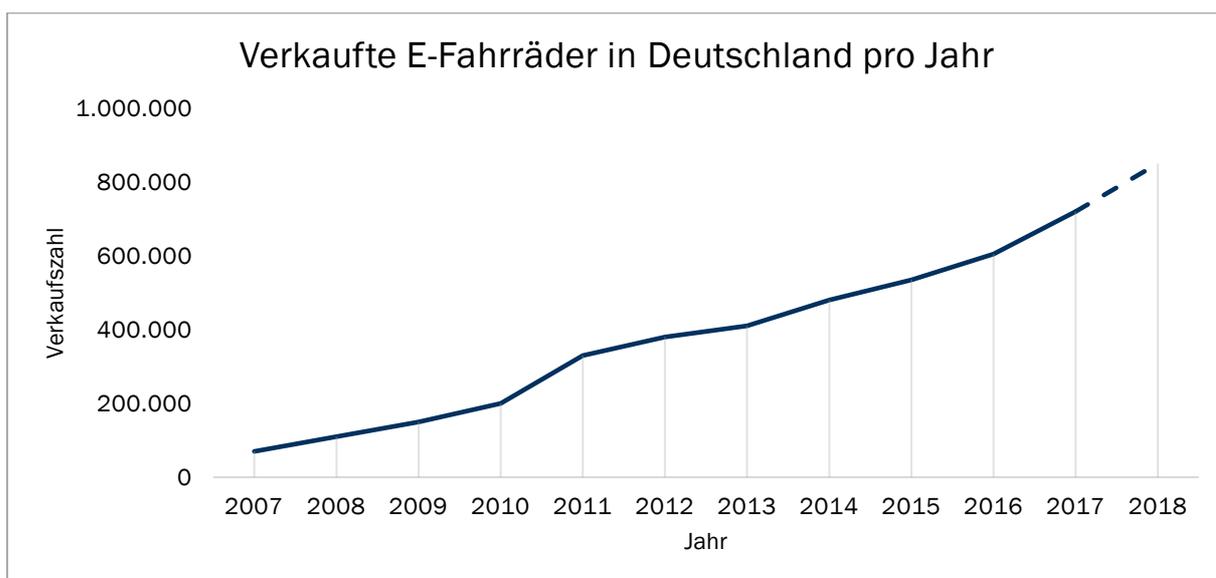
Mit einem Lademanagement kann auch ein Lastmanagement realisiert werden. Indem die Ladevorgänge bzgl. eines zulässigen Lastprofils im jeweiligen Stromtarif oder hinsichtlich der nachhaltigen Stromproduktion optimiert werden, kann eine ungesteuerte Lastprofilerhöhung mit negativen Folgen für die Stromtarifstruktur vermieden werden. Dem Lademanagement kommt auch die Rolle des Informationslieferanten für die Dispositionssoftware in Fuhrparkflotten zu, d. h. welches Fahrzeug wann welchen Ladestand erreicht haben wird. Dies geschieht auf Basis von Vorhersagen erforderlicher Ladevorgänge, Fahrzeugstandzeiten und verfügbaren Laderessourcen, woraus sich Steuerungsmöglichkeiten ergeben.

## 7 Mobilitätsverbund und Daseinsvorsorge

Maßnahmen zum Ersetzen herkömmlicher Verbrennerfahrzeuge sorgen direkt für eine Emissionsreduktion. Das kann eine Elektrifizierung von Fahrzeugen in kommunalen Flotten oder von Bussen des ÖPNV sein. Jedoch können Emissionen auch passiv über weitere Stellschrauben gesenkt werden. Die Verlagerung von Teilen des MIV in den Nahverkehr sorgt bspw. bereits ohne den Einsatz von Elektrobussen für eine Emissionsverringerung, weil hierdurch Fahrten mit dem Pkw eingespart werden. Für die Potentialermittlung bezüglich einer Emissionsreduktion ist die Prüfung auf Elektrifizierungspotentiale relevant. Gleichzeitig sollte jedoch der Hebel nicht außer Acht gelassen werden, der von einer grundsätzlichen Reduktion des MIV, als auch von den Fahrten insgesamt, ausgeht.

### 7.1 Elektrofahrräder

Der Markt für Elektrofahrräder entwickelt sich in Deutschland seit einigen Jahren dynamisch (Abbildung 39). Im Jahr 2017 wurden 720 000 Elektrofahrräder verkauft. Dies entspricht einer Steigerung von 19 % im Vergleich zum Vorjahr und einem Anteil an allen verkauften Fahrrädern von 19 %.<sup>113</sup> Der Absatz von Elektrofahrrädern stieg trotz des Rückganges der Gesamtabsatzzahlen aller Fahrräder um 5 %. Mit 720 000 verkauften Einheiten im Jahr 2017 bietet Deutschland den mit Abstand größten Markt für Elektrofahrräder in Europa. Die Niederlande und Belgien folgen mit 273 000 und 168 000 verkauften Einheiten.<sup>114</sup>



**Abbildung 39: Absatz von E-Fahrrädern in Deutschland von 2007 bis 2017, mit Prognose bis 2018 (Zweiradindustrieverband 2018)**

Der Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) geht mittelfristig (5 Jahre) von einem Verkaufsanteil der Elektrofahrräder von 23 – 25 % und langfristig (8 – 10 Jahre) von 35 % aus.<sup>115</sup> Mit einem Bestand von ca. 3,5 Millionen elektrisch unterstützten Fahrrädern ergibt sich ein Anteil von 4,7 % am Gesamtbestand von Fahrrädern (73,5 Mio.) in Deutschland (Stand 2017).

Bei Elektrofahrrädern lässt sich zwischen drei Kategorien unterscheiden. Die Kategorie der Pedelecs unterstützt den Fahrer mit einem Elektromotor bis maximal 250 Watt. Unterstützt wird nur während des Tretens der Pedale und bis zu einer Geschwindigkeit von maximal 25 km/h. Laut

<sup>113</sup> Im Vergleich: Zum 01.01.2018 beträgt der Anteil elektrischer Pkw am Gesamtbestand in Deutschland 0,21 %.

<sup>114</sup> Vgl. ZIV 2018

<sup>3</sup> ebenda

Straßenverkehrsgesetz steht das Pedelec dem Fahrrad rechtlich gleich. Somit werden weder Kennzeichen und Zulassung noch eine Fahrerlaubnis benötigt (Vgl. Tabelle 24). 99 % aller verkauften Elektrofahrräder sind laut ZIV Pedelecs 25 mit einer Nenndauerleistung des Motors bis 250 Watt.

Die Kategorie der schnellen Pedelecs oder S-Pedelecs funktioniert technisch wie Pedelecs, leisten jedoch eine Motorunterstützung bis zu 45 km/h. Daher sind für diese eine Betriebserlaubnis bzw. eine Einzelzulassung sowie ein Versicherungskennzeichen erforderlich. Die Fahrer müssen mindestens 16 Jahre alt sein und eine Fahrerlaubnis der Klasse AM besitzen. Das Tragen eines geeigneten Schutzhelms ist Pflicht und die Nutzung von Radwegen verboten.

Die dritte Kategorie bilden E-Bikes, welche auch ohne das Treten der Pedale elektrische Unterstützung leisten. Wenn eine Motorleistung von 1 000 Watt und eine Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h nicht überschritten werden, gelten sie als Kleinkrafträder. Eine Betriebserlaubnis, ein Versicherungskennzeichen und eine Mofa-Prüfbescheinigung sind Pflicht.<sup>116</sup> Im Sprachgebrauch verbreitet ist der Begriff E-Bike, womit im weiteren Sinne Elektrofahrräder aller drei Kategorien gemeint sind. Hierbei ist somit die Bedeutung des Begriffs E-Bike zu differenzieren. Im Folgenden wird daher von Elektrofahrrädern gesprochen.

**Tabelle 24: Arten von Elektrofahrrädern im Vergleich<sup>117</sup>**

Merkmale	Pedelec	S-Pedelec	E-Bike
Motorleistung	250 Watt	500 Watt	4 000 Watt**
Unterstützung bis	Tretabhängiger Zusatzbetrieb bis 25 km/h	Tretabhängiger Zusatzbetrieb bis 45 km/h	Tretunabhängiger Zusatzbetrieb bis 45 km/h
Fahrzeugtyp	Fahrrad	Kleinkraftrad	Kleinkraftrad
Führerschein	Nein	Ja	Ja
Helm	empfohlen	verpflichtend	verpflichtend
Versicherung	Nein	Ja	Ja
Nutzung der Radverkehrsanlagen	Ja	Nein	Nein
* laut ZIV			
** E-Bikes können auch mit stärkeren Motoren ausgerüstet sein und eine höhere Leistung erzielen. Dann werden sie als Kraftrad eingestuft.			

Laut ZIV halten die Cityräder mit 38,5 % den größten Anteil an allen verkauften Elektrofahrrädern, gefolgt von den Trekkingrädern mit 35,5 % und den Mountainbikes (MTB) mit 21,5 %. Der Anteil der E-Lastenräder ist im Vergleich zum Vorjahr um 0,1 % gestiegen und wird voraussichtlich weiter steigen.

Der durchschnittliche Preis eines Elektrofahrrades liegt bei rund 2 550 €, wobei E-Fahrräder in der Regel 500 – 1 500 € teurer sind als Fahrräder ohne Antrieb.<sup>118</sup> Der durchschnittliche Preis ist in den letzten Jahren gestiegen, was durch neue Premiummodelle vorrangig bei den MTBs zu begründen ist. Zwar sind auch günstige Modelle ab 800 € (vgl. Discounter Angebote) verfügbar, der Trend geht jedoch zu den Premiummodellen mit Smartphone-Anbindung oder Bordcomputer sowie hochwertigen Komponenten.<sup>119</sup> Die teuerste Komponente eines Elektrofahrrades ist, wie beim Pkw, der Akku. Mit sinkenden Kosten für Lithium-Ionen-Batterien ist mit einer Kostenreduktion der Elektrofahrräder zu rechnen.

<sup>116</sup> Vgl. Lienhop et. al. 2015, S. 17 ff.

<sup>117</sup> Vgl. Gehlert, T. 2017

<sup>118</sup> Greenfinder: E-Bike Preise

<sup>119</sup> Vgl. Ebikefinder 2018

Der Tourismus bietet für Elektrofahrräder hohe Potentiale. Neben dem Fahrradtourismus, der sich aus der Ansprache neuer Zielgruppen ergibt, entstehen Chancen durch die Ausweitung der Reichweiten und des Tourenangebotes. Zwingend erforderlich ist dafür eine geeignete Fahrradwegeinfrastruktur. Der kontinuierliche Ausbau dieser ist deshalb zu forcieren.

Die Umweltwirkungen von Elektrofahrrädern sind mit einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von etwa 1,78 kg pro 100 km <sup>120</sup> und einem Energieverbrauch von etwa 1 kWh deutlich umweltfreundlicher als Pkw.<sup>121</sup> Dessen Energieverbrauch liegt bei ca. 16 kWh pro 100 km und ca. 15 kg CO<sub>2</sub> (im Strommix) bzw. ca. 7 kg CO<sub>2</sub> (mit regenerativen Energien)<sup>122</sup>. Bei einem konventionellen Pkw sind es 22,08 kg (Otto-motor) bzw. 19,14 kg (Dieselmotor). Im Vergleich zum konventionellen Fahrrad entstehen beim E-Fahrrad mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen, diese Effekte sind jedoch durch die deutlich höheren Reduktionen durch vermiedene Pkw Fahrten zu vernachlässigen.

#### Infrastrukturanforderungen und Abstellplätze

Lärmreduktion, ein geringerer Flächenverbrauch sowie weitere gesundheitlich positive Aspekte sorgen des Weiteren für einen großen Mehrwert der Elektrofahrräder. Mit einem Raumanpruch, der etwa dem von konventionellen Fahrrädern entspricht, können Flächen deutlich effizienter genutzt werden, als für die Bereitstellung von Parkplätzen für Pkw.<sup>123</sup> Damit ergibt sich eine nachhaltige Mobilität mit deutlich attraktiveren Lebens- und Wohnräumen.

Es wird auf das Radverkehrskonzept des Landkreises Bautzen vom 09.09.2015 verwiesen. Durch die Nutzung von Elektrofahrrädern ergeben sich neue Anforderungen an die Radinfrastruktur, welche einen zukünftigen weiteren Ausbaubedarf des Radwegenetzes mit sich bringen. Die Anforderungen sind bedingt durch erhöhte Geschwindigkeiten, ältere Nutzer und geringere Fahrraderfahrung. Die Fahrradwege müssen deswegen eine ausreichende Breite, einen rutschfesten Belag und weite Kurvenradien aufweisen. Verkehrssichere Überholvorgänge von Radfahrern mit einer geringeren Geschwindigkeit sollten möglich sein.<sup>124</sup> Die Beschilderung muss eine ausreichende Größe haben und frühzeitig erkennbar sein. Treppen und Absätze sollten vermieden werden oder Alternativen zur Verfügung stehen, die kein Anheben der Elektrofahrräder erfordern (bspw. Rampen ohne enge Kurven oder starke Anstiege, Fahrstühle etc.).

Eine hohe Relevanz bilden Abstellmöglichkeiten für Elektrofahrräder, da diese einen hohen Wert aufweisen und eine hohe Diebstahlwahrscheinlichkeit, sowohl für das Rad, als auch die abnehmbaren Akkus empfunden wird. An Wohnungen, bei Arbeitgebern und auch an halb-/öffentlichen Fahrtzielen, mit längeren Standzeiten, müssen diese Abstelleinrichtungen vorhanden sein. Geeignete Möglichkeiten dafür stellen Fahrradbügel bzw. abschließbare Fahrradboxen oder -käfige dar. Ein weiterer Ausbau sollte stattfinden und auch bei Autofahrern, die regelmäßig das P&R Angebot nutzen, beworben werden. Dies kann ggf. auch mit Testtagen zusammen mit Fahrradhändlern umgesetzt werden.

Bei Bautätigkeiten und im Rahmen der allgemeinen Kommunikation sind die Bauherren auf diese Anforderungen hinzuweisen (Vgl. Maßnahme 13). Ggf. kann dies mit Empfehlungen zur Ladeinfrastruktur in ein Merkblatt aufgenommen werden.

---

<sup>120</sup> Gesamtemissionen, inkl. Vorkette

<sup>121</sup> Vgl. Teufel et. al. 2017

<sup>122</sup> Vgl. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club 2018

<sup>123</sup> Umweltbundesamt (Hrsg.) 2014

<sup>124</sup> Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) 2012

## Ladeinfrastruktur

Aktuelle Elektrofahrräder weisen Reichweiten zwischen 40 und 80 km im Realbetrieb auf. Da wenige Nutzer von Elektrorädern längere Strecken absolvieren, ist LIS nicht zwingend erforderlich. Vielmehr stellt es einen Mehrwert und einen Anziehungspunkt dar. Bei Pedelecs ist oftmals der Akku abnehmbar, was die Bedeutung von LIS für E-Fahrräder relativiert.

LIS für Elektrofahrräder spricht unterschiedliche Nutzergruppen wie Touristen, Pendler, Studenten u. v. a. an. Um geeignete Standorte für LIS zu identifizieren, sollten die Wege folgender Nutzergruppen berücksichtigt werden.

1. Touristen
2. Nutzer mit dem Wegezweck Beruf/Ausbildung
3. Nutzer mit dem Wegezweck Freizeit/Einkaufen

Je nach Nutzergruppe sind andere Gebiete relevant. Für Freizeit- und Einkaufswege sind primär zentrale Bereiche mit Einkaufs- und Aufenthaltsmöglichkeiten, bspw. die Supermärkte im Zentrum der Gemeinden geeignet. Geeignete Standorte für Berufs- und Ausbildungswege befinden sich auf den Firmengeländen größerer Arbeitgeber oder an P&R Parkplätzen. Für touristische Wege eignen sich vor allem Unterkünfte und Herbergen als Standorte für Ladeinfrastruktur sowie Fahrradläden und -verleiher. Dabei sind die Lademöglichkeiten jedoch nicht dringend erforderlich, sondern stellen ein zusätzliches Leistungsangebot für die Kunden dar.

## Ist-Stand Radweginfrastruktur

Im Landkreis Bautzen sind insgesamt mehr als 725 km radtouristische Radwege vorhanden (Stand 2014). Diese fallen zurück auf das radtouristische Netz „SachsenNetz Rad“, welches auf Landesebene koordiniert wird. Von den 725 km Radweg entfallen ca. 323 km auf Radfernwege sowie 310 km auf regionale Hauptradrouten. Die Radwege sind in überwiegend gutem Zustand.<sup>125</sup>

Aus touristischer Sicht verbindet das radtouristische Netz überwiegend alle wichtigen Sehenswürdigkeiten und Landschaften des Landkreises Bautzen. Lediglich Bereiche zwischen Bischofswerda und der Stadt Bautzen sind ungenügend abgedeckt. Sowohl über Online-Portale als auch über Wegbeschilderungen werden touristische Fahrradrouten beworben.<sup>126</sup>

Im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit übernimmt die Radverkehrswegweisung direkt an der Infrastruktur über die Streckenbeschilderung sowie zusätzlicher Infotafeln, eine wichtige Funktion des Marketings. Hierüber wird ebenfalls ein Image vermittelt und analog über das Streckennetz sowie Routenverläufe informiert. Digitale Informationen zu den Radrouten werden bereits im umfangreichen Maß über das Internetportal des Landkreises, in Form eines Flyers und über weitere Online-Portale, welche sich auf Informationen bezüglich Radtourismus spezialisiert haben, zur Verfügung gestellt. Weiterhin existieren andere Aktionen, mit denen der Landkreis Bautzen das Radfahren fördert, bspw. nahm der Landkreis 2018 an der Aktion „Stadtradeln“ teil. Dabei legen die Mannschaften 21 Tage lang möglichst sämtliche Wege mit dem Fahrrad zurück und erzielen damit eine möglichst hohe Kilometerzahl. Das Ergebnis wird in Form der gefahrenen Gesamtkilometer der Teilnehmer und der dadurch eingesparten CO<sub>2</sub>-Menge im Vergleich zur Nutzung eines Pkws ermittelt.<sup>127</sup> 2017 wurden bereits Fachtagungen zum Thema „Zukunft Radverkehr“ durch das Landratsamt Bautzen durchgeführt, welche aktuelle Handlungsmöglichkeiten und Herausforderungen, wie die Einrichtung öffentlicher Fahrradverleihsysteme oder der Integration von Elektromobilität im Fahrradbereich, diskutierten. In dieser Form sind jährliche Tagungen geplant.<sup>128</sup>

---

<sup>125</sup> [http://www.lauta.de/uploads/useruploads/files/radverkehrskonzept\\_vollstaendig.pdf](http://www.lauta.de/uploads/useruploads/files/radverkehrskonzept_vollstaendig.pdf) (S.8)

<sup>126</sup> Ibid.

<sup>127</sup> <https://www.stadtradeln.de/landkreis-bautzen/>

<sup>128</sup> [https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/event/radverkehr\\_fachtag\\_bautzen\\_04-12-2017.pdf](https://nationaler-radverkehrsplan.de/sites/default/files/event/radverkehr_fachtag_bautzen_04-12-2017.pdf)

## 7.2 ÖPNV

Der ÖPNV umfasst in seiner Funktion den Transport vieler Menschen mit vergleichsweise wenigen Fahrzeugen. Somit betrifft eine Elektrifizierung des ÖPNV mehr Menschen mit einem geringeren Aufwand, als es eine Förderung des elektrifizierten MIV vermag. Da zudem Tendenzen erkennbar sind, den Modal Split langfristig verstärkt weg vom MIV und hin zum ÖPNV zu verschieben, scheint es sinnvoll, diesen auch technologisch zukunftsfähig zu machen. Eine Möglichkeit, dies zu gewährleisten, ist die langfristige Implementierung der Elektromobilität im ÖPNV, konkret durch den Einsatz von Elektrobussen. Hierbei sind zur Planung sowie Umsetzung verschiedene Faktoren zu beachten.

Die beiden aktuellen Konzepte der Elektromobilität im ÖPNV sind das Overnight- sowie Opportunity-Charging. Gemeinsam haben die Konzepte, dass die Busse selbst über eine Batterie verfügen und somit nicht dauerhaft an ein Stromnetz angeschlossen sein müssen. Der Unterschied liegt in der Batteriegröße und den notwendigen Ladeintervallen.

Beim Overnight-Charging sind die Batterien im Fahrzeug mit einer Größe ausgestattet, die lange Fahrten von im Schnitt aktuell zwischen 250 und 400 Kilometer zurücklegen können. Bei schwierigen Witterungsbedingungen kann sich dieser Wert in der Praxis reduzieren. Wenn die Batterien erschöpft sind, werden die Busse im Depot oder an dafür eingerichteten Ladestationen geladen. Der Vorteil in diesem Konzept liegt bei den verhältnismäßig hohen Reichweiten und der damit verbundenen Einsatzflexibilität. Beim Einsatz der Busse muss lediglich die Dauer der Ladevorgänge beachtet werden. In dieser Zeit ist der Bus entsprechend nicht einsatzfähig. Weiterhin stellt die Batterie den größten Kostenpunkt eines Elektrobusses dar, welcher bei großen Batterien entsprechend teurer ist. Hierbei ist ein Preisaufschlag von aktuell fast 100 % verglichen zu einem Diesibus realistisch. Allerdings kann diese Mehrkostenaufwendung durch die Nutzung von Förderprogrammen verringert werden.

Dem gegenüber sieht das Opportunity-Charging einen Bus vor, welcher eine verhältnismäßig kleine Batterie enthält. Dieser wird auf festgelegten Strecken eingesetzt, auf denen in regelmäßigen Abständen Ladepunkte eingerichtet werden, die den Bus beim Halt an den entsprechenden Stellen automatisch laden. Dies sind meist Endhaltestellen oder Bushaltestellen, an welchen mit regelmäßigen Zu- und Ausstieg und den entsprechenden Haltedauern gerechnet werden kann. Der Vorteil hierbei liegt darin, dass der Einsatz, ähnlich wie bei den O-Bussen, theoretisch unbegrenzt erfolgen kann. Gleichzeitig bietet die Unabhängigkeit von Oberleitungen eine gewisse Flexibilität in Störungsfällen. Da das Beladen bei entsprechend hohen Ladeleistungen innerhalb von wenigen Minuten abgeschlossen wird, je nach eingesetzter Technologie reichen 20 – 30 Sekunden für eine ausreichende Zwischenladung aus, lässt sich dies planerisch gut in einen Fahrplan integrieren. Zudem sind die Busse aufgrund der kleineren Batterien tendenziell günstiger und leichter. Nachteilig hierbei sind hauptsächlich die geringere Reichweite, wenn keine Ladeinfrastruktur zur Verfügung steht, sowie der Preis und der Aufwand, welcher für die Einrichtung dieser Ladeinfrastruktur aufgewendet werden muss.

Die Auswahl des am besten geeigneten Konzepts muss auf Basis der gestellten Anforderungen an die Elektrobusse getroffen werden. Aufgrund der räumlich-strukturellen Gegebenheiten im ÖPNV im Landkreis Bautzen, empfiehlt sich in den kommenden Jahren zunächst ein Pilotprojekt mit der Technologie des Overnight-Chargings. In folgender Tabelle (Tabelle 25) sind mögliche Elektrobusse für die Umrüstung auf Elektroantrieb aufgeführt.

Durch die Wahl der Technologie ist auch der notwendige Rahmen für die Vorhaltung der Ladeinfrastruktur definiert. Dabei ist die Netzkapazität an dem jeweiligen Betriebsstandort zu überprüfen. Diese muss ausreichen, um das Laden der entsprechenden Anzahl an Bussen zu gewährleisten, ohne überlastet zu werden. Dies muss vom ÖPNV Erbringer frühzeitig überprüft werden, um bei eventuellen Engpässen rechtzeitig entsprechende Maßnahmen in Kooperation mit dem Energieversorger ergreifen zu können.

**Tabelle 25: Auszug möglicher Elektrobusse für den Landkreis<sup>129</sup>**

	Sileo S10	Sileo S12	Solaris Urbino 12 electric	Solaris Urbino 18 electric
Länge	10,7 m	12 m	12 m	18 m
Batteriekapazität	230 kWh	230 kWh	75 – 240 kWh	240 kWh
Reichweite Angabe	280 km	280 km	225 km (Annahme)	275 km
Reichweite errechnet	238 km	238 km	190 km	255 km
Ladezeit	3 – 7 h	3 – 8 h	50 min (450 kW)	50 min (450 kW)
Max. Geschwindigkeit	75 km/h	75 km/h	65 km/h	65 km/h
Kapazität	90 Pers. (33+57)	90 Pers. (33+57)	75 Pers. (34+41)	158 Pers. (54+104)

Neben der Ladeinfrastruktur ist an den Wartungsstätten zusätzlich zu berücksichtigen, dass Elektrobusse andere Anforderungen und Funktionsweisen für den Wartungsprozess erfordern. Entsprechende Schulungen, Weiterbildungen oder gegebenenfalls die Neueinstellungen von dafür qualifiziertem Personal ist hierbei einzuplanen. Weiterhin sind Dacharbeitsplätze einzurichten. Obwohl prinzipiell beim Einsatz von Elektrobussen aufgrund der wenigen mechanischen Teile die Wartungskosten verglichen mit Dieselnissen geringer sind, sind die Kosten für die Umstellung bzw. Anpassung des Wartungs- und Werkstattbereichs zu berücksichtigen, welche kurzfristig einen relevanten Kostenaspekt darstellen. In nachfolgender Tabelle 26 ist eine Kostenabschätzung dargestellt. Bei der Ertüchtigung des Netzanschlusses kann es im Einzelfall zu größeren Abweichungen kommen, da dies substantiell von dem aktuellen Ausbauzustand abhängig ist.

<sup>129</sup> HERRY Consult, TU Wien, VerkehrsConsulting OG (2018): Marktübersicht Elektrobusse. Hrsg. Amt der NÖ Landesregierung

**Tabelle 26: Einstiegs-Szenario Stufenplan Elektrobusse im Landkreis Bautzen<sup>130</sup>**

Kostenfaktoren	Jahr 1		Jahr 2		Jahr 3+4		Gesamt
	Inv.kosten in Tsd. €	Ausreichend für	Inv.kosten in Tsd. €	Ausreichend für	Inv.kosten in Tsd. €	Ausreichend für	
Inv.kosten Bus(se)	550	1 Bus	1.100 T	2 Busse	1.650	3 Busse	3.300
Ertüchtigung Netzanschluss	230	3 Busse	0	0	120	3 Busse	350
LIS	210	3 LP	0	0	210	3 LP	420
<b>Werkstattausrüstung:</b>							
Dacharbeitsstand 18 m inkl. Krananlage (1 t)	170	1 AP					
notwendige Spezialwerkzeuge	8				8		16
Diagnoseausrüstung für Batteriefahrzeuge	95						
notwendige Schutzausrüstung	2				2		
Ausbildung der Mitarbeiter (MA)	15	ca. 45 Fahrer, 5 Werkstatt-MA			15	ca. 45 Fahrer, 5 Werkstatt-MA	30
Kosten für Reservehaltung	25		50		75		150
<b>Summe</b>	<b>1.305</b>		<b>1.150</b>		<b>2.080</b>		<b>4.535</b>

Da die Kosten für die jeweiligen Anschaffungen verhältnismäßig hoch und entsprechend lange betriebswirtschaftlich abzuschreiben sind, ist es für die durchführenden Verkehrsbetriebe wichtig, eine Sicherheit über diesen Zeitraum zu besitzen. Werden standardmäßig die Lizenzen zum Betrieb des ÖPNV turnusmäßig ausgeschrieben, so kann dies die Planungssicherheit für die Verkehrsbetriebe gefährden. Entsprechend ist für den Fall eines solchen Projekts eine Abstimmung mit dem öffentlichen Auftraggeber notwendig, um gegebenenfalls durch Konzessionsvergabe entstehende Probleme im Vorfeld zu lösen, beispielsweise durch längere Konzessionszeiträume oder speziellen Regelungen.

Sind diese Faktoren berücksichtigt, muss erwogen werden, wer die Elektrifizierung des ÖPNV vornimmt und wo ein solches Pilotprojekt durchgeführt werden soll. Hierbei spielt die Streckenauswahl eine relevante Rolle. Es sind sowohl die Streckenlänge als auch das Streckenprofil relevant. Eine Strecke sollte zunächst so ausgewählt werden, dass sowohl Länge als auch Höhenprofil geeignet sind, mindestens einen Umlauf eines Elektrobusses zu ermöglichen. Bei Stadtbuslinien in Orten mit der Größenordnung von Bautzen oder Hoyerswerda sind sowohl das Profil als auch die Länge der Linienverlauf derart veranlagt, dass mehrere Umläufe problemlos bewältigt werden könnten.

Abschließend ist die Öffentlichkeitsarbeit bei Elektromobilitätsprojekten immer ein Aspekt, welcher zu berücksichtigen ist. Hierbei empfiehlt sich der Einsatz von Stadtbuslinien. Insbesondere Linien, welche regelmäßig das Stadtzentrum sowie belebte Orte der Stadt kreuzen, eignen sich dahingehend gut. Der Einsatz der Elektrobusse erfolgt so sichtbar und die Linien sind darüber hinaus in der Regel gut frequentiert. Auf Basis dessen bieten sich beispielsweise die Linien 1 und 2 in Bautzen an. Ebenfalls eine geeignete Linie wäre die Linie 2 der VGH in Hoyerswerda. Zusätzlich hat diese ihren Start- bzw. Endpunkt bei den Verkehrsbetrieben. Somit wären Elektrobusse, welche

<sup>130</sup> Fraunhofer IVI (2017): E-Bus-Standard Ansätze zur Standardisierung und Zielkosten für Elektrobusse“

nach dem Einsatz geladen werden müssen, dort operativ gut einsetzbar. Weiterhin kann sich die Umsetzung eines solchen Projekts dort ggf. einfach koordinieren lassen, da die VGH als Teil der Städtischen Wirtschaftsbetriebe Hoyerswerda mbH eng mit der Stadt zusammenarbeiten kann.

Da die Umsetzung eines solchen Projekts maßgeblich vom ausführenden Verkehrsbetrieb abhängt, sollte langfristig ermittelt werden, welcher der vorhandenen Verkehrsbetriebe für die Durchführung eines solchen Projekts am Besten geeignet ist. Die Auswahl kann hierbei über die direkte Kommunikation mit den Verkehrsbetrieben erfolgen oder zunächst mit dem ZVON und dem ZVOE abgestimmt werden, welche als Verkehrsverbünde die örtlich tätigen Verkehrsbetriebe überspannen. Prinzipiell eignen sich Teile des Landkreises für den Einsatz von E-Bussen. Eine Umsetzung sollte langfristig forciert werden, wobei der Landkreis eine übergeordnete Rolle als Initiator und Koordinator der Thematik Elektrifizierung im ÖPNV einnehmen sollte (Vgl. Maßnahme 10).

## 7.3 Exkurs: Alternative Bedienformen

Flexible Konzepte wie Rufbusse und andere Bedarfsverkehre, welche nur nach Aufforderung fahren, werden je nach Region unterschiedlich erfolgreich betrieben. Vorteil solcher Systeme ist, dass die Fahrten nur stattfinden, wenn wirklich Bedarf besteht. Dadurch können mehr oder zeitlich ausgedehntere Angebote/Fahrpläne erstellt werden.

### Car- und Bikesharing

Die große Herausforderung für Sharing-Konzepte im Landkreis Bautzen, abseits der Städte, sind der geringe Bedarf und die daraus resultierende nicht vorhandene Wirtschaftlichkeit. Es ist davon auszugehen, dass CarSharing (CS) aktuell lediglich in den Städten Bautzen und Hoyerswerda wirtschaftlich betreibbar wäre. Aufgrund von vergangener Erfahrung mit CS sollte ein erneuter Versuch nur mit einem sogenannten Ankernutzer in Betracht gezogen werden. Der Ankernutzer, welcher ein Unternehmen oder auch Kommunen sein können, garantiert dem Anbieter durch die Nutzung des CS-Angebotes für die eigenen Dienstwege eine Grundaustlastung. Somit ist auch in ländlichen Regionen ein wirtschaftlicher Betrieb für den Anbieter möglich. Durch den hohen Privat-Pkw-Besitz (592 Pkw je 1 000 EW<sup>131</sup>) ist abgesehen davon nur in der Ergänzung, bspw. bei besonderen Modellbedarfen (z. B. Transporter), ein sehr geringer Bedarf zu erwarten.

Für ein stationäres CarSharing-Fahrzeug werden je nach Fahrzeugmodell 650 bis 1 000 € mtl. Umsatz benötigt, was pro individuellem Fahrzeug mind. 7 Stunden Nutzungsdauer pro Tag entspricht, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Dafür sind üblicherweise 25 bis 40 Nutzer je Fahrzeug erforderlich, die beim Anbieter registriert sind. Diese müssen dann jeweils mind. eine 4-Stunden-Miete je Monat vornehmen. Die Einbeziehung von betrieblicher oder kommunaler Nutzung ist zwingend, um das Zeitfenster, in dem die Arbeitszeiten liegen, auch mit Nutzungen zu belegen. Entsprechend eignet sich nur ein verhältnismäßig kleines Angebot an CarSharing-Fahrzeugen im Landkreis Bautzen.

Für gewerbliche Nutzer lohnt sich der Ersatz von Fuhrparkfahrzeugen durch CarSharing nur, wenn Fuhrpark-Fahrzeuge unregelmäßig und verhältnismäßig selten genutzt werden. Dabei liegt die Wirtschaftlichkeitsgrenze ungefähr bei 1,5 Std./Tag. Wird ein Fuhrparkfahrzeug weniger genutzt, sollte es durch CarSharing ersetzt werden.

Soll ein CarSharing-Angebot eingerichtet werden, ist es daher sinnvoll, im Vorfeld zu prüfen, ob eine entsprechende Nachfrage erreicht werden kann. Hierbei kann die Bevölkerung zusätzlich durch Veranstaltungen informiert und befragt werden.

Bike-Sharing bietet sich ebenfalls eher in den größten Orten des Landkreises an, wobei hier neben Bautzen und Hoyerswerda gegebenenfalls auch Radeberg und Kamenz in Betracht gezogen werden sollten. Ein Einsatz der Leihfahrräder ist hierbei innerhalb der Orte zu erwarten, insofern die Situation für Radfahrer in den Städten als sicher genug wahrgenommen wird. Damit kann das Bike-Sharing insbesondere außerhalb der Hauptbedienzeiten durch den ÖPNV, beispielsweise am Wochenende, eine Alternative anbieten.

### Bürgerbus

Bürgerbusse, die wichtige Ziele innerhalb einer Region verbinden, basieren auf einem großen Engagement der ansässigen Bevölkerung. Die Busse werden von ehrenamtlichen Fahrern gelenkt und somit die Mobilität in der Region auch zu Zeiten, in denen kein Angebot des ÖPNV verfügbar ist, gewährleistet. Bürgerbusse verkehren nach festem Fahrplan und werden meist durch die Kosten für die Tickets und durch die Gemeinden finanziert. Um ein attraktives Angebot bereitzustellen zu

---

<sup>131</sup> Stand zum 01.01.2018 vom Statistischen Landesamt Sachsen unter [https://www.kfz-sachsen.de/fileadmin/user\\_upload/lvsachsen/Kraftfahrzeugbestand\\_Sachsen/Kraftfahrzeugbestand\\_in\\_Sachsen\\_zum\\_01.01.2018.pdf](https://www.kfz-sachsen.de/fileadmin/user_upload/lvsachsen/Kraftfahrzeugbestand_Sachsen/Kraftfahrzeugbestand_in_Sachsen_zum_01.01.2018.pdf)

können, wird eine große Anzahl ehrenamtlicher Fahrer und Organisatoren benötigt. Es bedarf dementsprechend eines hohen Engagements und aktiver Bürgerinitiative, um diesen Ansatz zu realisieren. Ein solches Konzept existiert im Landkreis Bautzen bisher nicht.

### **Einkaufsbus**

Als weiteres umsetzbares Angebot besteht in den ländlichen Räumen des Landkreises weiterhin die Option der Einrichtung eines Einkaufsbusses. Größere Einzelhändler, Apotheke(n), oder ein Zusammenschluss dieser, könnten diesen Service 1 - 2 Mal pro Woche für Bewohner der ländlichen Gebiete des Landkreises anbieten. Der Bus würde zu festen Zeiten nach einer Bestellung über eine Hotline der Einkaufsmärkte die jeweiligen Mitfahrer einer Tour abholen. Besonders mobilitätseingeschränkten Bürgern könnten die Waren zudem ins Fahrzeug und bei Bedarf ins Haus getragen werden. Interessant ist dieses Angebot, da neben dem ggf. erhobenen Fahrtentgelt auch Umsatz mit den verkauften Waren erwirtschaftet wird. Dieser kann zur Kostendeckung mitverwendet werden. Für die Mitfahrer wird eine eindeutig erfassbare Dienstleistung mit einem hohen Servicegrad angeboten. Durch den Tür-zu-Tür-Service und die Tragedienste kann individuell auf die Bedürfnisse der Mitfahrer eingegangen werden. Diese in anderen Gemeinden bereits erfolgreich umgesetzte Maßnahme, stellt für die ländlichen Gebiete des Landkreises ein hohes Nutzenpotential, vor allem hinsichtlich der Daseinsvorsorge dar. Kombiniert werden kann das Angebot ebenfalls mit einem Lebensmittellieferdienst.

Die Gemeinde Stollberg in Sachsen hat dieses Prinzip bereits sehr gut umgesetzt. Die Akzeptanz und Nutzung der Bevölkerung ist hoch. In diesem Fall fährt ein Shuttle die Bewohner der Ortsteile mehrmals pro Woche in die Stadt Stollberg und dort zum Einkaufsmarkt Simmel. Die Aufenthaltszeit von 60 – 90 min kann zum Einkaufen oder für andere Erledigungen genutzt werden. Ein solches Pilotprojekt bietet sich aufgrund der ähnlichen Voraussetzungen im Landkreis Bautzen an. Als Beispiel bietet sich die Stadt Weißenberg an. Die Stadt stellt für die 16 Ortsteile einen wichtigen Versorgungspunkt dar. Der hohe Altersdurchschnitt und der nicht ausreichend frequentierte Personennahverkehr sprechen für die Implementierung eines Einkaufsbusses. Mithilfe dessen können die Bewohner der Ortsteile ohne weitere Hilfe Einkäufe erledigen, zum Arzt oder zur Bank gehen.

Alternativ können in einem aufwendigeren Konzept die Waren in einem Bus oder Transporter als Angebot auf das Land transportiert werden. Hierbei wird das jeweilige Fahrzeug mit einer bestimmten Warenpalette beladen und fährt regelmäßig die verschiedenen ländlichen Orte an. Dabei wird besonders für die ältere Bevölkerung eine mobile Einkaufs- und Servicefläche an ihrem Ort angeboten. Andere Ausprägungen wie ein Bücherbus, welcher die Menschen in Form einer mobilen Bücherei mit Literatur versorgt oder eine rollende Arztpraxis, welcher allgemeinmedizinische Untersuchungen anbietet, sind ebenfalls vorstellbar. Das Konzept solch spezialisierter mobilisierter Angebote ist individuell und je nach Bedarf anpassbar, erfordert allerdings ein hohes Maß an Engagement der Teilnehmer sowie Koordination zwischen den Akteuren und ist entsprechend nicht in allen Gebieten sinnvoll. Dies sollte entsprechend im Vorfeld in Zusammenarbeit mit der Bevölkerung diskutiert und erarbeitet werden.

Flexible Bedienformen können insgesamt ganz verschiedene Ausprägungen annehmen, welche individuell auf die Regionen zugeschnitten werden müssen, in denen sie Anwendung finden sollen. Insbesondere in der Einführungsphase solcher Projekte ist mit einer Skepsis der Bevölkerung zu rechnen, was zunächst als Hemmnis wirken kann. Daher ist bei der Einführung solcher Konzepte, besser bereits bei der Planung, die Kommunikation und Information der Bevölkerung sinnvoll. So können das Vorhaben einerseits beworben und Vorbehalte seitens der Bevölkerung entkräftet werden, andererseits können deren Feedback und Anregungen sowie Bedenken diskutiert und in die Planung miteinbezogen werden. So kann bereits im Vorfeld das Interesse an den Bedienformen überprüft und über das Angebot informiert werden.

## 8 Berücksichtigung bei Baumaßnahmen

Da ein Großteil der Flächen des Landkreises kleinstädtisch bis ländlich geprägt ist, kommt dem MIV eine bedeutende Rolle zur Sicherung der Mobilität zu. Mit der Berücksichtigung von Zukunftsthemen bei Bauvorhaben, können die Städte und Gemeinde im Landkreis Bautzen auf Herausforderungen der Mobilitätswende und klimapolitischer Zielsetzungen reagieren. Der MIV wird vorerst das wichtigste Verkehrsmittel im ländlichen Raum bleiben, jedoch kann eine Etablierung der Elektromobilität einen Beitrag zur Umweltverträglichkeit leisten.

Ländliche Räume weisen zumeist disperse Siedlungsstrukturen auf, welche sich dadurch äußern, dass die Flächennutzung verstreut wirkt. Daraus resultieren in Bezug auf die räumliche Mobilität besondere Herausforderungen. Die räumliche Trennung innerhalb von Kleinstädten und Dörfern führt zu einem Anstieg von Distanzen. Dadurch werden Ziele schlechter zu Fuß oder Rad erreicht und es folgt meist ein Anstieg des MIV. Daher sollte besonders in den Kleinstädten im Landkreis auf eine funktionale Durchmischung bzw. die ausgeglichene Verwendung (Wohnort, Handel, Gewerbe usw.) forciert werden. Der monostrukturelle Aufbau von Siedlungen führt zu gleichen Bedarfällen und Nutzungszeiten und dadurch zu der Situation, dass Gebiete zu bestimmten Tageszeiten nahezu leer sind<sup>132</sup>. Die funktionale Durchmischung spielt besonders bei der Etablierung von Carsharing-Angeboten eine entscheidende Rolle, da die Fahrzeuge bei monostrukturellen Aufbau sehr einseitig oder gar nicht verwendet werden.

Eine einfache Ersetzung konventioneller Fahrzeuge durch Elektromobilität greift jedoch zu kurz und führt zu langfristig falschen Rahmensetzungen bzgl. der Erreichung von verkehrs- und klimapolitischen Zielen. Adressiert werden sollten daher verstärkt die Impulse zu nachhaltigem Verkehr. Daher spielt die Förderung von Fuß- und Radverkehr sowie die Stärkung des ÖPNV langfristig eine zentrale Rolle. Für die zukünftige Entwicklung und somit bei bevorstehenden Planungen, sollte dabei Stück für Stück auf bessere Erreichbarkeiten und Angebote hingearbeitet werden.

Elektrofahrzeuge können erst einen umfangreichen Klimaschutzbeitrag leisten, wenn diese mit Strom aus erneuerbarer Energien geladen werden. Daher ist es sinnvoll entsprechender Gebäudetechnik zur Erzeugung und Verwendung erneuerbarer Energien einzusetzen. Zudem kann die Wirtschaftlichkeit von, beispielsweise PV-Anlagen, durch die erhöhte Eigennutzung gesteigert werden<sup>133</sup>. Da der Verbrauch von Energie am Wohngebäude tagsüber gering, jedoch die Stromerzeugung hoch ist und andersrum, müssen intelligente Lösungen umgesetzt werden. Zudem werden die Stromnetze durch den dezentral erzeugten und gespeicherten erneuerbaren Strom entlastet. Stromspeicher in den Gebäuden können, die in den Mittagsstunden erzeugte Energie, zur Abdeckung von Lastspitzen am Abend nutzen. Solche Maßnahmen sollten beim Neubauvorhaben oder einer Sanierung von Beständen umgesetzt werden.

Der hohe Anteil von Ein- und Zweifamilienhäusern im Landkreis (Vgl. Kapitel 3) bietet gute Voraussetzungen für den Aufbau von Ladeinfrastruktur auf privaten Stellplätzen. Im Rahmen von Baumaßnahmen ergeben sich bei Neu- und Umbau durch eine Stellplatzsatzung oder die Bauleitplanung Möglichkeiten, Ladeinfrastruktur zu integrieren sowie alternative Verkehrsmittel zu fördern.

---

<sup>132</sup> vgl. Rey 2011, S.10 ff.

<sup>133</sup> vgl. Dickhaut 2018, S. 14

## 8.1 Stellplatzsatzung

Auf Gemeindeebene kann anhand einer Stellplatzsatzung die Anzahl sowie die Beschaffenheit von (Ab-)Stellplätzen für Fahrzeuge und Fahrräder bei Neu- oder Umbau im privaten Bereich geregelt werden. Die meisten Landesbauordnungen geben den Gemeinden die Möglichkeit, den Stellplatzbau durch Satzungen zu regeln. Gemäß § 89 Abs. 2 der sächsischen Bauordnung (SächsBO) können Gemeinden örtliche Bauvorschriften durch Satzung erlassen. Aktuell wird von den Gemeinden im Landkreis Bautzen von dieser Möglichkeit nur im Zusammenhang mit der Stellplatzablöse Gebrauch gemacht.

Ein Großteil der Ladevorgänge erfolgt im privaten Raum, auf Heimstellplätzen oder beim Arbeitgeber. Für einen besseren Nutzen im Alltag, wird eine größere Anzahl an LIS im privaten (sowie halböffentlichen) Raum benötigt, damit der Zugang zur Elektromobilität erleichtert wird. Neben Bebauungsplänen und Verträgen, kann eine Kommune durch Stellplatzsatzungen den Bau von LIS verbindlich integrieren und somit langfristig fördern<sup>134</sup>.

Die Kosten und Wirkungen von LIS-Aufbau sind langfristig zu betrachten. Erfolgt eine Sanierung und die Nachrüstung mit einer Ladesäule, müssen die Kosten für die LIS von den Bauherren getragen werden, zuzüglich weiterer Kosten die durch Durchbrüche, Kabelverlegung, Anschlüsse, etc. entstehen. Im Allgemeinen wird empfohlen bei Neubauten bereits Vorkehrungen, durch Leerrohre und entsprechender Verkabelung, für eine Nachrüstung einzuplanen, da diese durch den späteren Einbau wesentlich teurer sind. Ebenso können bei einer späteren Nachrüstung rechtliche Hürden (bspw. Besitzverhältnisse) bestehen, die einen Ausbau eher schwierig gestalten.

Die EU Kommission hat darüber hinaus in der Erneuerung der Vorschriften zu Energieeffizienz von Gebäuden (Richtlinie 2018/844) beschlossen, dass neue Gebäude oder grundlegend sanierte Gebäude mit Anschlüssen für LIS ausgestattet werden sollen (Stand 17.04.2018)<sup>135</sup>. Hierbei sollen Wohngebäude mit mehr als 10 Stellplätzen eine Leitungsinfrastruktur mit den notwendigen Leerrohren für jeden Stellplatz vorsehen. Bei Nichtwohngebäuden mit mehr als 10 Stellplätzen soll mindestens ein Stellplatz mit einem Ladepunkt ausgestattet werden und mindestens 20 % mit Leerrohren für einen späteren Aufbau. Bis zum 10.03.2020 soll diese Richtlinie in nationales Recht umgesetzt werden.

Die bindende Festlegung einer Stellplatzsatzung, LIS bei Bauvorhaben zu errichten, kann die Eigentumsfreiheit nach Art. 14 GG beeinträchtigen. Die Satzung muss daher verhältnismäßig sein und einen legitimen Zweck erfüllen. Dieser legitime Zweck ist mit dem Schutz von Klima und Gesundheit gegeben. Eine Verhältnismäßigkeit der Satzung ist gegeben, wenn die Kosten der LIS mit dem gesamten Investitionsvolumen in einem angemessenen Umfang stehen. Handelt es sich bei der Festlegung nicht um die gesamte Ladestation, sondern um die Bereitstellung der entsprechenden Leitungen und Anschlüsse, sollten die Kosten eher gering ausfallen<sup>136</sup>.

Durch bestimmte Festlegungen in der Stellplatzsatzung kann zudem (e)-Carsharing gefördert werden. Jedoch wird diese Möglichkeit aufgrund der ländlich geprägten Region eher schwierig bewertet. Beispielhafte Regelungen zur Förderung der Elektromobilität, welche langfristig gesehen maximal für die drei großen Städte im Landkreis übertragbar wären, können der Tabelle 27 entnommen werden.

---

<sup>134</sup> vgl. Zengerling 2017, S. 7 f.

<sup>135</sup> vgl. europa.eu 2018, S. 1 f.

<sup>136</sup> vgl. Zengerling 2017, S. 29 ff.

**Tabelle 27: Beispiele für Regelungen der Stellplatzsatzung zur Förderung der Elektromobilität**

Stadt	Regelung
Offenbach am Main (Hessen)	„Bei Vorhaben ab einem regulären Stellplatzbedarf von 20 Einstellplätzen sollen mindestens 25 % der Einstellplätze mit einer Stromzuleitung für die Ladung von Elektro-Fahrzeugen versehen werden.“ → §6 Abs. 5 Satz 1 Stellplatzsatzung der Stadt Offenbach am Main
Marburg (Hessen)	„Wenn bei einem Stellplatzmehrbedarf nach Anlage 1 dieser Satzung von mehr als 10 Stellplätzen jeder 10te Stellplatz mit einer Ladestation für Elektroautos ausgerüstet wird, können 5 % der erforderlichen Stellplätze (aufgerundet auf ganze Zahlen) entfallen. Die Reduzierung wird auf maximal 5 Stellplätze begrenzt.“ → §3 Abs. 6 Stellplatzsatzung der Universitätsstadt Marburg
Dresden (Sachsen)	„Für 25 v. H. der Pkw-Stellplätze ist ein ausreichender Elektroanschluss baulich vorzubereiten, damit bei Bedarf eine Lademöglichkeit für Elektrofahrzeuge installiert werden kann.“ → §7 Abs. 6 Stellplatz-, Gargen- und Fahrradabstellsatzung Dresden  „Bei der Realisierung von Car-Sharing-Stellplätzen im Rahmen des Vorhabens verringert sich die Stellplatzverpflichtung. 1 Car-Sharing-Stellplatz ersetzt dabei 5 Pkw- Stellplätze.“ → §4 Abs. 5 über Reduzierung der Anzahl der notwendigen Stellplätze (Stellplatz-, Gargen- und Fahrradabstellsatzung Dresden)

Um den Aufbau der LIS voranzutreiben ist die Stellplatzsatzung ein geeignetes Instrument, denn sie trifft alle Neu- und Umbauten im privaten Bereich. Das schließt auch halböffentliche Flächen ein und somit den Ausbau von Ladesäulen an POS und POI<sup>137</sup>. Daraus ergibt sich das Potential Lastspitzen besser auszugleichen, da das zu Hause Laden durch mehrere Alternativen tagsüber, wie z. B. beim Arbeitgeber oder Einkauf ergänzt werden kann.

Zudem bietet eine Stellplatzsatzung die Möglichkeit verbindliche Regelungen für den Bau von Abstellanlagen für den Radverkehr zu fördern. Durch genaue Regelungen über Anzahl und Beschaffenheit der Abstellanlagen in der Stellplatzsatzung, kann dem Radverkehr eine größere Geltung zukommen. Genaue Anforderungen bewirken somit eine Gleichwertigkeit von Rad- und PKW-Stellplätzen<sup>138</sup>. Durch eine breitere Akzeptanz des Radverkehrs kann besonders auf kurzen Wegen unnötiger Autoverkehr reduziert werden.

## 8.2 Ladeinfrastruktur in Bebauungsplänen

Durch den Bebauungsplan wird auf Gemeindeebene für einen bestimmten abgegrenzten Teilbereich des Gemeindegebietes, gemäß § 8 Abs. 1 BauGB, rechtsverbindliche Regelungen für die Art und Weise der Bebauung festgelegt. Dieser ist aus dem Flächennutzungsplan zu entwickeln, welcher für das gesamte Gemeindegebiet festgelegt ist<sup>139</sup>. Dem Bebauungsplan ist eine Begründung hinzuzufügen in der „[...] die Ziele, Zwecke und wesentlichen Auswirkungen des Bauleitplans

<sup>137</sup> vgl. Zengerling 2017, S. 31 ff.

<sup>138</sup> vgl. Heinrichs et al. 2015, S. 23

<sup>139</sup> vgl. § 8 Abs. 2 S. 1 BauGB

[...]“<sup>140</sup> beschrieben sind, ebenso wie einen Umweltbericht der gemäß § 2 Abs. 4 BauGB zu erstellen ist. Wesentlich für das Verfahren ist die frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit sowie der beteiligten Behörden und Ämter. Der Bebauungsplan wird von den Gemeinden als Satzung erlassen<sup>141</sup> und bildet die Basis für Baugenehmigungen. Unter § 9 Abs. 1 Nr. 1 bis 26 BauGB wird den Gemeinden aufgelistet, von welchen Festsetzungen sie Gebrauch machen können.

Bei der Erstellung von Bebauungsplänen müssen öffentliche und private Belange Beachtung finden. In § 1 Abs. 6 BauGB werden diese zu beachtenden Aspekte genannt. Dazu gehört die Berücksichtigung der Umwelt und des Naturschutzes<sup>142</sup> oder die „[...] Vermeidung und Verringerung von Verkehr ausgerichteter städtebaulicher Entwicklung“<sup>143</sup>. Nach Battis, können Elektromobilitätsansätze in diesem Zusammenhang zu einem positiven Effekt führen<sup>144</sup>. Die Etablierung der Elektromobilität kann dabei grundlegend Anwendung bei der Aufstellung von Bebauungsplänen finden<sup>145</sup>. Für die Festsetzung von Stellflächen die über eine Ladeinfrastruktur verfügen, bestehen in § 9 Abs. 1 BauGB keine eindeutigen Regelungen<sup>146</sup>. Die Gemeinden haben jedoch einen Gestaltungsspielraum bei der Auslegung der in Tabelle 28 aufgeführten Festsetzungsmöglichkeiten. Es bestehen keine rechtlichen Regelungen die dem Bau von Ladesäulen eindeutig entgegenstehen. Vielmehr sehen sie den Gesetzesgeber dazu verpflichtet, größere Anreize und klare Regelungen zu schaffen<sup>147</sup>.

**Tabelle 28: Festsetzungsmöglichkeiten für Stellplätze mit Ladeinfrastruktur (vgl. Zengerling 2017, S. 19; StP = Stellplatz; TA = technische Ausstattung)**

Instrument nach § 9 BauGB	Gegenstand Festsetzung	Möglichkeiten Elektromobilität	Voraussetzungen, Grenzen	StP	TA
Nr. 4	Flächen für Nebenanlagen	Flächen für Stellplätze und Garagen und Ladesäulen	Soweit sie Wohn- oder anderer Nutzung dienen	x	(x)
Nr. 11	Verkehrsflächen	Flächen für Stellplätze und Ladesäulen	Erforderlich zur Verkehrssteuerung	x	(x)
Nr. 12	Versorgungsflächen	Flächen für Ladestationen	Erforderlich zur Versorgung nur Nutzung und Speicherung von EE- oder KWK-Strom	(x)	(x)
Nr. 22	Flächen für Gemeinschaftsanlagen	Flächen für Gemeinschaftsstellplätze und -garagen; qualifiziert als Ladestelle	Aufgrund von Landesrecht oder städtebaulich erforderlich	x	(x)
Nr. 23 b	Bauliche/technische Maßnahmen	Stellplatz, Ladeinfrastruktur	Bei Errichtung/Umbau von Gebäuden oder sonstiger Baulicher Anlagen; nur Nutzung von EE- und KWK-Strom	x	x

Nebenanlagen gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 4 BauGB können hergestellt werden, wenn sie für den Gebrauch eines Grundstücks notwendig sind. Dabei müssen diese Anlagen der Funktion des Grundstücks dienen und dürfen der Eigenart nicht entgegenstehen<sup>148</sup>. Zudem sieht § 14 Abs. 2 S. 1 der

<sup>140</sup> vgl. § 2a Nr. 1 BauGB

<sup>141</sup> vgl. §10 Abs. 1 BauGB

<sup>142</sup> vgl. § 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB

<sup>143</sup> § 1 Abs. 6 Nr. 9 BauGB

<sup>144</sup> vgl. Battis et al., § 1 Rn. 75 BauGB

<sup>145</sup> vgl. Harendt/Mayer 2015, S. 12

<sup>146</sup> vgl. Zengerling 2017, S. 10

<sup>147</sup> vgl. Harendt/Mayer 2015, S. 12 ff.

<sup>148</sup> vgl. § 14 Abs. 1 S. 1 BauNVO

BauNVO vor, dass die Anlagen der Versorgung mit Elektrizität dienen können. Demnach ist anzunehmen, dass vieles dafür spricht, Flächen für Nebenanlagen inklusive Ladeinfrastruktur festzusetzen. In Kombination mit Regelungen der Stellplatzsatzung, welche Bestimmungen zum Ladeinfrastrukturbau beinhalten, könnte über den Bau von Stellplätzen mit Nebenanlagen, die eine sinnvolle Verteilung im Geltungsbereich des Bebauungsplanes vorsehen, erfolgen<sup>149</sup>.

Durch Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung gemäß § 11 Abs. 1 Nr. 11 BauGB können Stellflächen im öffentlichen oder im privaten Bereich geplant werden. Hierbei müssen die ausgewiesenen Flächen einen bestimmten Zweck erfüllen. Dieser ist gegeben, da Stellplätze mit Ladeinfrastruktur dem Zweck dienen, Elektrofahrzeuge zu laden. Es handelt sich darüber hinaus lediglich um eine Zuteilung von Flächen. Diese erlaubt es, Ladesäulen zu errichten oder Flächen für Carsharing zu nutzen. Die tatsächliche Ausführung ist für den Grundstückseigentümer jedoch nicht verpflichtend, kann allerdings einen Anreiz darstellen<sup>150</sup>.

Entsprechend des § 9 Abs. 1 Nr. 12 BauGB können Verkehrsflächen als Versorgungsflächen zur Nutzung oder Speicherung von Strom dienen. Voraussetzung ist hierbei, dass es sich um erneuerbare Energien oder Kraft-Wärme-Kopplungen handelt<sup>151</sup>. Da die Flächen sowohl öffentlich als auch privat bestimmt werden können, ist es jedoch fraglich, ob allein der Grundstückseigentümer diese zur Versorgung nutzen kann<sup>152</sup>. Zulässig können die Festsetzungen für Versorgungsanlagen besonders dann sein, wenn diese auf einem Mobilitätskonzept für das Bebauungsgebiet basieren<sup>153</sup>.

Die Herstellung von Gemeinschaftsanlagen für Stellplätze oder Garagen ist durch § 9 Abs. 1 Nr. 22 BauGB geregelt. Dabei handelt es sich um eine Anlage, die nur einem bestimmten Nutzerkreis von Grundstückseigentümern zur Verfügung steht. Die Herstellung solcher Gemeinschaftsanlagen kommt nur dann in Frage, wenn dieses aus städtebaulichen Gründen notwendig ist oder der Bebauungsplan die Herstellungspflicht der Stellplätze auf dem Grundstück ausschließt<sup>154</sup>. Nach Zengerling ist die Ausstattung mit Ladeinfrastruktur oder die Ausweisung von Carsharing-Flächen auf den Stellplätzen sowie Garagen im Allgemeinen möglich<sup>155</sup>.

Der § 9 Abs. 1 Nr. 23b bietet eine Grundlage, Gebäude mit Anlagen für die Nutzung und Speicherung von Strom auszustatten. Dabei handelt es sich ebenfalls um Strom aus regenerativen Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung. Überdies können vorausschauend technische Vorkehrungen getroffen werden, um zu einem späteren Zeitpunkt Ladeinfrastruktur nachzurüsten<sup>156</sup>.

Da für den Bebauungsplan prinzipiell eine Begründung erfolgen muss, können die Festsetzungen der Elektromobilität nach § 9 Abs. 1 BauGB durch ein Mobilitätskonzept gerechtfertigt sein. Hierbei sollten die Gründe und Notwendigkeiten dargelegt werden, sowie gut nachvollziehbar sein<sup>157</sup>. Zudem haben Gemeinden die Zielsetzungen der Rahmenpläne (Klimaschutz-, Stadt- und Verkehrsentwicklungspläne) zu beachten. Zwar besitzen diese keine rechtlich bindende Wirkung, dennoch sind sie für die Abwägung öffentlicher und privater Interessen zu berücksichtigen<sup>158</sup>. Grundsätzlich können durch den Bebauungsplan öffentliche sowie private Flächen überplant werden.

---

<sup>149</sup> vgl. Zengerling 2017, S. 11

<sup>150</sup> vgl. ebd., S. 12

<sup>151</sup> vgl. Battis et al., § 9 Rn. 70 BauGB

<sup>152</sup> vgl. ebd., § 9 Rn. 70 BauGB

<sup>153</sup> vgl. Zengerling 2017, S. 15

<sup>154</sup> vgl. Battis et al., § 9 Rn. 124 BauGB

<sup>155</sup> vgl. Zengerling 2017, S. 16

<sup>156</sup> vgl. Zengerling 2017, S. 16

<sup>157</sup> vgl. ebd., S. 20 ff.

<sup>158</sup> vgl. Wallenraven-Lindl et al. 2007, S. 39

## **Erfahrungen/ unterstützende formelle Maßnahmen**

Bisher wird kaum Anwendung von den Beispielen zur Verortung von Stellplätzen mit Ladeinfrastruktur durch den Festsetzungskatalog des § 9 Abs. 1 BauGB gemacht. Um die bereits genannten Möglichkeiten für die Verbreitung der Elektromobilität zu nutzen, bedarf es einer nachvollziehbaren Begründung. Es ist anzunehmen, dass die rechtlichen Unsicherheiten dazu führen, dass Kommunen keinen Gebrauch von elektromobilitätsfördernden Maßnahmen durch die Festsetzungen im Bebauungsplan ergreifen. Eine Auswertung ergab, dass bisher formelle Maßnahmen, wie verbindliche Anforderungen bei dem Kauf oder Ausschreibungen von Grundstücken erfolgen, sowie von einem städtebaulichen Vertrag Gebrauch gemacht wird<sup>159</sup>.

Städtebauliche Verträge sind vor allem dann sinnvoll, wenn durch den Bebauungsplan allein nicht die notwendigen Regelungen getroffen werden können. Er ergänzt somit die Festsetzungen des Bebauungsplans. Zudem können Bauvorhaben durch städtebauliche Verträge finanziert werden, da Gemeinden meist nicht über genügend finanzielle Mittel verfügen. Der Inhalt ist nach § 11 BauGB vorgegeben und umfasst, dass Bebauungen auf Kosten des Vertragspartners erfolgen sowie sonstige Kosten übernommen und die Ziele des Bebauungsplanes umgesetzt werden<sup>160</sup>.

---

<sup>159</sup> vgl. Zengerling 2017, S. 48 ff.

<sup>160</sup> Vgl. § 11 BauGB

## 9 Maßnahmenkatalog

Die Elektromobilität ist mit vielen Vorurteilen behaftet. Geringe Reichweiten, zu wenig Lademöglichkeiten und die Komplexität des Systems Elektromobilität führen zu einer verbreiteten Skepsis in der Bevölkerung. Die Alltagstauglichkeit der Fahrzeuge wird angezweifelt, wenngleich Praxisbeispiele das Gegenteil beweisen. Studienergebnisse zeigen, dass E-Pkw Nutzer schon 2016 ähnliche Jahresfahrleistungen aufweisen, wie die Nutzer konventioneller Pkw.<sup>161</sup> Nutzer des Tesla Model S legen überwiegend 30 000 km und mehr pro Jahr zurück.<sup>162</sup> Damit wird deutlich, dass Elektromobilität mit einem funktionierenden System bestehend aus Fahrzeug, Ladeinfrastruktur und einem umfangreichen Informations- und Kommunikationssystem schon seit einigen Jahren alltagstauglich ist. Die Modellvielfalt wächst, ebenso wie die Zuverlässigkeit und Reichweite etablierter Modelle. Der Ausbaustand der LIS steigt seit 2014 kontinuierlich.<sup>163</sup> 2018 gibt es in Deutschland fast so viele Ladestationen wie Tankstellen (ca. 14 500). 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 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, als auch deren Verfügbarkeit steigen werden.

Entscheidungen hinsichtlich der Etablierung der Elektromobilität werden nicht auf dem deutschen Markt getroffen, sondern auf Märkten mit deutlich größerem Druck hinsichtlich Schadstoffbelastungen und steigendem Verkehrsaufkommen. Mit den Quoten für Elektrofahrzeuge, bspw. auf dem chinesischen Markt, ist die Zukunft der Elektromobilität definiert worden. Für Deutschland, seine Länder, Landkreise, Städte und Gemeinden stellt sich die Frage, ob sie die Entwicklung der Elektromobilität vor Ort gestalten wollen. Maßnahmen zur Förderung und Gestaltung müssen jetzt umgesetzt werden, um als Landkreis von den Chancen der Elektromobilität hinsichtlich Nachhaltigkeit und Wertschöpfung profitieren zu können.

In nachfolgender Tabelle (Tabelle 29) ist eine Maßnahmenübersicht, welche im Rahmen des Elektromobilitätskonzeptes eruiert wurde, zu finden. Auf die einzelnen Maßnahmen wird nachfolgend detaillierter eingegangen.

---

<sup>161</sup> Die durchschnittliche Jahresfahrleistung mit Pkw lag 2016 in Deutschland bei 14 015 km, vgl. KBA (2016): Verkehr in Kilometern der deutschen Kraftfahrzeuge im Jahr 2016

<sup>162</sup> Vgl. Vogt & Fels (2018): Bedarfsorientierte Ladeinfrastruktur aus Kundensicht

<sup>163</sup> Vgl. [goingelectric.de](https://www.goingelectric.de/stromtankstellen/statistik/Deutschland/) (2018): Stromtankstellen Statistik <https://www.goingelectric.de/stromtankstellen/statistik/Deutschland/>

**Tabelle 29: Maßnahmenliste Elektromobilitätskonzept Landkreis Bautzen**

Nr.	Maßnahmentitel	Umsetzungshorizont	Verantwortlichkeit	Priorität
1	Ladeinfrastrukturempfehlungen vermitteln <i>Evaluierung möglicher Standorte und Ansprechpartner</i>	kurz- bis mittelfristig	Energieagentur	mittel
2	Förderung der Anschaffung privater Ladeinfrastruktur <i>Festlegung eines Förderungsrahmens für Privatpersonen</i>	mittelfristig	Landkreis/Energieagentur	gering
3	Sichtbarkeit der LIS <i>Standorte, Beschilderung und Öffentlichkeitsarbeit verbessern</i>	kurzfristig	Gemeinden/Landkreis	mittel
4	Definition einer gemeinsamen Zielstellung für Elektromobilität im Landkreis Bautzen <i>Differenzierung und Klärung der Ziele und Zuständigkeiten</i>	kurzfristig	Landkreis	hoch
5	Zentrale Ansprechpartner / Entwicklung eines Beraternetzwerkes, um mittelfristig eine (Elektro-)Mobilitätsberatung im Landkreisgebiet zu etablieren <i>Festlegung eines Beratungspostens für Bürger und Unternehmen als zentraler Ansprechpartner im Landkreis</i>	kurzfristig	Landkreis/Energieagentur/ SAENA; Gemeinden	hoch
6	Elektromobilität im Kompetenzteam <i>Vernetzung von Unternehmen mit Elektromobilitätsbezug</i>	langfristig	Landkreis/Energieagentur	hoch
7	Öffentlichkeitsarbeit <i>Aktivierung und Sensibilisierung der Bevölkerung</i>	kurzfristig	Landkreis/Energieagentur	hoch
8	Mitarbeitermobilität <i>Informieren und praktische Erfahrungen herbeiführen</i>	mittelfristig	Landkreis	mittel
9	Elektrifizierung des Fuhrparks <i>Potentiale und Möglichkeiten erörtern</i>	mittelfristig	Landkreis/Energieagentur	mittel

10	Elektrobusse im Stadtverkehr <i>Zukünftige Möglichkeiten aufzeigen</i>	langfristig	Landkreis/Energieagentur	gering
11	Probefahrten mit E-Pkw <i>Zugänglichkeiten schaffen und Hemmnisse abbauen</i>	kurzfristig	Landkreis/Energieagentur/ SAENA; Gemeinden; Auto- häuser	mittel
12	Elektrofahrräder im Landkreis <i>Sensibilisieren sowie Nutzungshemmnisse abbauen</i>	mittelfristig	Landkreis/Energieagentur/ SAENA; Gemeinden	hoch
13	Erweiterung der Bauherrenmappe <i>Erweiterung der Onlineversion zur Erhöhung der Sichtbarkeit und Möglichkeiten der LIS</i>	kurzfristig	Energieagentur	hoch
14	Alternative Bedienformen <i>Prüfung in ländlichen Räumen auf Bedarf und Möglichkeiten verschiedener Angebote</i>	mittelfristig	Landkreis	gering

## 9.1 Ladeinfrastruktur

Mit einer durchschnittlichen Entfernung von 7 km zur nächsten Ladestation liegt der Landkreis Bautzen über dem bundesweiten Durchschnitt (6,1 km). Im innerstädtischen Bereich liegt diese Kennzahl bei 1 – 2 km im Landkreis. Mit einem hohen Ein- und Zweifamilienhausanteil (49 %) und der damit verbundenen Möglichkeit der Installation privater LIS, verfügt der Landkreis über attraktive Voraussetzung für die Elektromobilität. Mit einer privaten Wallbox kann ein Großteil der Bewohner ihren täglichen Ladebedarf decken. Wird zusätzlich auf auswärtige LIS zurückgegriffen, kann auch der Ladebedarf der übrigen Einwohner, die bspw. täglich lange Pendelwege zurücklegen, gedeckt werden. In Kombination mit PV-Anlagen und ggf. stationären Speichermöglichkeiten ergibt sich für Privatpersonen eine hohe Attraktivität für die Nutzung eines Elektro-Pkw. Die Verfügbarkeit öffentlicher LIS stellt keine vorrangige Kaufhürde dar. Diese liegt beim Kauf der Fahrzeuge selbst, in den Unsicherheiten oder Unkenntnis der Technologie sowie in nicht absehbaren Risiken der Entwicklung. Investitionen des Landkreises in den Ausbau der öffentlich zugänglichen LIS mit dem Ziel, verbesserte Rahmenbedingungen für die Elektromobilität zu schaffen, können diese Hinderungsgründe nicht beseitigen. Daher werden sie nicht als notwendige und förderliche Maßnahme für die Erhöhung der Anzahl von Elektrofahrzeugen und die Etablierung der Elektromobilität im Landkreis Bautzen erachtet. Der Betrieb von LIS, insbesondere Normalladeinfrastruktur, ist aktuell defizitär. Werden zusätzliche Ladesäulen durch den Landkreis in Gebieten mit bestehenden Lademöglichkeiten errichtet, ohne dass eine entsprechende Nachfrage vorhanden ist, sinkt die Auslastung bereits vorhandener LIS weiter. Sobald eine relevante wahrnehmbare Anzahl an Elektro-Pkw im Landkreisgebiet vorhanden ist, steigt der Bedarf an öffentlichen Ladevorgängen, wodurch der Ausbau von LIS auf privaten Flächen durch Dritte vorangetrieben werden wird. Die Motivation dafür wird vorrangig im zusätzlichen Kundenservice liegen, als in der Erweiterung des Kerngeschäfts.

Dem Landkreis Bautzen kommt daher vor allem die Aufgabe zu, durch Information, Unterstützung und Aufklärung der Bürger und Unternehmen positiv auf den Markt und die Zulassungszahlen für Elektro-Pkw im Landkreis einzuwirken.

**Tabelle 30: Maßnahmen Ladeinfrastruktur**

Nr.	Maßnahmentitel	Umsetzungshorizont	Priorität	Verantwortlichkeit
1	Ladeinfrastrukturempfehlungen vermitteln	Kurz- bis mittelfristig	mittel	Energieagentur <sup>164</sup>
2	Förderung der Anschaffung privater Ladeinfrastruktur	mittelfristig	gering	Landkreis, Energieagentur
3	Sichtbarkeit der LIS	kurzfristig	mittel	Gemeinden / Landkreis

### 1. Ladeinfrastrukturempfehlungen vermitteln

Aufbauend auf den Ergebnissen der LIS-Prognose wurden für die 15 Städte und 43 Gemeinden des Landkreis Bautzen Suchräume festgesetzt, in denen bis 2030 ein höherer Ladebedarf zu erwarten ist. Dem Landkreis kommt die Aufgabe zu, den LIS-Ausbau in diesen Gebieten zu steuern und durch intensive Öffentlichkeitsarbeit und Ansprache der Akteure proaktiv voranzutreiben. Dafür müssen Akteure mit Flächenverfügbarkeit und Kundenverkehr in den definierten Gebieten über die Möglichkeiten hinsichtlich der Errichtung von LIS und den sich daraus ergebenden Vorteilen für das Unternehmen aufgeklärt und ggf. weiterführend beraten werden. (Vgl. Maßnahme 6).

Jeder Ort mit Kundenverkehr bietet prinzipiell das Potential, Ladeinfrastruktur zu errichten und diese als Service anzubieten. Ein Übermaß an Ladeinfrastruktur ist nur in Hinblick auf Modelle möglich, die Einnahmen aus dem Kerngeschäft Laden adressieren. Da Ladevorgänge im (halb-) öffentlichen Bereich meist nebenbei, während der Durchführung einer anderen Tätigkeit, und mit längeren Standzeiten erfolgen, ist die Errichtung von LIS auf den Flächen Dritter bedarfsorientiert.

<sup>164</sup> Neue Aufgabenbereiche und Verantwortlichkeiten bedingen einen erhöhten Personalbedarf, da die EA gegenwärtig über keine Kapazität verfügt, um den LIS-Ausbau proaktiv voranzutreiben. Weitere Erläuterungen dazu in Kapitel 10.

Insbesondere im PoS-Bereich sollten die schon genannten Akteure mit Flächenverfügbarkeit adressiert werden. Diese können zur Kundengewinnung und -bindung LIS einsetzen, womit andere Geschäftsmodelle entstehen. LIS wird eine Grunderwartung der Kunden werden. Daraus ergeben sich Co-Finanzierungen zur Ladeinfrastruktur, die sich nicht direkt aus den Ladevorgängen ergeben. Damit kann insbesondere Normalladeinfrastruktur geschaffen werden, für die kein eigenständiges Geschäftsmodell existiert. Generell kann damit auch der Zeitraum bis zur Wirtschaftlichkeit für Schnellladeinfrastruktur überbrückt werden.

Besonderen Raum nimmt im Landkreis der LIS-Ausbau für den Autobahnverkehr ein. Es ist zu diskutieren, ob Elektromobilität regional durch Gastronomie oder alternative Anbieter gewünscht und gewollt ist. Hier ergeben sich für die regionale Wirtschaft ggf. Potentiale. Der 65 km lange, durch den Landkreis führende, Teil der Autobahn A4 bildet mit seinen Raststätten Potential für einen weiteren Ausbau von LIS. Aktuell sind entlang der A4 zwei Parkflächen mit Ladeinfrastruktur ausgestattet und werden beide von der Tank und Rast Gruppe GmbH & Co. betrieben. Grundsätzlich sind Parkplätze entlang der Autobahnen für die Ausstattung mit LIS sehr gut geeignet. Beim LIS-Ausbau sollten orientiert an der Marktsituation und der entsprechenden Nachfrage Plätze mit sinnvollen Abständen zueinander gewählt werden. Gibt es an den Parkplätzen ein Gastronomisches Angebot, sind diese attraktiver für die Ladeweile der Nutzer als Plätze ohne PoS.

Bei der Umsetzung sollte eine regelmäßige Information und Ansprache der PoS- und PoI-Betreiber im Rahmen von Klimaschutzaktionen und unter Wirtschaftsförderungsaspekten vorgenommen werden. Im Markthochlauf sollte der LIS-Ausbau zwischen den Akteuren koordiniert werden, da die Nachfrage gering ist und überschneidende Aktivitäten zu einer weiter sinkenden Auslastung der bestehenden Ladestationen und somit Wirtschaftlichkeit führen. Mögliche Akteure sind Unternehmen, Institutionen, Gastronomie, das Gewerbe sowie insbesondere die Landkreisverwaltung und Energieagentur des Landkreises Bautzen. Zur Kommunikation sollten für diese Maßnahme Webseiten, E-Mail-Verteiler, Amtsblätter oder die lokale Presse genutzt werden.

## **2. Förderung der Anschaffung privater Ladeinfrastruktur**

Aufgrund des hohen Einfamilienhausanteils und der damit gegebenen Möglichkeit des privaten Ladens sollten die Potentiale dieses Aspektes im Landkreis Bautzen genutzt werden. Private Ladeinfrastruktur stellt einen der höchsten Einflussfaktoren für den Kauf eines E-Pkw dar, denn es gibt dem Nutzer Sicherheit über eine ständige Verfügbarkeit für mögliche Ladevorgänge.

Durch Sensibilisierung, Erstberatungen aber auch Zuschüsse kann dies gefördert werden. Zuschüsse haben allerdings, ähnlich der Wirkung einer Kaufprämie eines E-Pkw, eine eher geringe Wirkung. Da die Nutzung von Ökostrom für die Ökobilanz von E-Fahrzeugen äußerst relevant ist, empfiehlt sich eine Förderung dessen. Ein Bonus bei Nutzung von Eigenenergie wäre diesbezüglich denkbar.

Anwohnern ohne Möglichkeit zum privaten Laden sollte die Chance gegeben werden, Standortwünsche zur Errichtung von Anwohner-LIS zu melden. Dann sollten Maßnahmen eruiert werden, die nach Möglichkeit auf anderen Grundstücken oder ggf. im öffentlichen Straßenraum liegen können.

Die Umsetzung liegt bei dieser Maßnahme in der Hand des Landkreises. Neben der Bildung eines internen verantwortlichen Projektteams sollte auch der konkrete Förderungsrahmen und die Finanzierung der Maßnahmenkosten eruiert werden. Anschließend kann die Kommunikation der Maßnahme nach außen erfolgen. Die Wirkung wird dabei auf einen kleinen lokalen Bereich begrenzt. Eine private Ladeinfrastruktur bedingt gleichzeitig den Umstieg vom Verbrennerfahrzeug zum E-Fahrzeug. Damit sind hohe Einsparpotentiale vorhanden, vor allem in Verbindung mit Eigenenergiegewinnung über eine PV-Anlage. Beispielsweise weist Dresden pro m<sup>2</sup> PV Investitionskosten von 300 €/m<sup>2</sup> und Erträge über die Laufzeit von zehn Jahren von 400 €/m<sup>2</sup> auf. Somit ist ein Gewinn zu verzeichnen. Zusätzlich werden 1,5 t CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> eingespart und 67 €/t CO<sub>2</sub> vermieden.<sup>165</sup>

---

<sup>165</sup> Arbeitsgemeinschaft Rambøll-KEEA (2012): Dresden auf dem Weg zur energieeffizienten Stadt. Hrsg. Landeshauptstadt Dresden.

Ein Beispiel der Förderung kann eine interne Richtlinie im Landkreis sein. Es bietet sich beispielsweise ein Zuschuss für jede private Wallbox in Höhe von 500 € an. Solch eine Maßnahme adressiert stark die Nutzer und wirkt sehr gut im kommunikativen Bereich.

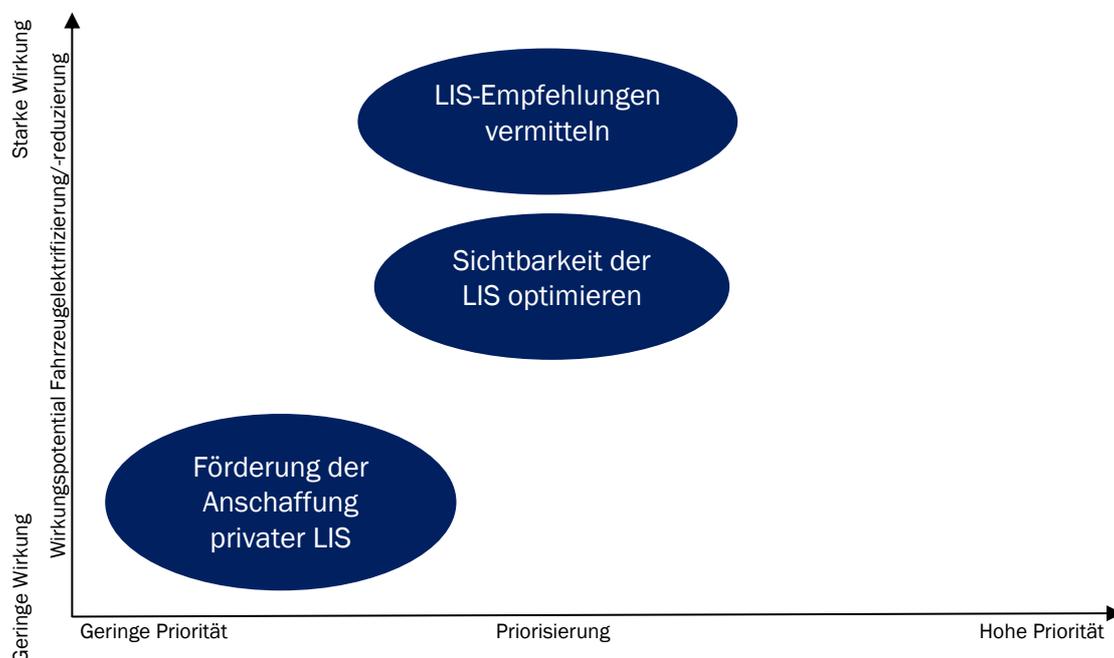
### 3. Sichtbarkeit der LIS optimieren

Eine sichtbare, eingängige und einheitliche Ausschilderung der Ladestationen in der Region kann die Elektromobilität im Landkreis greifbarer machen und die öffentliche Wahrnehmung schulen. Dabei ist es wichtig auf den Straßen und an der Ladestation selbst deutlich abgrenzbar zu beschil dern. Gleichzeitig spielt das konsequente Abschleppen von Verbrenner-Falschparkern eine große Rolle in der Wertschätzung.

Standorte und Ausbaupläne können dann ggf. in der regionalen Presse, in Amtsblättern, auf der Landkreis Website bzw. auf (öffentlichen) Veranstaltungen bekanntgegeben werden. Gleichzeitig sollte das Einpflegen der Ladepunkte im Landkreis in gängige und von vielen Nutzern besuchte Webseiten, wie GoingElectric, gehandhabt werden.

Der Entwurf einer einheitlichen Gestaltung der Ladestationen sollte unter Berücksichtigung der Marke Elektromobilität der Region erfolgen. Das Einbinden dieser Markenidentität kann die Aufmerksamkeit der Bevölkerung stärken. Dafür ist es wichtig, die Bürger zu informieren und zu schulen (Maßnahme 6). Eine Markenidentität ist immer auch mit Vertrauen verbunden, welches sich aus einem hohen Ausbaustand, niedriger Wartung und der Einzigartigkeit bzw. Vorbildfunktion des Konzeptes ergibt. Der Landkreis Bautzen nimmt mit seiner Konzeptumsetzung im sächsischen ländlich geprägten Raum solch eine Vorbildfunktion ein. Markenbotschafter in Form von Erstnutzern, Veranstaltungen oder Schulungen können die Wirkung in der Region verstärken.

Beteiligte Akteure dieser Maßnahme sind die Mitarbeiter der Landkreisverwaltung, die Energieversorger sowie das Gewerbe, insbesondere die LIS-Betreiber. Mit letzteren muss besonders intensiv zusammengearbeitet werden, um eine Verbreitung eines einheitlichen Designs möglich zu machen.



**Abbildung 40: Maßnahmen Ladeinfrastruktur**

## 9.2 Information und Kommunikation

Um Veränderungen im Mobilitätsverhalten zu erreichen, müssen Privatpersonen und Unternehmen sensibilisiert und ein Bewusstsein für die Elektromobilität geschaffen werden. Für den Erfolg ist es notwendig, dass die Etablierung der Elektromobilität als Gemeinschaftsaufgabe von Bürgern, Unternehmen, Gemeinden und dem Landkreis gesehen wird. Dafür ist eine gemeinsame Zielstellung für den Landkreis Bautzen nötig. Es müssen Informationen bereitgestellt und damit eine Öffentlichkeitswirksamkeit erzielt werden, die darauf abzielt, den von den Nutzern wahrgenommenen hemmenden Faktoren für die Elektromobilität entgegen zu wirken. Dies wird im Rahmen einer eigens für die Weiterentwicklung im Bereich Elektromobilität eingerichtete Anlaufstelle/Informationszentrum/Informationsstelle für Bürger und Unternehmen verwirklicht. Diese wird neben Vorurteilen, die durch Information und Aufklärung abgebaut werden können, auch viele offene Fragen, häufig zu den Fahrzeugen, der Ladeinfrastruktur, den rechtlichen Rahmenbedingungen und den existierenden Dienstleistungen beantworten können sowie ein Unternehmensnetzwerk rund um die Elektromobilität errichten und stärken.

**Tabelle 31: Maßnahmen Information und Kommunikation**

Nr.	Maßnahmentitel	Umsetzungshorizont	Priorität	Verantwortlichkeit
4	Definition einer gemeinsamen Zielstellung für Elektromobilität im Landkreis Bautzen	kurzfristig	hoch	Landkreis
5	Zentrale Ansprechpartner / Entwicklung eines Beraternetzwerkes, um mittelfristig eine (Elektro-)Mobilitätsberatung im Landkreisgebiet zu etablieren	kurzfristig	hoch	Landkreis, Energieagentur/SAENA, Gemeinden
6	Elektromobilität im Netzwerk	langfristig	mittel	Landkreis, Energieagentur
7	Öffentlichkeitsarbeit	kurzfristig	hoch	Landkreis, Energieagentur
8	Mitarbeitermobilität	mittelfristig	hoch	Landkreis

### 4. Definition einer (gemeinsamen) Zielstellung und einer Rolle des Landkreises hinsichtlich der Elektromobilität

Für den Erfolg der Elektromobilität im Landkreis Bautzen ist eine Festsetzung von Zielen aus der Verwaltung heraus zwingend. Dies legitimiert die Aufgaben und auch die damit in Verbindung stehenden weiteren Maßnahmen und Strukturen. Die Umsetzung der Ziele erfordert die Zusammenarbeit verschiedener Bereiche in der Landkreisverwaltung. Zur Organisation dieser Zusammenarbeit ist ein Koordinator für die Elektromobilität im Landkreis innerhalb der Verwaltung notwendig (vgl. Kapitel 10).

Dazu muss die Rolle des Landkreises intern definiert werden. Als Rahmen dieser Rollendefinition wird vorgeschlagen, die Maßnahmen, die im Rahmen des Konzeptes vorgesehen werden, als Vorlage zu nehmen und um folgende übergeordnete Aspekte zu ergänzen:

- Der Landkreis sieht Elektromobilität als einen Bestandteil der Mobilität, die gefördert werden soll.
- Mobilität wird in den nächsten Jahrzehnten eine Herausforderung, aus Daseinsgesichtspunkten und aufgrund der enormen Entwicklungen mit neuen Konzepten, Geschäftsmodellen und Akteuren sein.
- Die Rolle der Elektromobilität ist dabei ein Teil der erheblich zum Klimaschutz und den nationalen Klimaschutzziele beitragen kann.
- Integration der Zielvorgaben für Mobilität im Jahr 2040.

- Wirtschaftlich ergeben sich Herausforderungen aus der Elektromobilität, aber auch Chancen, auf die Unternehmen und Bürger vorbereitet werden müssen.
- Ohne einen Gesamtblick auf Mobilität und nachhaltige Energieerzeugung/-management macht dies keinen Sinn.
- Der Landkreis Bautzen sollte eigene Kompetenz im Haus haben, die es erlaubt, die Themen zu monitoren und zu den Themen in Zusammenarbeit mit den Fachbereichen und Kommunen die Bürger, Unternehmen, Vereine zu informieren und sensibilisieren. Die Verbreitung und Vernetzung stellt die wesentliche Aufgabe dar. Alternativ kann die Energieagentur des Landkreises als dauerhafter Partner mit dieser Aufgabe betraut werden.
- Außerdem sollen Vorbildprojekte im Rahmen der eigenen Mobilität erbracht werden, um Beispiele zu schaffen.

Differenziert werden sollte zwischen einem internen Ziel, das Aktivitäten des Landkreises bedingt, und Zielen, die der externen Kommunikation dienen. Als internes Ziel eignet sich die Anzahl von Elektrofahrzeugen, die im Landkreisgebiet erreicht werden soll. Die Anzahl der Fahrzeuge sollte mindestens der Anzahl prognostizierter Fahrzeuge entsprechen. Eine darüberhinausgehende Anzahl sollte angestrebt werden. Im Jahr 2030 beläuft sich der prognostizierte Anteil an Elektrofahrzeugen auf 10 – 20 % respektive jedes fünfte bis zehnte Fahrzeug, im Umkehrschluss sind 80 – 90 % der Fahrzeuge konventionell betrieben. Bei diesen Werten handelt es sich nicht um eine Größenordnung, die Bürger dazu animiert, sich mit der Thematik auseinander zu setzen. Für die externe Kommunikation ist eine an der Fahrzeuganzahl orientierte Zielstellung nicht zielführend.

Für die externe Kommunikation ist die Aktivierung und Sensibilisierung der Bürger die übergeordnete Zielstellung. Dafür sollten Teilziele definiert werden, die positiv, animierend und motivierend auf die Bevölkerung wirken und ein Commitment hervorrufen. Die Verbindung mit regionalen Werten kann sich positiv auf die Annahme der Zielvorstellung durch die Bürger auswirken. Es eignen sich bspw. die gesammelte Anzahl elektrisch statt konventionell gefahrener km, eine eingesparte Menge CO<sub>2</sub> oder fossiler Kraftstoffe, aber auch die durch Elektrofahrzeuge aufgenommene kWh des regional produzierten regenerativen Stroms aus den über 3 900 Anlagen<sup>166</sup> (Wind, PV, Biogas/-masse und Wasser; Stand 2016) (Maßnahme 5).

Beide Zielstellungen müssen zunächst in einem Arbeitstreffen des Kompetenzteams (Elektro-)Mobilität (vgl. nachfolgende Maßnahmenbeschreibung) diskutiert und festgesetzt werden. In einem jährlich stattfindenden Folgetermin sollte ein Fortschrittsbericht (Anzahl Fahrzeuge, Produkte und Dienstleistungen im Bereich Elektromobilität, Best Practice Beispiele etc.) erstellt werden.

## **5. Entwicklung eines Kompetenzteams, um mittelfristig eine (Elektro-)Mobilitätsberatung im Landkreis zu etablieren**

Die Elektromobilität wird sich langfristig auch ohne Einwirkung und Unterstützung des Landkreises Bautzen im Landkreisgebiet etablieren. Es besteht aber die Möglichkeit durch das Einnehmen einer aktiven Rolle die Entwicklung zu forcieren und zu beeinflussen. So sind schneller mehr E-Fahrzeuge möglich, kann die Mobilität durch Förderprojekte verstärkt angegangen und zum anderen die regionale Wertschöpfung gesteigert werden. Unternehmen können auf den kommenden Wandel vorbereitet werden.

- Dazu bedarf es interner oder beratender Kompetenz im Haus, die es erlaubt die Themen zu Monitoren und zu den Themen in Zusammenarbeit mit den Fachbereichen und Kommunen die Bürger, Unternehmen, Vereine zu informieren und sensibilisieren. Die Verbreitung und Vernetzung stellt die wesentliche Aufgabe dar.
- Außerdem sollen Vorbildprojekte im Rahmen der eigenen Mobilität erbracht werden, um Beispiele zu schaffen.

---

<sup>166</sup> Energie- und Klimaschutzbericht des Landkreises Bautzen für das Jahr 2017 ([http://www.tgz-bautzen.de/fileadmin/media/pdf/Energieagentur/EuK-Bericht\\_LK\\_2017.pdf](http://www.tgz-bautzen.de/fileadmin/media/pdf/Energieagentur/EuK-Bericht_LK_2017.pdf))

Dafür bedarf es einer eigenständigen Einheit, die sich um die Belange der Elektromobilität kümmert. Es wird empfohlen, ein Team aus dem Energiemanagement der LK-Verwaltung, dem ÖPNV Verantwortlichen und der Energieagentur des Landkreises Bautzen zu bilden. Unterstützt werden sollte dies durch die Sächsische Energieagentur die im Bereich Energiemanagement und Mobilität tätig ist und als Ansprechpartner für übergeordnete Themen dienen kann. Genaue Zuständigkeiten müssen im Landkreis per Beschluss festgesetzt werden, um Unstimmigkeiten zu vermeiden (vgl. Kapitel 10).

Das Kompetenzteam befasst sich mit dem Management der Kompetenzen auf Landkreisebene und stellt ein Verbindungsglied zwischen der Landkreisverwaltung und den Bürgern bzw. Unternehmen dar. Die Aufgabenbereiche des Kompetenzteams umfassen mindestens:

- Beratender Ansprechpartner für Gemeinden, Unternehmen und Privatpersonen
- Koordination zwischen den Akteuren des LIS-Ausbaus im Markthochlauf (Maßnahme 4)
- Monitoring der Aktivitäten im Bereich Ladeinfrastruktur, Fahrzeuge und Produkt- und Dienstleistungsangebote
- Zusammenstellung und Verbreitung von Informations- und Schulungsmaterialien in Druckform, über E-Mail-Verteiler oder auf der LK-Webseite
- Elektromobilität durch praktische Erfahrungen erlebbar machen
- Aktive Projektakquise und Eigenfinanzierung stärken, damit der LK als Institution selbst auch finanzielle Effekte verzeichnen kann
- Erstellung, Aktualisierung und Verbreitung einer Fördermittelübersicht
- Koordinierung und Antrag für Förderprojekte

Ziel ist es, ein initial Beratungsangebot für Unternehmen und Bürger rund um das Thema Elektromobilität und nachhaltige Energie zu schaffen. Folgende Bereiche sollten durch diese Stelle mindestens abgedeckt werden:

- a. Sensibilisierung und Erstberatung von lokalen Unternehmen hinsichtlich Installation und Betrieb von LIS:  
Um den in Maßnahme 1 beschriebenen Ausbau von Ladeinfrastruktur besonders in Gebieten mit erhöhtem erwarteten Ladebedarf (Kapitel 5) proaktiv voranzutreiben, ist ein umfassendes Informations- und Beratungsangebot besonders für regionale Unternehmen von hoher Relevanz. Neben grundlegenden Informationen zur Entwicklung der Elektromobilität und damit einhergehenden Veränderung im Mobilitätsverhalten, müssen die Unternehmen über ihre Möglichkeiten informiert werden. Dazu gehören neben der persönlichen Ansprache auch Einladungen zu Informationsveranstaltungen, Workshops, Elektromobilitätstagen sowie die Einbindung in das Unternehmensnetzwerk.
- b. Sensibilisierung und Erstberatung von Privatpersonen hinsichtlich Installation und Betrieb von LIS:  
Private LIS ist eine relevante Einflussgröße für den Kauf eines Elektro-Pkws. Aufgrund des hohen Ein- und Zweifamilienhausanteils (49 %) und der damit verbundenen Möglichkeit der Installation einer privaten Lademöglichkeit, sind die Voraussetzungen im Landkreis, einen Elektro-Pkw anzuschaffen, attraktiv. Die Bürger müssen über die Möglichkeiten der Elektromobilität in Verbindung mit privatem Laden, PV-Anlagen und Speichermöglichkeiten informiert werden. Bei Interesse bedarf es ebenfalls einer Beratungsleistung. Die entsprechenden Produkte und Dienstleistungen zur Bedienung der Nachfrage müssen dafür vorhanden sein.
- c. Informationen zur Berücksichtigung von LIS bei Neubauprojekten für Gewerbe und Privatpersonen:  
Bei Neubau und Renovierungsprojekten sollten Informationen bereitgestellt werden, die Bauherren über notwendige Maßnahmen zur Vorbereitung für LIS informieren. Dies betrifft die Verlegung von Leerrohren sowie die vorbereitende Verkabelung. Diese Aspekte sollten als Handlungsempfehlungen in die bereits bestehende Bauherrenmappe aufgenommen werden (Maßnahme 13).

- d. Sensibilisierung und Information für die Nutzung von Elektrofahrrädern als Alternative zum Pkw:  
 Elektrofahrräder erfreuen sich großer Beliebtheit. Sie können auf kürzeren Strecken alternativ zum Pkw eingesetzt werden und damit zur Reduktion der Schadstoffbelastung beitragen. Der Einsatz von Elektrofahrrädern in Fuhrparks sollte bei der Erstberatung von Unternehmen im Bereich Fuhrpark und betriebliches Mobilitätsmanagement berücksichtigt werden. Für Bürger sollten Informationen und Hinweise auf regionale Fahrradhändler mit Elektrofahrrädern verfügbar sein. (Maßnahme 8/12)
- e. Erstberatung Fuhrparkanalysen für Unternehmen:  
 Dazu gehört neben der Evaluierung möglicher Einsparungspotentiale auch die Betrachtung der Elektrifizierbarkeit der Flotten. Dazu müssen Hemmnisse und Vorurteile vor allem in den Bereichen Reichweite und Kosten abgebaut werden. Im direkten Vergleich können Elektrofahrzeuge heute bereits günstiger sein. Das hängt vor allem von den jährlich gefahrenen Kilometern ab. (Maßnahme 8)
- f. Aufstellung und Pflege eines Unternehmensnetzwerkes von lokalen Dienstleistern im Elektromobilitätsbereich (Maßnahme 6)

Maßnahme 5 ist unabdingbar für eine erfolgreiche Kommunikation mit allen Bürgern und Unternehmen der Region. Dabei sind die Möglichkeiten und Arbeitsaufwände für den Landkreis Bautzen zeitlich gestaffelt zu betrachten:

- Kurzfristig (2019 – 2021)
  - Organisation von Veranstaltungen: Elektromobilitätstage mit Testmöglichkeiten, Werksführungen, Testwochen bei Autohäusern und Radverkäufern, Team-Challenges, Ideenwettbewerb zu Verbesserung der E-Mobilität im Landkreis
  - Öffentlichkeitsarbeit: Erstellen einer Webseite, Social Media Posts und Artikel in der lokalen Presse, Informationsbroschüren, Schulungsmaterial (online und offline)
  - Netzwerken: Ansprache erster Unternehmen der Region mit E-Mobilitätsbezug und Aufnahme in öffentlich zugängliche Kartei, Erstellung LIS-Karte mit bestehenden Ladesäulen
  - Beratung: Unternehmen bezüglich Fuhrpark und LIS, Privatpersonen bezüglich Heimladestation und Anschaffung (TCO), Stellplatzsatzung, gesetzliche Rahmenbedingungen
  - Begleitung: Erster Pilotprojekte/-unternehmen
  - Workload: hoch aufgrund der hohen Einarbeitung und Erstorganisationen
- Mittel- bis langfristig (ab 2021)
  - Initiieren und Organisation von Veranstaltungen: weniger relevant, da Erstsensibilisierung erfolgt
  - Öffentlichkeitsarbeit: Pflege von Materialien, Social Media Seiten, episodische Artikel in der lokalen Presse
  - Netzwerken: Erweiterung und Aktualisierung der Kartei, sodass alle Unternehmen mit Bezug aufgenommen sind, LIS-Karte pflegen
  - Beratung: Unternehmen für nachhaltige (Mitarbeiter-)Mobilität (Schulungen) oder Pendlershuttles, Unternehmen und Privatpersonen bezüglich Förderprogrammen
  - Workload mittelfristig: mittel bis niedrig, da Markthochlauf im LK ab 2030 erwartet wird
  - Workload langfristig: hoch, da Bedarf an Beratung von privater und Unternehmenseite im Markthochlauf

## 6. Elektromobilität im Netzwerk

Ziel eines Unternehmensnetzwerkes ist es, die regionale Vernetzung, Zusammenarbeit und Informationsweitergabe zu stärken. Durch die Querschnittsfunktion der Elektromobilität kommt dem Wissens- und Erfahrungsaustausch sowie der Zusammenarbeit zwischen relevanten Akteuren besondere Bedeutung zu. Die Unternehmen geben Ihre Erfahrungen und ihr Wissen im Bereich der Kernkompetenzen untereinander weiter und fördern so den Kompetenzaufbau und die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen im Landkreis. Die Initiierung von Netzwerktreffen mit Unternehmen, Beratern und weiteren Akteuren der Elektromobilität treibt die Vernetzung voran.

Eingebunden werden sollten Unternehmen aus den Bereichen Mobilität und Verkehr, aus der Elektro- und Energiebranche sowie weitere Akteure, für die sich aus der Elektromobilität heraus neue Geschäftsfelder bilden, bspw.:

- Elektroinstallateure
- Energieberatung
- Energieversorger/ Stadtwerke
- Elektrofachhandel
- Autohäuser
- Autowerkstätten
- Batteriehersteller

Dabei ist es neben der Vernetzung der Akteure untereinander auch das Ziel einen für die Bevölkerung und andere Unternehmen zugänglichen Kompetenzatlas/Verzeichnis zu erstellen, in dem relevante Akteure aufgeführt sind. Dies kann in schriftlicher Form oder über die Webseite des Landkreises erfolgen. Dabei bedarf es einer regelmäßigen Pflege und Ansprache weiterer Unternehmen, die sich in Richtung Elektromobilität bewegen. Das Kompetenzteam (Maßnahme 5) ist eine mögliche Stelle.

## **7. Öffentlichkeitsarbeit**

Für die externe Kommunikation ist die Aktivierung und Sensibilisierung der Bevölkerung die übergeordnete Zielstellung. Deshalb ist eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit unabdingbar. Folgende Bereiche sind unter diesem Schwerpunkt mindestens abzudecken:

- Elektromobilitätsportal auf der Landkreis-Webseite zur zentralen Kommunikationsplattform für die Elektromobilität im Landkreis entwickeln → Informationen zur E-Mobilität und LIS allgemein, Online-Flyer/-Broschüren, Veranstaltungsinfos
- Nutzung überregionaler Angebote (z. B. Wanderausstellungen der SAENA, zentrale Bildungsangebote etc.)
- Veröffentlichung von Beiträgen in regionalen Informationsmedien
- Broschüren/Schulungsmaterial
- Initiieren von Veranstaltungen mit Vereinen und Kommunen
- Aktionstage, z. B. in Schulen
- Folierung von kreiseigenen Kfz

Durch die Erweiterung der bestehenden Landkreis- und Energieagenturwebseite um ein Elektromobilitätsportal kann ein einfacher Zugang zu grundlegenden Informationen und aktuellen Themen bezüglich der Elektromobilität für Bürger und Unternehmen geschaffen werden. Informationen im Internet sind ohne Hemmschwelle für die Bürger und Unternehmen zugänglich und sollten als erste Informationsquelle umfangreich gestaltet werden. Folgende Bestandteile können enthalten sein:

- Informationen zu den Projektergebnissen des Elektromobilitätskonzeptes sowie Aktivitäten im Rahmen des Projektes
- Downloadoption der Broschüre Elektromobilität im Landkreis Bautzen für Basisinformationen zur Elektromobilität
- Einrichtung einer Akteursliste/Kontaktübersicht mit Kompetenzträgern und Ansprechpartnern für die Elektromobilität in der Region (digitale Visitenkarte z. B. auf der Webseite der Energieagentur)
- Einrichtung einer Kommentar- und Feedbackfunktion für Bürger, die niederschwellig zugänglich ist und ebenfalls Standortwünsche für LIS berücksichtigt
- Darstellung der positiven Entwicklung der Elektromobilität in der Region

Die Integration in den Lehrstoff der Schulen kann bereits die jungen Menschen für das Thema sensibilisieren. Dabei kommt der Informationsweitergabe zugute, dass zumeist eine neutrale oder

keine Meinung zum Thema Elektromobilität besteht und noch keine Markenzugehörigkeit vorhanden ist. Das können sein: Schülerlabore, Exkursionstage, Ideenwettbewerbe oder Projektstage zum Thema E-Mobilität bzw. nachhaltiges Mobilitätsverhalten. Die Einbindung von Schulen bietet weiterhin die Chance, dass die Schüler die Themen an Eltern herantragen können, die sonst gegebenenfalls nicht Kernzielgruppe der Elektromobilitätsförderung gewesen wären. Damit kann eine breite Bewusstseinsbildung in der gesamten Bevölkerung erreicht werden.

Neben einer nachhaltigen Mobilität ist ebenso eine ökologische Lebensweise für die Energiewende relevant. Der Aufbau eines „Musterhauses Nachhaltiges Leben“ kann die Elektromobilität in den Gesamtkontext einer ressourcenschonenden, umweltfreundlichen und modernen, digitalisierten Lebensweise eingeordnet und als ein Baustein der Verkehrs- und Energiewende dargestellt werden. Dadurch kann das Verständnis für die Relevanz und Zukunftsfähigkeit des Themas bei den Bürgern gestärkt werden. Das Ökosystem Elektromobilität sollte unter Nutzung einer PV-Anlage und Energiespeichermöglichkeit sowie unter Einbeziehung eines Lastmanagements dargestellt werden. Darüber hinaus ist die Integration in ein Smart Home Konzept von hoher Relevanz, um das technische Verständnis zu stärken und die Notwendigkeit der Verknüpfung von nachhaltiger Mobilität mit einem hohen Maß an Digitalisierung herzustellen. Weitere Aspekte eines nachhaltigen Lebens, bspw. die Verwendung recycelter Materialien, sollten ebenfalls einbezogen werden. Die Einrichtung des Musterhauses kann bspw. in einem öffentlichen Gebäude und auf ehrenamtlicher Basis erfolgen.

## **8. Mitarbeitermobilität**

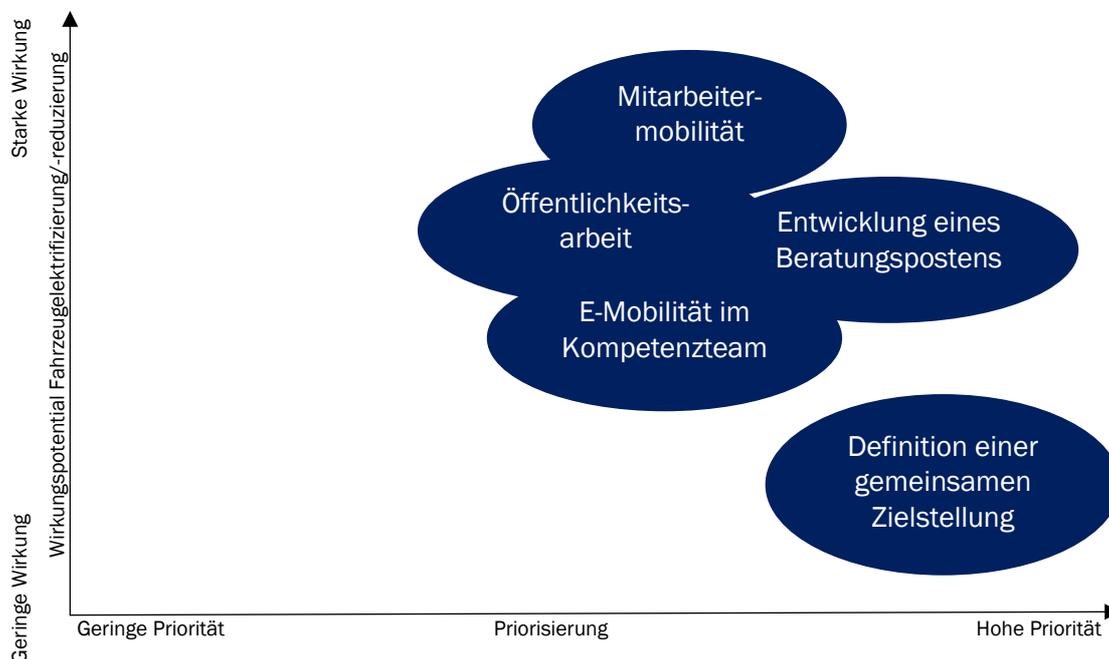
In internen Workshops und Informationsveranstaltungen zum Thema Elektromobilität können Mitarbeiter der Ämter des Landkreises Bautzen über die Potentiale der Elektromobilität informiert werden. Erfahrungen, die im Beruf gesammelt werden, können von den Mitarbeitern in das private Umfeld weitergetragen werden, woraus sich zusätzlich eine Verbreitung der Elektromobilität in der Bevölkerung ergibt. Inhaltliche Schwerpunkte können bspw. sein:

- Basisinformationen Elektromobilität
- Status Quo und Entwicklung im Landkreis Bautzen
- Lademöglichkeiten und -infrastruktur
- Klimabilanz von Elektro-Pkw
- Technische Details und Nutzungsbereiche
- Marktüberblick
- Fördermöglichkeiten

Die Elektromobilität begeistert durch praktische Erfahrungen. Darüber hinaus können durch das Testen und die längere Nutzung von Elektrofahrzeugen Hemmnisse und Vorurteile bzgl. der Elektromobilität abgebaut und die Fahrzeuge im Tagesgeschäft getestet werden. Zur Beurteilung ist eine längere Testphase notwendig. Die Investition kann anschließend besser bewertet werden. Dafür gibt es Anbieter wie bspw. e-flat oder nextmove. Elektrofahrzeuge werden für einen längeren Zeitraum (mindestens ein Monat bis max. drei Monate) durch den externen Anbieter zur Verfügung gestellt. Durch Kooperationen mit dem Anbieter können bspw. Vergünstigungen für Unternehmen bei größeren Abnahmemengen oder die Übernahme der Bereitstellung von LIS ausgehandelt werden. Alternativ kann die Kooperation mit lokalen Autohäusern und Fahrradläden angestrebt werden, um Unternehmen vergünstigt Fahrzeuge zum Testen anbieten zu können. Im kleineren Maßstab können Leih- oder Arbeitspedelecs vom Arbeitgeber zur Verfügung gestellt werden, um die Mitarbeiter an die neue Mobilitätsform heranzuführen.

Die Möglichkeit, den Arbeitnehmern auf dem Betriebsgelände eine Ladestation zur Verfügung zu stellen ist auszuloten. Seit 2017 ist das kostenlose oder verbilligte Stromabgeben an den Arbeitnehmer steuerfrei und wird nicht als geldwerter Vorteil angesehen. Perspektivisch kann dieses Angebot für Arbeitssuchende als Anreiz genutzt werden, um sie von der eigenen Firma/Institution zu überzeugen. Vor allem bei kleineren Unternehmen (< 49 Mitarbeiter), die rund 98 % der Unterneh-

men Bauzens sind, kann sich dieser Hebel auswirken. Zu vermerken sei jedoch, dass Behörden keinen kostenlosen Strom an ihre Mitarbeiter abgeben kann. Dieser Aspekt ist differenziert zu betrachten.



**Abbildung 41: Maßnahmen Information und Kommunikation**

### 9.3 Fahrzeuge

Die erläuterten Maßnahmen haben das übergeordnete Ziel, den konventionellen Fuhrpark im Landkreis Bautzen mit Elektrofahrzeugen zu ergänzen. Sie unterstützen Bürger und Unternehmen dabei, sich mit der Elektromobilität und damit einhergehenden Veränderungen vertraut zu machen. Dies betrifft insbesondere die Fahrzeugtechnologie und LIS sowie Veränderungen in der bestehenden Netzwerkstruktur sowie dem System Pkw. Hemmnisse beim Kauf von E-Pkw können dadurch abgebaut werden. Der finale Schritt zum Fahrzeugkauf bedingt in vielen Fällen jedoch praktische Erfahrungen und die Kenntnis, ob ein Elektro-Pkw für den gewünschten Zweck tauglich ist. Durch Probefahrten kann ein erstes Gefühl für Elektrofahrzeuge entwickelt werden. Eine Einschätzung, inwieweit sich diese für den Alltag oder das Tagesgeschäft eignen, kann durch eine kurze Fahrt jedoch nur schwer beurteilt werden. Eine längere Testphase kann Bürgern und Unternehmen dabei helfen, die Tauglichkeit der Fahrzeuge besser beurteilen zu können.

**Tabelle 32: Maßnahmen Fahrzeuge**

Nr.	Maßnahmentitel	Umsetzungshorizont	Priorität	Verantwortlichkeit
9	Elektrifizierung des Fuhrparks	mittelfristig	mittel	Landkreis
10	Elektrobusse im Stadtverkehr	langfristig	gering	Landkreis
11	Probefahrten mit E-Pkw	kurzfristig	gering	Energieagentur/ Gemeinden
12	Elektrofahrräder im Landkreis	mittelfristig	hoch	Energieagentur/ Landkreis

## 9. Elektrifizierung des Fuhrparks

Ziel dieser Maßnahme ist die stufenweise Elektrifizierung des Fuhrparks. Es liegt eine Fuhrparkanalyse vor, in der das Elektrifizierungspotential bestimmt wurde. Für jeden analysierten Standort liegt ein Ergebnisbogen vor, der die elektrifizierbaren Fahrzeuge in einzelnen Stufen aufzeigt. Neben der reinen Potentialanalyse steht auch die allgemeine Abgabe von Informationsmaterialien (Maßnahme 6). Dies könnten bspw. sein:

- Zusammenstellung Anwendungsbereiche und Potentiale, besonders in Hinblick auf die Einbindung erneuerbarer Energien
- Checkliste zur Ermittlung der Tauglichkeit einer (teilweisen) Elektrifizierung des Fuhrparks
- Hinweise auf weiterführende Analysemöglichkeiten und Hilfe bei der Umstellung
- Ansätze und Möglichkeiten eines betrieblichen Mobilitätsmanagements
- Vorstellung von Best-Practice Beispielen aus dem Landkreis

Das hervorgegangene Einsparpotential und andererseits auch die Möglichkeit vor allem ältere Fahrzeuge zu ersetzen, kann in Form der Anschaffung von Pedelecs oder einem E-Pkw erfolgen.

Der Landkreis sollte hinsichtlich der Elektromobilität eine Vorbildrolle einnehmen. Aufgrund derzeitiger Unsicherheiten bzgl. der Elektromobilität wird eine positive Wahrnehmung für Bürger, Unternehmen und anderer Verwaltungen erzeugt. Im Zuge der Elektrifizierung des Fuhrparks ist mindestens ein Ladeinfrastrukturausbau im Verhältnis 1:1 (ein Ladepunkt pro Fahrzeug am Standort) anzustreben. Die LIS sollte mit Strom aus regenerativen Quellen vor Ort erzeugt werden. Zusätzliche Ladeinfrastruktur bietet die Möglichkeit, das Zwischenladen für Geschäftspartner, Gäste oder Mitarbeiter zu gewährleisten. Je nach Marktverfügbarkeit sollten sowohl Pkw als auch leichte und schwere Nutzfahrzeuge elektrifiziert werden.

Die Marktverfügbarkeit an schweren Nutzfahrzeugen ist aktuell noch unzureichend. Eine Umstellung dieser Fahrzeuge (betrifft v.a. die Straßenmeisterei) kann in kurzer- bis mittlerer Frist unabhängig von den Fahrleistungen aus Kostengründen nicht empfohlen werden. Hierbei ist eine Marktbeobachtung der Entwicklungen wichtig, um zum entsprechenden Zeitpunkt und durch ggf. Nutzung von passenden Förderprogrammen eine Umstellung beginnen zu können.

Pedelecs sind besonders für kurze Distanzen zwischen 10 und 15 Kilometern zu empfehlen und können auf diesen Strecken den Pkw ersetzen bzw. ergänzen. Wie in Kapitel 7.1 angesprochen, sind auch keinerlei Pflichten wie beispielsweise eine Betriebserlaubnispflicht notwendig. Neben den gesundheitlichen Vorzügen für die Mitarbeiter und den Platzeinsparungen ist die Kostenersparnis dementsprechend ein relevanter Punkt. Der Einsatz von Elektrofahrrädern in Fuhrparks sollte als Schlussfolgerung bei der Erstberatung von Unternehmen im Bereich Fuhrpark und betriebliches Mobilitätsmanagement berücksichtigt werden (Maßnahme 6).

## 10. Elektrobusse im Stadtverkehr

Busse weisen aufgrund des deutlich höheren Kraftstoffverbrauches, der Fahrprofile und deutlichen Komfortverbesserungen eine hohe Attraktivität und Eignung für Elektromobilität auf. Aufgrund von Kosten die aktuell um den Faktor 2 – 3 höher als bei konventionellen Antrieben sind, ist eine flächendeckende Einführung ohne Förderprogramme nicht möglich. Es sollte dennoch im Landkreis versucht werden einen Testbetrieb und ggf. längerfristig einen Bus einzusetzen. Damit können Infrastrukturen vorbereitet und Erfahrungen gesammelt werden. Dabei sollte die Elektrifizierung des ÖPNV in den Stadtgebieten Bautzen, Kamenz, Hoyerswerda oder Radeberg als erstes forciert werden. Durch Absprachen mit Best Practice Nutzern können unnötige Pioniererfahrungen vermieden werden.

Abgesehen vom Einsatz von Elektrobussen sollte der ÖPNV als Alternative zum Pkw vorangetrieben werden. Im ÖPNV kommt neuen Angebotsformen als Erweiterung zum bisherigen Linienangebot eine hohe Relevanz zu. Vor allem im ländlich geprägten Raum ist aufgrund soziodemografischer Veränderungen die Förderung der Nutzung des ÖPNV eine Herausforderung, da die individuelle

Mobilität dort einen besonders hohen Stellenwert einnimmt. Um die Attraktivität des ÖPNV als Alternative zum Pkw zu fördern, bedarf es bei aktuell geringem Angebot und Nachfrage ein Maßnahmenbündel, um die unterschiedlichen Zielgruppen ansprechen und Potentiale nutzen zu können. Mit verbesserten multimodalen Angeboten steigt die Attraktivität der Alternativen zum Pkw. Durch den reduzierten MIV können Einsparungen bei der Emissionsbelastung erreicht werden. Für Bürger soll es zu einer Erweiterung des Mobilitätsangebotes und der individuellen Flexibilität kommen. Probeabos können einen Anreiz zum Testen und Nutzen des ÖPNV bieten.

### **11. Probefahrten mit E-Pkw**

Probefahrten bieten eine einfache Zugänglichkeit zu E-Pkw mit geringer Nutzungshürde. Die Bereitstellung von Elektrofahrzeugen für interessierte Bürger und Berufspendler zur Probefahrt, um Fahrerlebnisse zu schaffen, Nutzungshemmnisse zu verringern und Vorurteile abzubauen stellt einen großen Hebel dar. Die Einrichtung einer Übersicht über das Elektromobilitätsportal, bei welchem Autohäusern oder Veranstaltungen Elektrofahrzeuge in der Region getestet werden können, ermöglicht den Bürgern einen einfachen Zugang. Die Beratungsstelle Elektromobilität sollte über die Möglichkeiten im Landkreis Bautzen informiert sein und bei Anfragen von Bürgern oder Unternehmen Auskunft geben können.

### **12. Elektrofahräder im Landkreis**

Die Sensibilisierung und Information für die Nutzung von Elektrofuhrädern als Alternative zum Pkw bekommt im Landkreis Bautzen aufgrund der Topografie eine besondere Wichtung (Maßnahme 6). Verlängerte Pendelwege können einerseits den Druck von den Straßen, aber auch vom Parkraum nehmen, da Fahrräder wesentlich weniger Platz benötigen als Pkws. Der geringere Krafteinsatz im Gegensatz zum konventionellen Fahrrad ermöglicht es auch älteren und mobilitätseingeschränkten Personen ihre alltäglichen Wege ohne den eigenen Pkw zurückzulegen. E-Lastenräder sind für die Post oder den Transport von größeren Lasten besonders geeignet und sollten auf kurzen innerstädtischen Strecken häufiger eingesetzt werden.

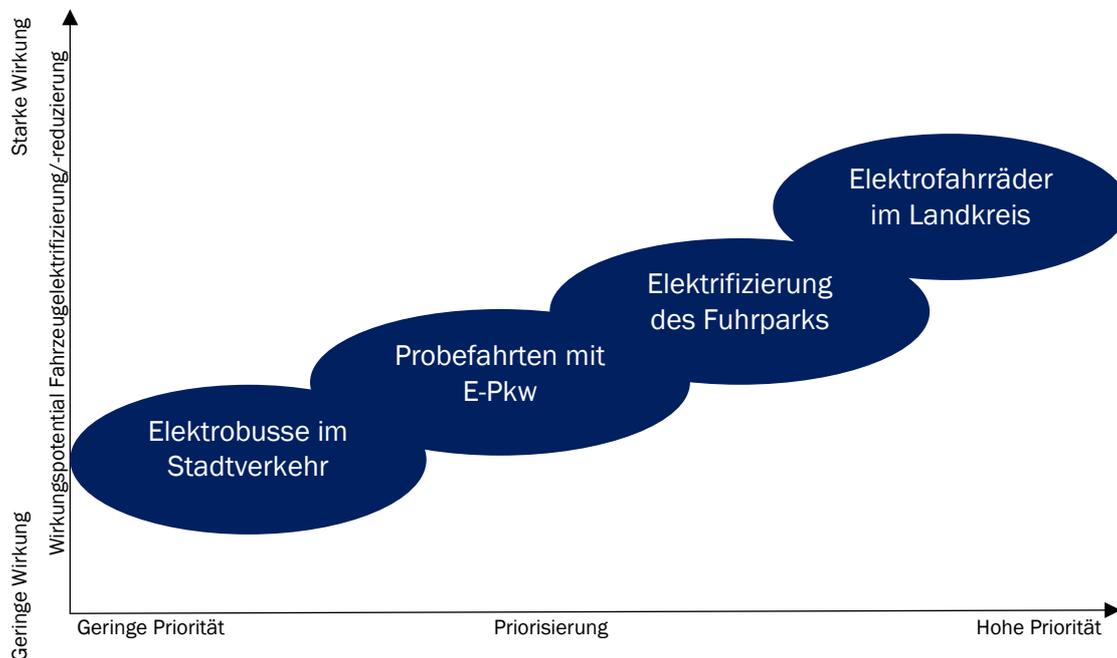
Um die Nutzung des Fahrrades als tägliches Verkehrsmittel zu stärken und attraktiver zu gestalten, sind gut ausgebaute Radwege essenziell. Zur Erhöhung der Sicherheit auf den Radwegen, sollten neue Radwegbreiten bei Neu- bzw. Ausbaumaßnahmen berücksichtigt werden. Zukünftig wird die Anzahl an Überholmanövern aufgrund höherer Geschwindigkeiten von Pedelecs steigen. Die Pflege und Wartung dieser spielt vor allem in der kalten Jahreszeit eine wichtige Rolle.

Das sichere und komfortable Abstellen von Fahrrädern in räumlicher Nähe zum Zielort ist eine Voraussetzung für die Verbesserung der Situation für den Radverkehr. Die Erstellung und der Ausbau von Bike & Ride - Stellplätze sowie von Sammelschließanlagen an verkehrsrelevanten Punkten spielen eine große Rolle. Gute Abstellanlagen animieren dazu, auch mit hochwertigen Rädern wie Pedelecs, E-Bikes und Lastenrädern zu möglichst vielen Zielen zu fahren. Dabei ist darauf zu achten, dass die Fahrräder vor Wetter, Diebstahl (des Rades und Akkus) und Vandalismus geschützt stehen, die Abstellanlagen gut zugänglich sind und auch Abstellplätze mit vermehrtem Raumbedarf für Lastenräder oder Anhänger zur Verfügung stehen. Weiterhin sollte auf die Verfügbarkeit von Ladestationen für E-Bikes und Pedelecs geachtet werden.

Radbonusaktionen können helfen, die erste Hürde für den Einstieg in die Nutzung des Rades zu überwinden. Vor allem Gruppenaktionen kommt ein hoher Wert zu. Das können beispielsweise regionale Aktionen/Wettbewerbe für Unternehmen „Kilometer sammeln“ mit dem Fahrrad oder E-Bike oder eingespartes CO<sub>2</sub> mit internen Wertung (Gruppen oder einzeln) oder regionaler Wertung (Kilometer pro Mitarbeiter je Kommune) sein.

Fahrradläden können sowohl die Beratung als auch die Durchführung von Probefahrten sicherstellen. Probefahrt sind nützlich um Fahrerlebnisse zu schaffen, Nutzungshemmnisse zu verringern und Vorurteile abzubauen. Auch die Durchführung bspw. auf Veranstaltungen, Elektromobilitätstagen, Tag der offenen Tür oder mithilfe von Nutzern von Elektrofahrzeugen schafft Probemöglichkeiten

Die Fahrradwege sind hinsichtlich ihrer Eignung für Pedelecs gesondert zu vermarkten. Dies gilt sowohl für die Zielgruppe Bewohner als auch Touristen. Für Touristen sind die Wegenetze mit Einkehrmöglichkeiten und Routenverläufen sowie Lademöglichkeiten aufzubereiten. Die Zusammenarbeit mit den Tourismusverantwortlichen des Landkreises sollten dafür gesucht werden. Hierbei sei auf die Marketing-Gesellschaft Oberlausitz-Niederschlesien (MGO) verwiesen.



**Abbildung 42: Maßnahmen Fahrzeuge**

## 9.4 Sonstige Maßnahmen

Folgende Maßnahmen können keiner der Kategorien LIS, Information und Kommunikation oder Fahrzeuge zugeordnet werden.

**Tabelle 33: Sonstige Maßnahmen**

Nr.	Maßnahmentitel	Umsetzungshorizont	Priorität	Verantwortlichkeit
13	Erweiterung der Bauherrenmappe	kurzfristig	hoch	Energieagentur
14	Alternative Bedienformen	mittelfristig	gering	Landkreis

### 13. Erweiterung der Bauherrenmappe

Die Bauherrenmappe des Landkreises ist aktuell in fünf Teilbereiche untergliedert. Die Elektromobilität muss zukünftig passend eingegliedert werden. Im Folgenden sind Beispiele für eine Erweiterung der Mappe aufgeführt. Dabei ist zu beachten, dass die Errichtung von Ladeinfrastruktur ein sehr umfangreiches Thema ist, wo viele Kompetenzen benötigt werden. Die eigentliche Erweiterung sollte durch Fachkundige der SAENA erfolgen.

**Bauvorbereitung:** Hier müssen infrastrukturelle Gegebenheiten des Grundstückes abgefragt werden. Dazu zählt das Vorhandensein von Leerrohren oder der Wunsch solche zu errichten und die Klärung des Netzanschlusses (inkl. der Anschlussleistung) am Pkw-Stellplatz, egal ob offen, Garage oder Carport. Die Erweiterung der einzureichenden Dokumente sollte ebenfalls forciert werden. Des Weiteren ist es wichtig, Synergien zwischen der Elektromobilität und der Errichtung von PV-Anlagen hervorzuheben, um frühzeitig auf die Integration und den Nutzen solcher Anlagen hinzu-

weisen. Die Erarbeitung einer Check- bzw. Anforderungsliste für die Errichtung von Ladeinfrastruktur würde sich gut in die bestehende Struktur des Teilbereiches einfügen und ist relevant für die Minderung der Rückfragenquote. Des Weiteren ist bei der Erstellung von Bebauungsplänen einzuplanen, Leerrohre und/ oder Anschlusskabel zu verlegen, um so den späteren Ladeinfrastrukturausbau zu vereinfachen.

**Ansprechpartner Behörden:** Neben den zuständigen Ämtern und der Energieagentur, sollten hier auch die Kontaktdaten des Kompetenzteams (Maßnahme 5) zu finden sein, um eine umfangreiche Beratung bezüglich der Integration der Ladeinfrastruktur in das aktuelle Bauvorhaben zu gewährleisten. Die Kommunen sollten um diese Stelle wissen und dadurch konkret Anfragen weiterleiten können.

**Ansprechpartner Medien:** Der Ansprechpartner für die Versorgung des Gebäudes sollte über die Vorhaben bezüglich der Errichtung von Ladeinfrastruktur informiert werden. Ein besonderer Vermerk, dem Anbieter dies mitzuteilen, ist einzufügen. Dadurch können von Betreiberseite aus Anforderungen an das Lastmanagement entwickelt werden.

**Satzungen und Beschlüsse:** Hier sollten einerseits rechtlich bindende Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Ladeinfrastruktur aufgeführt werden und andererseits aber auch Förderrichtlinien aufgezeigt werden. Eine Anzeigeempfehlung, selbst bei Leistungen unter 12 kW, wo keine Anzeigepflicht besteht, ist in Betracht zu ziehen. Neben den bereits aufgeführten Plänen und Satzungen ist eine Erwähnung der Ladesäulenverordnung (LSV) zu empfehlen.

**Planer und Handwerker:** An dieser Stelle bietet es sich an, auf das durch das Kompetenzteam erstellte Netzwerk (Maßnahme 6) zu verweisen. Da es sich um ein regionales Netzwerk handeln soll, ist eine Aufführung unter der Überschrift „Regionale Handwerker“ günstig.

#### **14. Alternative Bedienformen**

Alternativen Bedienformen kommt vor allem in ländlichen Räumen mit geringer Siedlungsdichte eine große Bedeutung zu. Der Landkreis Lüneburg eignet sich besonders aufgrund seiner Größe und der ländlichen Prägung für ÖPNV ergänzende Dienste. Dabei kann hierbei eine Elektrifizierung der eingesetzten Fahrzeuge im Gegensatz zu den Linienbussen einfacher umgesetzt werden. Allerdings fallen auch hier Mehrkosten an, welche durch Förderprogramme oder politische Unterstützung des Landkreises mit getragen werden müssten.

##### **Rufbus**

Die Buslinien, welche abgelegene Siedlungen im Landkreisgebiet adressieren, sollten zu den Randzeiten und bisher nicht bedienten Zeiten hinsichtlich einer Umstellung auf ein Rufbusprinzip geprüft werden. Durch die vorherige Bedarfsankündigung können Halte oder Busse entfallen, die dafür zu anderen Zeiten angeboten werden können. Einsparpotentiale für NO<sub>2</sub> ergeben sich hauptsächlich aus der Vermeidung von Fahrten.

##### **Minibus-Angebot als Zubringer für größere Arbeitgeber**

Der Landkreis sollte auf größere Arbeitgeber zugehen und versuchen diese für betriebliche Mobilitätsangebote für Mitarbeiter zu sensibilisieren. Denkbar wäre, durch ein Taxiunternehmen mittels Elektroomnibussen Mitarbeiter von den Bahnhöfen zur Arbeitsstelle und zurück zu befördern. Den Arbeitgebern sollte vorab eine interne Bedarfsermittlung empfohlen werden. Interessierte Unternehmen können hierbei in Kontakt gebracht werden, damit diese die Umsetzung mit den Taxiunternehmen diskutieren können. Dem Landkreis Bautzen kommt hierbei die Rolle des Initiators zu. Dieses Angebot weist ein hohes Potential zur NO<sub>2</sub>-Minderung durch die Verlagerung von Pkw-Einzelfahren auf effizientere Verkehrsmittel mit höheren Auslastungen.

## Einkaufsbus für Gemeinden

Ein Einkaufsbus stellt eine Art regelmäßigen Shuttle-Dienst (anfangs: z. B. einmal wöchentlich zu einer festen Zeit) zwischen den kleinen Orten zu einer Einkaufsmöglichkeit dar. Lokale Einzelhändler im gesamten Landkreis sollen durch die Verwaltung angesprochen werden, um das Angebot eines Einkaufsbusses für den Landkreis zu initialisieren. Bei Interesse der Händler sollen diese in den Märkten für den Service werben. Die Gemeinden informieren ältere Bürger über das Angebot. Bei positivem Feedback sollte ein Testbetrieb initiiert werden. Die Kosten sollten zum einen durch ein geringes Entgelt und andererseits durch Beteiligung der Händler erwirtschaftet werden. Später kann geprüft werden, ob eine Lieferung von Lebensmitteln mit der Tourenplanung verbunden werden kann. Das Treibhausgasersparpotential ist abhängig von der gewählten Umsetzungsvariante. Mit verbesserten multimodalen Angeboten steigt auch hier die Attraktivität der Alternativen zum Pkw. Durch den reduzierten MIV können Einsparungen bei der Emissionsbelastung erreicht werden.

## Förderprojektadressierung Mitnahme Waren und Personen

Sollte im Rahmen der Aktivitäten zum Einkaufsbus Interesse bestehen, sollte geprüft werden, ob nicht bei Verfügbarkeit passender Bundesausschreibungen ein Förderprojekt mit regionalen Partnern angestoßen wird, welches für Waren und Personen eine Mitnahmeoption vorsieht. So kann die Versorgung und die Beförderung verbessert werden. Der Landkreis sollte bei Interesse dafür einen Teilnahmewettbewerb initiieren. Das Treibhausgasersparpotential ist auch hier abhängig von der gewählten Umsetzungsvariante. Mit verbesserten multimodalen Angeboten steigt ebenso die Attraktivität der Alternativen zum Pkw. Durch den reduzierten MIV können Einsparungen bei der Emissionsbelastung erreicht werden.

## Bürgerbus

Der Landkreis Bautzen sollte regelmäßig über Vereine versuchen Bürger für die Thematik Bürgerbus zu sensibilisieren. Dazu kann auf vorhanden Erfahrungen und Initiativen im Land verwiesen werden. Sollte sich ein Teil von Personen finden, die ein solches Projekt angehen wollen, sollten diese durch den Landkreis und die Gemeinden unterstützt werden. Mit verbesserten multimodalen Angeboten steigt die Attraktivität der Alternativen zum Pkw. Durch den reduzierten MIV können Einsparungen bei der Emissionsbelastung erreicht werden.

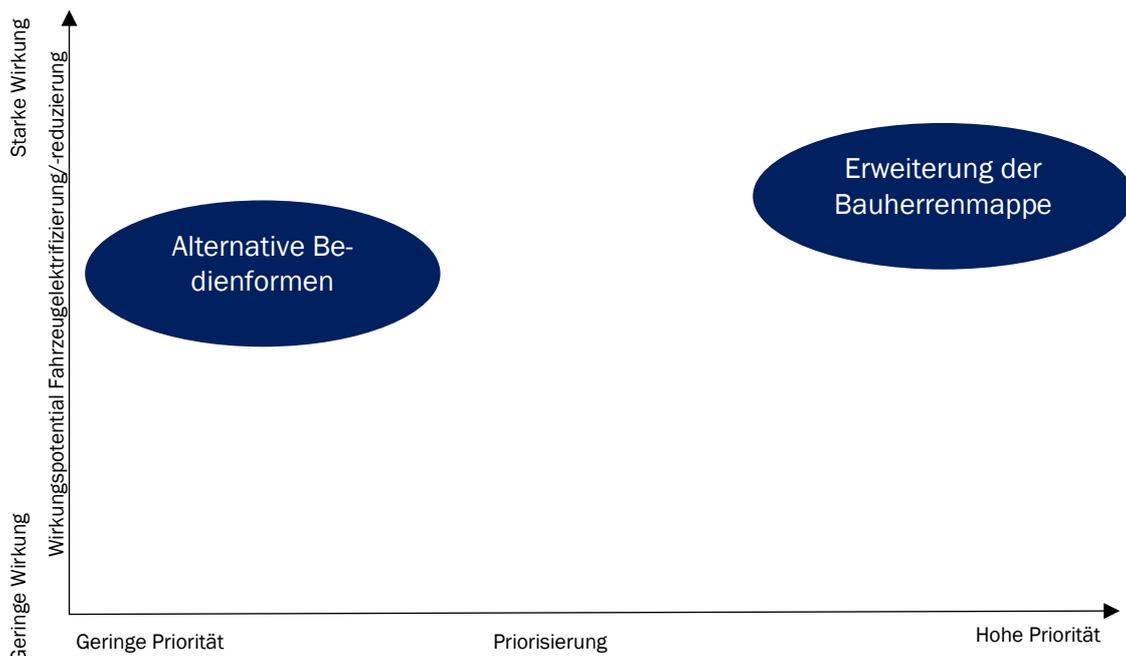


Abbildung 43: Sonstige Maßnahmen

## 9.5 Zeitliche Umsetzung

Nr.	Maßnahmentitel	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2050	
<b>Ladeinfrastruktur</b>											
1	Ladeinfrastrukturempfehlungen vermitteln										
2	Förderung der Anschaffung privater Ladeinfrastruktur										
3	Sichtbarkeit der LIS verbessern										
<b>Information und Kommunikation</b>											
4	Definition einer gemeinsamen Zielstellung Elektromobilität für den Landkreis Bautzen										
5	Elektromobilität im Kompetenzteam										
6	Entwicklung eines Beratungspostens/zentralem Ansprechpartner, um mittelfristig eine (Elektro-)Mobilitätsberatung im Landkreisgebiet zu etablieren										
7	Öffentlichkeitsarbeit										
8	Betriebliches Mobilitätsmanagement										
<b>Fahrzeuge</b>											
9	Weiterführende, schrittweise Elektrifizierung des Landkreisfuhrparks										
10	Bereitstellung von Elektrobussen im Stadtverkehr										
11	Probefahrten mit E-Pkw										
12	Elektrofahrräder im Landkreis										
<b>Sonstige Maßnahmen</b>											
13	Erweiterung der Bauherrenmappe										
14	Alternative Bedienformen										

**Tabelle 34: Umsetzungshorizont der Maßnahmen**

## 10 Fazit für den Landkreis Bautzen

Der Maßnahmenkatalog aus Kapitel 9 umfasst viele detaillierte Maßnahmen. Die hoch priorisierten Maßnahmen (Vgl. Tabelle 29) umfassen im Wesentlichen kommunikative Maßnahmen. Dafür sind geeignete Strukturen, die eine Umsetzung ermöglichen, erforderlich.

Für die Realisierung der Maßnahmen wurden als Verantwortliche im Wesentlichen der Landkreis, die Energieagentur, die SAENA und die Gemeinden benannt. Die gegebenen Strukturen, Personalressourcen und nicht geklärten Zuständigkeiten innerhalb der Landkreis Verwaltung lassen die Umsetzung, insbesondere der kommunikativen Maßnahmen, allerdings als nicht realistisch erscheinen.

Es wird eine Struktur vorgeschlagen in dem ein Kompetenzteam (Maßnahme 6) die Durchdringung der Thematik Elektromobilität in der Landkreisverwaltung und den Gemeinden vorantreibt. Die Auslegung entspricht der Mindestanforderung, um einen Themenfortschritt zu erreichen. Dies benötigt einen zentralen Ansprechpartner der im Wesentlichen folgende Dinge übernimmt:

- Intern Koordination des Kompetenzteams
- Koordination von Absprachen und Umsetzung von Projekten
- Ansprechpartner für Landkreis intern und Kommunen
- Vorantreiben des Themas im Landkreis
- Ansprechpartner/Organisator für eine AG Elektromobilität

Für diese Aufgaben wird ein Workload von 0,75 bis 1 Vollzeitstelle angesetzt.

Für Aufgaben die insbesondere die externe Kommunikation und inhaltliche Hilfestellung betreffen, wird ein hohes Maß an Flexibilität benötigt. Da verhältnismäßig starre Verwaltungsstrukturen dem entgegenstehen, wird eine externe Beauftragung als sinnvoll erachtet. Dies kann die jetzige Form der Energieagentur, die Beauftragung eines Dienstleisters oder die Gründung eines Energievereins Landkreis Bautzen umfassen. Letzteres bietet durch die Einbeziehung der lokalen Wirtschaft, die Möglichkeit die Netzwerkbildung noch zu befördern. Zwingend ist die Zusammenführung mit den klassischen Energiespar- und -effizienzthemen. Was durch eine Weiterführung der Energieagentur Bautzen ein sehr sinnvolles Szenario darstellt, da sich die Thematik Elektromobilität sehr gut an die bisherigen Aufgaben der Energieagentur anschließt und die bereits aufgebauten Kompetenzen weiter geführt werden sollten. Elektromobilität und nachhaltige Energie ist als ein Thema zu betrachten.

Die Aufgaben der externen Beauftragung umfassen folgende Bausteine:

- Sensibilisierung und Erstberatung von Unternehmen sowie Privatpersonen hinsichtlich LIS (Installation, Betrieb, Neubauprojekte), Pedelecs, u. ä.
- Information und Auskunft für Unternehmen sowie Privatpersonen
- Initiierung und Unterstützung von Unternehmensnetzwerken
- Förderprogramme verbreiten und Teilnahme initiieren
- Inhaltliche Unterstützung der Kommunen
- Marktbeobachtung Mobilitätsentwicklung
- Erstberatung Fuhrparkanalysen für Unternehmen

Zu den bisherigen Ressourcen der Energieagentur wird dafür in der Minimalauslegung ein Bedarf von 2,5 - 3 Vollzeitstellen als notwendig erachtet. Damit können auch strategische Mobilitätsthemen des Landkreises in der Marktbeobachtung abgedeckt werden sowie Projekte mit nachhaltiger Wirkung umgesetzt werden.

Wichtig ist ein stimmiges Gesamtgefüge. Darin sollte die Saena mit berücksichtigt werden, die auf Landes- und Bundesebene viel Erfahrung und inhaltlich große Kompetenz besitzt. Es sollte eine

Zusammenarbeit aufgebaut werden, die es ermöglicht auf das Wissen und die Vernetzung der Saena zurückzugreifen. Dazu sollten regelmäßige Koordinationsrunden stattfinden.

Kommunen und der Landkreis sollten von der inhaltlichen Kompetenz profitieren. Der Zugriff sollte von Seiten des Landkreises über den zentralen Ansprechpartner erfolgen. Zudem sollten regelmäßige Austauschtreffen und ein übergreifender Arbeitskreis für nachhaltige Energie & Mobilität im jährlichen Rhythmus durchgeführt werden.

## Literaturverzeichnis

[Platzhalter – Vervollständigung noch offen]

- Aichinger, W./Applehans, N./Gerlach, J./Gies, J./Hanke, S./Klein-Hitpaß, A./ Warnecke, T. (2015):** *Elektromobilität in der kommunalen Umsetzung - Kommunale Strategien und planerische Instrumente*. Unter: [http://www.starterset-elektromobilitaet.de/content/1-Bausteine/4-Kommunale\\_Flotte/elektromobilitaet\\_in\\_der\\_kommunalen\\_umsetzung.pdf](http://www.starterset-elektromobilitaet.de/content/1-Bausteine/4-Kommunale_Flotte/elektromobilitaet_in_der_kommunalen_umsetzung.pdf) (Abruf am 19.08.2018).
- Ames, G./Schurath, B. (2018):** *kobalt. kritisch*<sup>3</sup>. Berlin.
- Amnesty International (2017):** *Time to recharge*. London.
- Battis, U./Krautzberger, M./Löhr R.-P./Mitschang, S./Reidt, O. (2016):** *Baugesetzbuch – Kommentar*, München: Beck.
- Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) (Hrsg.) (2017):** *Geräuscharmheit von Elektrofahrzeugen unter besonderer Berücksichtigung sehbehinderter Menschen*. Bern.
- Buchert, M./Dolega, P./Degreif, S. (2019):** *Gigafactories für Lithium-Ionen-Zellen – Rohstoffbedarfe für die globale Elektromobilität bis 2050*. Darmstadt.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) (o.J.):** *Kurzinformation Elektromobilität bzgl. Strom- und Ressourcenbedarf*.
- Dickhaut, W. (2018):** Wirksamkeitsuntersuchung des Projektes „e-Quartier Hamburg“: Mobilitätsverhalten, Akzeptanz und Verhaltensänderung. Teilbericht E der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundesförderprogramm „e-Quartier Hamburg“. Unter: [http://e-doc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2018/424/pdf/e\\_Quartier\\_Hamburg\\_Teilbericht\\_E\\_Wirksamkeitsuntersuchung.pdf](http://e-doc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2018/424/pdf/e_Quartier_Hamburg_Teilbericht_E_Wirksamkeitsuntersuchung.pdf) (Abruf am 28.01.2019).
- electrive.net (2019):** *Deutsch-französische Schubkraft für Akkuzellfertigung*. Unter: <https://www.electrive.net/2018/12/19/deutsch-franzoesische-schubkraft-fuer-akkuzellfertigung/> (Abruf am 15.02.2019).
- Europa.eu (2018):** *Kommission begrüßt endgültige Einigung auf neue Vorschriften zur Energieeffizienz von Gebäuden*. Unter: [https://ec.europa.eu/germany/news/20180417-kommission-begruesst-einigung-vorschriften-zur-energieeffizienz-von-gebaeuden\\_de](https://ec.europa.eu/germany/news/20180417-kommission-begruesst-einigung-vorschriften-zur-energieeffizienz-von-gebaeuden_de) (Abruf am 27.07.2018).
- Harendt, B./Mayer, C. (2015):** *Rechtliche Rahmenbedingungen für Ladeinfrastruktur im Neubau und Bestand*. Unter: [http://schaufenster-elektromobilitaet.org/media/media/documents/dokumente\\_der\\_begleit\\_und\\_wirkungsforschung/Ergebnispapier\\_Nr\\_11\\_Rechtliche\\_Rahmenbedingungen\\_fuer\\_Ladeinfrastruktur\\_im\\_Nebau\\_und\\_Bestand.pdf](http://schaufenster-elektromobilitaet.org/media/media/documents/dokumente_der_begleit_und_wirkungsforschung/Ergebnispapier_Nr_11_Rechtliche_Rahmenbedingungen_fuer_Ladeinfrastruktur_im_Nebau_und_Bestand.pdf) (Abruf am 11.07.2018).
- INKOTA-netzwerke e.V. (2018):** *Elektromobilität Global*. INKOTA Infoblätter Ressourcengerechtigkeit. Berlin.
- Öko-Institut (2017):** *Strategien für die nachhaltige Rohstoffversorgung der Elektromobilität*. Synthesepapier zum Rohstoffbedarf für Batterien und Brennstoffzellen. Studie im Auftrag von Agora Verkehrswende.
- Rey, E. (2011):** *Nachhaltige Quartiere. Herausforderungen und Chancen für die urbane Entwicklung*. Unter: [http://www.nachhaltige-quartiere.ch/fileadmin/user\\_upload/Nachhaltige%20Quartiere/de/Dateien/ARE\\_QD\\_Interieur\\_DE\\_2011-05-10.pdf](http://www.nachhaltige-quartiere.ch/fileadmin/user_upload/Nachhaltige%20Quartiere/de/Dateien/ARE_QD_Interieur_DE_2011-05-10.pdf) (Abruf am 01.08.2018).

**Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2013):** *Kurzfristig kaum Lärminderung durch Elektroautos.* Position. Dessau-Roßlau.

**Volk, F. (2019):** Keliber will 2021 mit Lithiumförderung in Finnland starten. Unter: <https://www.automobil-produktion.de/hersteller/wirtschaft/keliber-will-2021-mit-lithiumfoerderung-in-finnland-starten-127.html>. Abruf am 14.02.2019.

**Wallenraven-Lindl, M.-L./ Strunz, A./ Geiß, M. (2007):** *Das Bebauungsplanverfahren nach dem BauGB 2007*, Berlin.

**Zengerling, C. (2017):** *e-Quartier Hamburg Elektromobilität in urbanen Wohnquartieren. Rechtsgutachten.* Unter: [https://www.hcu-hamburg.de/fileadmin/documents/Professoren\\_und\\_Mitarbeiter/Cathrin\\_Zengerling/Rechtsgutachten\\_e-Quartier\\_Hamburg\\_Langfassung.pdf](https://www.hcu-hamburg.de/fileadmin/documents/Professoren_und_Mitarbeiter/Cathrin_Zengerling/Rechtsgutachten_e-Quartier_Hamburg_Langfassung.pdf) (Abruf am 27.07.2018).

**Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017):** *Kommunale Stellplatzsatzung - Leitfaden zur Musterstellplatzsatzung NRW.* Unter: [https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/sites/default/files/downloads/znm\\_nrw\\_stellplatzsatzung\\_handbuech\\_rz\\_170809\\_web.pdf](https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/sites/default/files/downloads/znm_nrw_stellplatzsatzung_handbuech_rz_170809_web.pdf) (Abruf am 11.07.2018).

Rechtsquellen:

Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.09.2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.07.2017 (BGBl. I S. 2808) m.W.v. 29.07.2017.

Baunutzungsverordnung (Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke) (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.01.1990 (BGBl. I S. 132), zuletzt geändert durch Gesetz vom 04.05.2017 (BGBl. I S. 1057) m.W.v. 13.05.2017.

Sächsische Bauordnung (SächsBO) In der Fassung der Bekanntmachung vom 11.05.2016 (SächsGVBl. S. 186, 187), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11.12.2018 (SächsGVBl. S. 706).

Satzung der Landeshauptstadt Dresden über Stellplätze und Garagen sowie Abstellplätze für Fahrräder (Stellplatz-, Garagen- und Fahrradabstellplatzsatzung – StGaFaS) in der Fassung und Bekanntmachung vom 29.06.201.

Satzung der Stadt Offenbach am Main über die Herstellung von Stellplätzen und Garagen für Kraftfahrzeuge sowie von Abstellplätzen für Fahrräder (Stellplatzsatzung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 12.09.2013.

Satzung über die Schaffung von Stellplätzen und Garagen sowie von Abstellplätzen für Fahrräder in der Universitätsstadt Marburg (Stellplatzsatzung) in der Fassung und Bekanntmachung vom 17.10.2014.