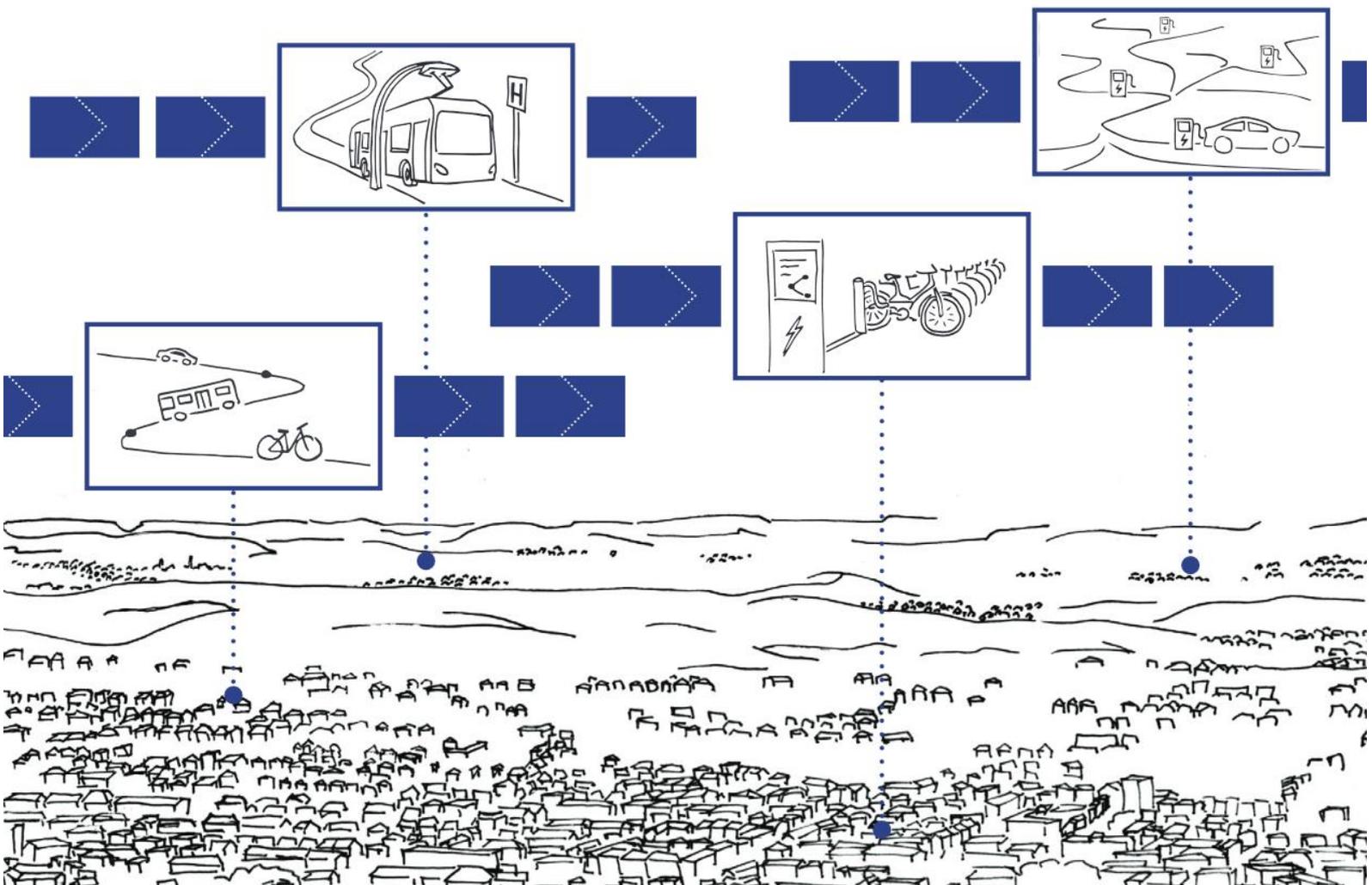


Elektromobilitätskonzept Suhl



Beauftragt durch:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Vergabe und Projektbegleitung durch:



IMPRESSUM

ISME

Institut Stadt | Mobilität | Energie

Institut Stadt | Mobilität | Energie GmbH

Rotenwaldstraße 18
70197 Stuttgart

Nordstraße 51
99089 Erfurt

Mail: info@i-sme.de

Autorenschaft:

Yannick Haag
Manfred Schmid
Christoph Webel

Veröffentlichung

Mai 2021

Gendersensible Sprache:

Dem ISME ist daran gelegen, mit der in Berichten und Konzepten verwendeten Sprache alle Geschlechteridentitäten einzubeziehen. Aus diesem Grund verwenden wir, wo es möglich ist, geschlechtsneutrale Oberbegriffe. Wo dies nicht sinnvoll ist, verwenden wir den Gender-Doppelpunkt, um allen Identitäten Raum im geschriebenen Wort zu geben. Zudem setzen vorlesende Systeme beim Doppelpunkt eine kurze Pause, was dem Umgang im gesprochenen Wort entspricht.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einführung.....	8
1.1 Untersuchungsregion.....	8
1.2 Struktur des Konzepts	8
2 Allgemeine Entwicklung der Elektromobilität	9
2.1 Markthochlauf der Elektromobilität	9
2.2 Politische Zielsetzungen und rechtlicher Rahmen auf Bundesebene	10
2.3 Strategien und Prognosen der Automobilindustrie	13
2.4 Marktprognosen und Studien	15
2.5 Kontroversen um die Elektromobilität und Entwicklungsbedarfe	16
2.6 Abgrenzung batterieelektrischer und Wasserstoffantrieb	19
3 Schwerpunkt 1: Fuhrparkanalyse und Elektrifizierungskonzept des analysierten Fuhrparks	22
3.1 Grundlagen.....	24
3.2 Ist-Analyse Fuhrpark	25
3.3 1:1-Substitution von Fahrzeugen.....	31
3.3.1 Pkw-Fahrzeuge	31
3.3.2 Nutzfahrzeuge.....	33
3.4 Fuhrparkdiversifizierung/-verkleinerung (Pkw).....	37
3.5 Einbettung und Finalisierung (Pkw)	41
3.5.1 Beschaffungsplan.....	41
3.5.2 Kostenanalyse: 1:1-Substitution	43
3.5.3 Kostenanalyse: Fuhrparkverkleinerung	47
3.5.4 CO ₂ -Emissionen.....	52
3.6 Relevanz der Elektrifizierung für das Fuhrparkmanagement	55
4 Schwerpunkt 2: Ladeinfrastrukturkonzept für die Elektrifizierung des kommunalen Fuhrparks.....	58
4.1 Ist-Analyse kommunale Ladeinfrastruktur	59
4.2 Lastgangprognosen	60
4.2.1 Pkw.....	60

4.2.2	Nutzfahrzeuge.....	62
5	Schwerpunkt 3: Befragung zur Arbeitsmobilität.....	68
5.1	Befragung Arbeitsmobilität	68
5.2	Befragungsmethodik	68
5.3	Struktur des Fragebogens.....	69
5.4	Ergebnisdarstellung.....	70
6	Fazit	80
7	Literaturverzeichnis.....	83
Anhang.....		A
A.	Fuhrpark.....	A
B.	Befragung zur Arbeitsmobilität.....	N

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Elektrofahrzeug-Neuzulassungen in Deutschland 2018-2021	10
Abbildung 2: Prognostizierter Bestand an Elektrofahrzeugen im Jahr 2025/2030 auf Grundlage von Cleanroom-Gesprächen (Quelle: [1], S.49).....	12
Abbildung 3: Prognostizierter Bestand an Elektrofahrzeugen im Jahr 2025/2030 auf Grundlage von Cleanroom-Gesprächen (Quelle: [1], S.49).....	13
Abbildung 4: Innovationsstärke der Automobilhersteller im Technologiefeld Elektromobilität (BEV) (2020/2021).....	14
Abbildung 5: Entwicklung von BEV-Produktionsvolumina in Europa [5]	15
Abbildung 6: Überblick BEV-Marktanteilsprognosen (Punkte und rote Trendlinie) und Herleitung BEV-Bestand (blaue Linie).....	15
Abbildung 7: Standorte der Fahrzeuge.	25
Abbildung 8: Anzahl an km/d in Häufigkeitsszenarien.	27
Abbildung 9: Anzahl an km/d in Häufigkeitsszenarien.	28
Abbildung 10: Prognostizierte Entwicklung Antriebstechnologien. Quelle [8].....	33
Abbildung 11: Beispiel Auslastungsintensität Fuhrpark.	37
Abbildung 12: Fahrzeugspezifische Nutzungsintensität der Fuhrparkeinheit.	38
Abbildung 13: Auslastungsintensität der Fuhrparkeinheit.....	38
Abbildung 14: Fahrzeugspezifische Nutzungsintensität der Poolingeinheit.	40
Abbildung 15: Auslastungsintensität der Poolingeinheit.....	40
Abbildung 16: Beschaffungsplan der Fuhrparkeinheit.	42
Abbildung 17: Beschaffungsplan der Poolingeinheit.	42
Abbildung 18: Kostenverlauf Elektrifizierung der Fuhrparkeinheit (Kauf).....	44
Abbildung 19: Kostenverlauf Elektrifizierung der Fuhrparkeinheit (Kauf inkl. Förderung)	44
Abbildung 20: Kostenverlauf Elektrifizierung der Fuhrparkeinheit (Leasing).....	45
Abbildung 21: Kostenverlauf Elektrifizierung der Poolingeinheit (Kauf)	46
Abbildung 22: Kostenverlauf Elektrifizierung der Poolingeinheit (Kauf inkl. Förderung)	46
Abbildung 23: Kostenverlauf Elektrifizierung der Poolingeinheit (Leasing).....	47
Abbildung 24: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario A, Kauf) ..	48
Abbildung 25: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario A, Kauf inkl. Förderung).....	48
Abbildung 26: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario B, Kauf) ...	49

Abbildung 27: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario B, Kauf inkl. Förderung).....	49
Abbildung 28: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario C, Kauf) ..	50
Abbildung 29: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario C, Kauf inkl. Förderung).....	50
Abbildung 30: Kostenverlauf Verkleinerung der Poolingeinheit (Szenario A, Kauf)	51
Abbildung 31: Kostenverlauf Verkleinerung der Poolingeinheit (Szenario A, Kauf inkl. Förderung).....	51
Abbildung 32: CO ₂ -Emissionen der Fuhrparkeinheit (Strommix).	53
Abbildung 33: CO ₂ -Emissionender Fuhrparkeinheit (zertifizierter Ökostromtarif).	53
Abbildung 34: CO ₂ -Emissionen der Poolingeinheit (Strommix).	54
Abbildung 35: CO ₂ -Emissionen der Poolingeinheit (zertifizierter Ökostromtarif).	54
Abbildung 36: Lastgang im Normalszenario (mittlere TLL aller Fahrzeuge).....	60
Abbildung 37: Lastgang im Extremszenario (maximale TLL aller Fahrzeuge).	61
Abbildung 38: Interessensabfrage - Dienstrad-Leasing	71
Abbildung 39: Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes	72
Abbildung 40: Potential für Fahrgemeinschaften bei Einrichtung eines Organisationssystems	73
Abbildung 41: Wahrscheinlichkeit der Anschaffung eines Elektroautos	74
Abbildung 42: Potentieller Ladebedarf je Arbeitsstelle	74
Abbildung 43: Kaufabsicht eines Elektroautos und entsprechender Ladebedarf am Arbeitsplatz aufgeschlüsselt nach Arbeitsort.....	75
Abbildung 44: Zufriedenheit mit der Verfügbarkeit der Dienstfahrzeuge	76
Abbildung 45: Zufriedenheit mit dem Buchungsvorgang von Dienstfahrzeugen	77
Abbildung 46: Zufriedenheit mit Verfügbarkeit und Buchung von Dienstfahrzeugen je Arbeitsstelle	78
Abbildung 47: Ausschnitt fahrzeugspezifische Nutzungsintensität (keine Ergebnisse) ..	B
Abbildung 48:Ausschnitt fuhrparkspezifische Nutzungsintensität (keine Ergebnisse)...	C
Abbildung 49: Detaillierte Gesamtkosten (Kauf).....	J
Abbildung 50: Detaillierte Gesamtkosten (Kauf) abzgl. Mehrkostenförderung.	K
Abbildung 51: Detaillierte Gesamtkosten (Leasing).	K
Abbildung 52: Detaillierte Gesamtkosten (Kauf).....	L
Abbildung 53: Detaillierte Gesamtkosten (Kauf) abzgl. Mehrkostenförderung.	L
Abbildung 54: Detaillierte Gesamtkosten (Leasing).	M

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verbindliche Mindestziele der Clean Vehicles Directive	11
Tabelle 2: Überblick BEV-Bestandsprognosen bis 2030	16
Tabelle 3: Vorgehensweise Schwerpunkte 1 und 2.	22
Tabelle 4: Vor- und Nachteile von Elektrofahrzeugen.....	24
Tabelle 5: Übersicht der analysierten Fuhrparkeinheit am Standort Friedrich-König- Straße.....	26
Tabelle 6: Übersicht der analysierten Poolingeinheit am Standort Friedrich-König- Straße.....	28
Tabelle 7: Übersicht der betrachteten Nutzfahrzeuge.	29
Tabelle 8: 1:1-Substitution der Fuhrparkeinheit durch Elektrofahrzeuge.	31
Tabelle 9: 1:1-Substitution der Poolingeinheit durch Elektrofahrzeuge.....	32
Tabelle 10: 1:1-Substitution Nutzfahrzeuge (drei Szenarien)	34
Tabelle 11: Verkleinerung der Fuhrparkeinheit.....	39
Tabelle 12: Verkleinerung der Poolingeinheit.....	41
Tabelle 13: Kurzinformation Fuhrparksoftware.....	57
Tabelle 14: Netzanschlussbedarfe der weiteren Standorte.	61
Tabelle 15: Minimalszenario 25 % Elektrifizierung – mittlere Tageslaufleistung 100 km/d.	62
Tabelle 16: Minimalszenario 25 % Elektrifizierung – maximale Tageslaufleistung 157 km/d.	63
Tabelle 17: Mittelszenario 80 % Elektrifizierung – mittlere Tageslaufleistung 101 km/d.	64
Tabelle 18: Mittelszenario 80 % Elektrifizierung – maximale Tageslaufleistung 182 km/d.	65
Tabelle 19: Maximalszenario 100 % Elektrifizierung – mittlere Tageslaufleistung 105 km/d.	66
Tabelle 20: Maximalszenario 100 % Elektrifizierung – maximale Tageslaufleistung 185 km/d.	67
Tabelle 21: Übersicht der verkehrsträgerspezifischen Parameter.	D
Tabelle 22: Vorgehensweise Fuhrparkanalyse.	E
Tabelle 23: Fahrzeugliste Tool.....	F

Abkürzungsverzeichnis

AC	Wechselstrom (engl. Alternating Current) für Langsam- (<11 kW) und Normalladen (bis 22 kW)
BEV	Battery Electric Vehicle – Elektrofahrzeug
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMM	Betriebliches Mobilitätsmanagement
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2eq}	CO ₂ -Äquivalente (auf das Treibhauspotenzial des CO ₂ umgerechnete Emissionen aller Treibhausgase eines Prozesses)
CsgG	Carsharinggesetz
CVD	Clean Vehicles Directive
DC	Gleichstrom (engl. Direct Current) für Schnellladen (ab 50 kW)
EMK	Elektromobilitätskonzept
EmoG	Elektromobilitätsgesetz
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicles – Brennstoffzellenfahrzeuge
FNP	Flächennutzungsplan
HPC	High Power Charging für sehr schnelles Laden (ab 150 kW)
ICE	Internal Combustion Engine – Verbrenner Fahrzeug
JLL	Jahreslaufleistung
KMM	Kommunales Mobilitätsmanagement
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
LIS	Ladeinfrastruktur
LP	Ladepunkt(e)
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus; bis 2017 in Deutschland gültiges Testverfahren zur Bestimmung von Abgasemissionen und Verbräuchen
NLL	Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur
NOW	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
NPE	Nationale Plattform Elektromobilität
NPM	Nationale Plattform Zukunft der Mobilität
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle – Hybridfahrzeug mit Akkuladeoption
PV	Photovoltaikanlage
SoC	State of Charge – Ladezustand in %
TCO	Total Cost of Ownership – Gesamtkosten des Betriebs
TLL	Tageslaufleistung
WLTP	Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure; seit 2017 in Deutschland gültiges Testverfahren zur Bestimmung von Abgasemissionen und Verbräuchen
zGM	Zulässige Gesamtmasse

1 Einführung

1.1 Untersuchungsregion

Am Südhang des Thüringer Waldes liegt die kreisfreie Mittelstadt Suhl mit knapp 37.000 Bewohner:innen. Regionalplanerisch ordnet sich Suhl im Bereich des Mittelzentrums ein, übernimmt dabei jedoch Teilfunktionen eines Oberzentrums. Als regionaler Wirtschaftsstandort hat Suhl ein leicht positives Pendlersaldo von circa 2.100 Einpendelnden. Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten beläuft sich, Stand 2014, auf circa 15.500. [1]

Städtebaulich geprägt ist die historisch gewachsene Stadt Suhl durch verschiedene baukulturelle Strukturen. Neben der historischen und mittelalterlichen Altstadt findet sich vor allem Wohnungsbau der Nachkriegsmoderne (Plattenbauweise) im Innenstadtbereich. Die Stadtrandgebiete sind vor allem durch offene Bebauungsstrukturen gekennzeichnet. Im September 2013 erhielt Suhl den Status als „staatlich anerkannter Erholungsort“ und kann jährlich 275.000 Übernachtungen bei rund 120.000 Ankünften vorweisen. [2] Die Stadt Suhl ist überregional durch die Bundesautobahn A 71 / A73 angebunden.

Der Pkw-Bestand in Suhl beläuft sich gegenwärtig auf 25.690 Pkw-Fahrzeuge. Der Anteil der Elektrofahrzeuge ist Stand 2019 mit 0,05 % (14 Fahrzeugen) sehr gering [3]. Ziel ist es, durch die Umsetzung des Konzeptes einer beispielgebenden Rolle gerecht zu werden. Um diese Signalwirkung zu erzielen ist es essentiell, den kommunalen Fuhrpark auf Potentiale zur Elektrifizierung zu untersuchen.

1.2 Struktur des Konzepts

Um Suhls Bürger:innen die Elektromobilität zugänglich zu machen, wurde im Zeitraum Oktober 2019 bis Mai 2021 das vorliegende Elektromobilitätskonzept erstellt. Im Rahmen des Konzepts wurde der kommunale Fuhrpark hinsichtlich einer weiteren Elektrifizierbarkeit untersucht (**Schwerpunkt 1**) und die entsprechenden Ladeinfrastrukturbedarfe abgeleitet (**Schwerpunkt 2**). Abgerundet wird das Konzept mit einem Fokus auf Aktivierungsmaßnahmen: Im Rahmen einer Befragung der städtischen Mitarbeiter und der Suhler Stadtbetrieb GmbH wurden im (**Schwerpunkt 3**) Potentiale verschiedener Mobilitätsformen abgefragt.

Das Ziel des Konzepts ist es, für den derzeit stattfindenden Markthochlauf der Elektromobilität die entsprechenden Rahmenbedingungen in Stadtverwaltung und im öffentlichen Raum zu schaffen. Detaillierte Untersuchungen spezifischer Akteursgruppen (Tourismus, Unternehmensfuhrparks, Wohnungswirtschaft) erfolgten nicht. Hier empfiehlt es sich, die jeweiligen Akteure zielgerichtet über die Potentiale und die konkreten Herausforderungen zu informieren, die mit der Elektromobilität auf sie zukommen - mittelfristig ggf. mit einem vertiefenden Konzept.

2 Allgemeine Entwicklung der Elektromobilität

2.1 Markthochlauf der Elektromobilität

Entgegen dem pandemiebedingten weltweiten Einbruch im Pkw-Sektor, entwickelten sich die Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen im Jahr 2020 sehr dynamisch. Vor allem in Deutschland stellt das Jahr 2020 den **Durchbruch der batteriebetriebenen Elektromobilität** dar. Dies ist einerseits auf die seither sichtbare Modelloffensive der Automobilindustrie zurückzuführen, die sich in zahlreichen neu am Markt verfügbaren Fahrzeugen mit praxistauglichen Leistungsmerkmalen zeigt, andererseits auf den intensiv vorangetriebenen Ausbau öffentlicher Ladeinfrastruktur. Zuvor waren in den Jahren bis 2020 mit einer umfassenden Förderkulisse¹ die entsprechenden Rahmenbedingungen geschaffen worden, um den Wettbewerbsvorteil „Skaleneffekte“, wie er aus den großen Stückzahlen produzierter Verbrennerfahrzeuge resultiert, zu egalisieren.

Als weiteres Element zur Befeurung des Markthochlaufs ist die **regulatorische Weiterentwicklung im Bereich privater Ladepunkte** zu sehen (WEMoG), deren Effekte sich allerdings bisher kaum auf den Pkw-Markt auswirken, da das Gesetz erst im Dezember 2020 in Kraft getreten ist. Gleichwohl erfreut sich ein kurz zuvor gestartetes **Förderprogramm für Ladepunkte in Wohngebäuden** (Kfw 440) größter Beliebtheit: Das Förderbudget von 200 Millionen Euro musste schon im Februar zweimal sowie im Mai erneut um jeweils 100 Millionen Euro auf nunmehr 500 Millionen Euro aufgestockt werden. Bei 900 Euro Förderung je Ladepunkt resultiert ein unmittelbarer Zuwachs von über 550.000 privat zugänglicher Ladepunkte aus den ersten 6 Monaten des Programms.

Der Blick auf die Zulassungszahlen elektrisch angetriebener Fahrzeuge in *Abbildung 1* zeigt die Dynamik des Jahres 2020 im Bereich Elektromobilität. Die Verkäufe von Plug-in-Hybridfahrzeugen (PHEV) stiegen um 342,1 % auf 200.469 (2020), die von rein batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) haben sich um 206,8 % auf 194.163 (2020) mehr als verdreifacht.² Laut Kraftfahrt-Bundesamt waren damit zum Jahreswechsel 2020/21 589.752 Fahrzeuge mit elektrischem Antriebsstrang auf deutschen Straßen angemeldet. Dies setzt sich zusammen aus 309.083 BEV, 279.861 PHEV sowie 808 Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV). Im Februar 2021 beträgt der Marktanteil von BEV 9,4 %, der von PHEV 11,3 %.

¹ Bspw.: Befreiung von der Kfz-Steuer, Bevorrechtigungen durch das EmoG, Umweltbonus für private Käufer, Mehrkostenförderung für Kommunen beim Kauf kommunaler Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur

² Vgl. <https://www.electrive.net/2021/01/07/emobility-dashboard-dezember-ueber-43-000-reine-elektro-pkw/>; abgerufen: 04.03.2021

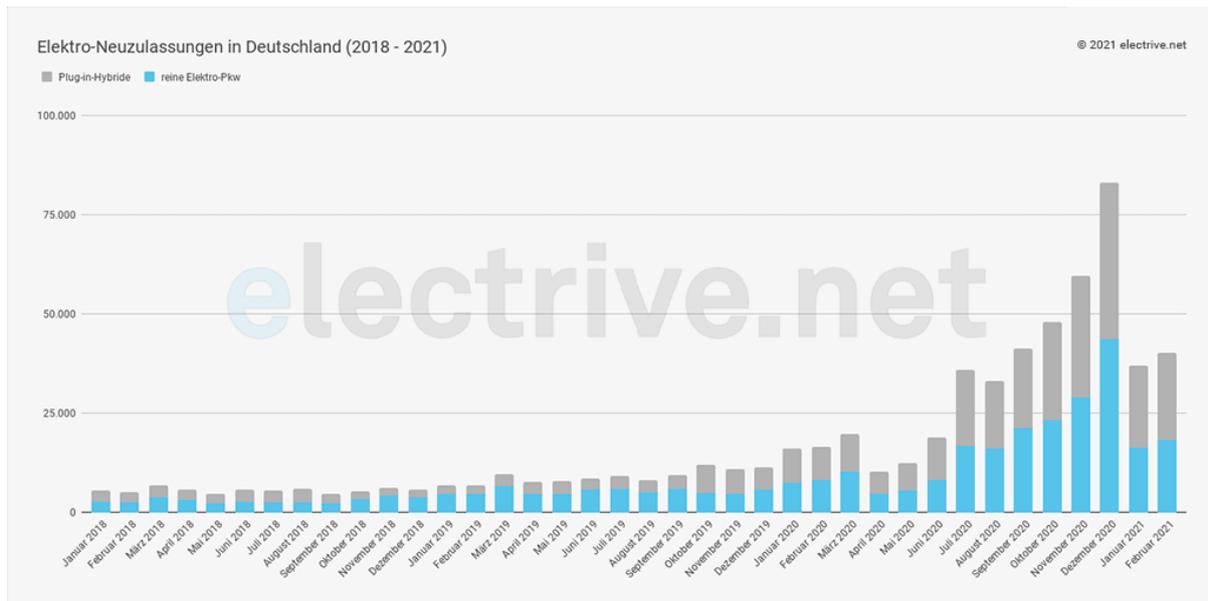


Abbildung 1: Elektrofahrzeug-Neuzulassungen in Deutschland 2018-2021³

Im Bereich der elektrischen Zweiräder entwickeln sich die Zahlen in Deutschland ebenfalls positiv. Der schon seit Jahren laufende Verkaufsboom von Pedelecs und E-Bikes hielt auch 2020 an: Die Verkäufe sind in Deutschland von 2019 auf 2020 zweistellig gewachsen und belaufen sich auf geschätzte 1,1 Mio. Einheiten. Das entspricht einem Zuwachs von rund 15,8 %.⁴ Für das Jahr 2020 erwarten die Lastenfahrrad-Hersteller einen europaweiten Absatz von 43.600 Einheiten und damit ein Wachstum von 53 %.⁵

2.2 Politische Zielsetzungen und rechtlicher Rahmen auf Bundesebene

Die Entwicklung des Bestands an Elektrofahrzeugen in Deutschland wird von unterschiedlichen Institutionen prognostiziert. In diesem Kapitel werden die Standpunkte der Bundesregierung und der Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur wiedergegeben. Hierauf folgen Kapitel mit den Strategien ausgewählter Automobilunternehmen sowie der Studienlage.

Zielsetzung der Bundesregierung

Das 2010 von der Bundesregierung ausgegebene Ziel von „einer Million Elektroautos bis 2020“ wurde – seit Jahren erwartungsgemäß und zwischenzeitlich auch offiziell verschoben - zwar verfehlt. Vor dem Hintergrund der Entwicklungen des letzten Jahres könnte die Millionenschwelle allerdings nun mit nur einem Jahr Verzug erreicht werden.

³ Vgl. <https://www.electrive.net/2021/03/03/emobility-dashboard-februar-18-278-reine-elektro-pkw/>; abgerufen: 04.03.2021

⁴ Zweirad-Industrie-Verband: https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/PDFs/PM_2020_02.09_Fahrradmarkt_Stimmungsbarometer_1_HJ_2020.pdf; abgerufen: 25.03.2021

⁵ „EuropeanCargoBike Industry Survey“: http://cyclelogistics.eu/sites/default/files/downloads/Survey_market_sitze_results.pdf; abgerufen: 25.03.2021

Unabhängig davon formulierte die Bundesregierung das Ziel von **sieben bis zehn Millionen** zugelassenen Elektrofahrzeugen in Deutschland bis zum Jahr 2030.⁶

Clean Vehicles Directive (CVD)

Im Zuge der **Clean Vehicles Directive** der EU⁷ wurden verbindliche Mindestziele für emissionsarme und -freie Busse, Pkw sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge in Fuhrparks öffentlicher Auftraggeber und sog. Sektorenauftraggeber (bspw. Ver- und Entsorgung) festgelegt.

Nach Inkrafttreten zum 2. August 2021 gelten die in Tabelle 1 aufgeführten Mindestziele für Neuausschreibungen. Die Ziele beziehen sich nicht auf einzelne Ausschreibungen, sie müssen stattdessen in der Gesamtbetrachtung des jeweiligen Referenzzeitraums eingehalten werden. Zugleich lassen sich die Quoten auch durch Fahrzeugumrüstungen einhalten. Eine Verrechnung der Beschaffungsquoten über die in Tabelle 1 dargestellten Fahrzeugklassen hinweg ist nicht möglich.

Tabelle 1: Verbindliche Mindestziele der Clean Vehicles Directive⁸

Fahrzeug- klasse	Definition „sauberes Fahrzeug“		Beschaffungsquoten	
			1. Referenz- zeitraum, 02.08.2021 bis 31.12.2025	2. Referenz- zeitraum, 01.01.2026 bis 31.12.2030
Pkw	50 g CO ₂ /km, 80 % Luft- schadstoffe*	Ab 2026: 0 g CO ₂ /km, k.A. zu Luft- schadstoff- emissionen	38,5 %	
Leichte Nfz (< 3,5 t zGM)			38,5 %	
Lkw (> 3,5 t zGM)	Nutzung alternativer Kraftstoffe (lt. Art. 2 AFID bspw. Strom, Was- serstoff, Erdgas, synthetische Kraftstoffe**, Biokraftstoffe**)		10 %	15 %
Busse (>5 t zGM)			45 % ***	65 % ***
* Prozentsatz der Emissionsgrenzwerte nach RDE ** Alternative Kraftstoffe dürfen nicht mit konventionellen, fossilen Kraftstoffen ge- mischt werden. *** Die Hälfte der beschafften Busse muss emissionsfrei sein, d.h. weniger als 1 g CO ₂ /km ausstoßen, z.B. Elektro- bzw. Brennstoffzellenfahrzeuge.				

⁶ Vgl. Elektroauto-Boom in Deutschland <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/elektro-auto-e-auto-boom-kba-101.html>; abgerufen: 05.03.2021

⁷ In Deutschland „Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2019/1161 vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge sowie zur Änderung vergaberechtlicher Vorschriften“, vgl. https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/clean-vehicles-directive_en/emissionsfreie-energie-und-antriebskonzepte-fuer-stadtbusse/VDV; abgerufen: 31.03.2021

⁸ Eigene Darstellung nach <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/clean-vehicles-directive.html> (abgerufen: 20.06.2021)

Standpunkte der Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur

Die Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur (NLL) stellt seit 2019 das zentrale Organ zur Koordinierung des Ladeinfrastrukturaufbaus in Deutschland dar. Die NLL ist eine vom BMVI initiierte Unterorganisation der Programmgesellschaft zur Koordinierung des Markthochlaufs der Elektromobilität in Deutschland, der NOW GmbH.

Mit der Studie „Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf“ [4] legte die NLL 2020 ein Kompendium konkreter Herausforderungen und Zielsetzungen vor, um das selbstgesteckte Ziel zu erreichen: „Einfach laden.“

Um Ladebedarfe in verschiedenen „Lade Use-Cases“ über den zeitlichen Verlauf des Markthochlaufs hinweg ableiten zu können, wurde nicht die Studienlage herangezogen, sondern es wurden in sog. Cleanroom-Gesprächen streng vertrauliche Interviews mit führenden Automobilmanagern geführt. Hieraus wurden anonymisierte Aussagen, u.a. zum Markthochlauf, gezogen (siehe *Abbildung 2* und *Abbildung 3*). Hierbei zeigt sich, dass PHEV weiterhin als Übergangstechnologie betrachtet werden und BEV bereits Mitte des Jahrzehnts einen deutlich höheren Bestand aufweisen könnten. Zum Ende des Jahrzehnts sollen sogar doppelt so viele BEV wie PHEV auf deutschen Straßen fahren. Mit im Median 14,8 Millionen Fahrzeugen (BEV + PHEV) im Jahr 2030 liegt die Prognose der NLL damit deutlich über der Prognose der Bundesregierung.

Antriebstechnologie	Bezug zu Ergebnissen	2025	2030
PHEV	Spannbreite	2,2 bis 3,7 Mio.	4,4 bis 9,9 Mio.
	Median	2,4 Mio.	5,2 Mio.
	VDA	0,9 Mio.	3,3 Mio.
BEV	Spannbreite	2,8 bis 4,8 Mio.	7,9 bis 19,4 Mio.
	Median	3,1 Mio.	9,6 Mio.
	VDA	1,8 Mio.	7,2 Mio.

Abbildung 2: Prognostizierter Bestand an Elektrofahrzeugen im Jahr 2025/2030 auf Grundlage von Cleanroom-Gesprächen (Quelle: [1], S.49)

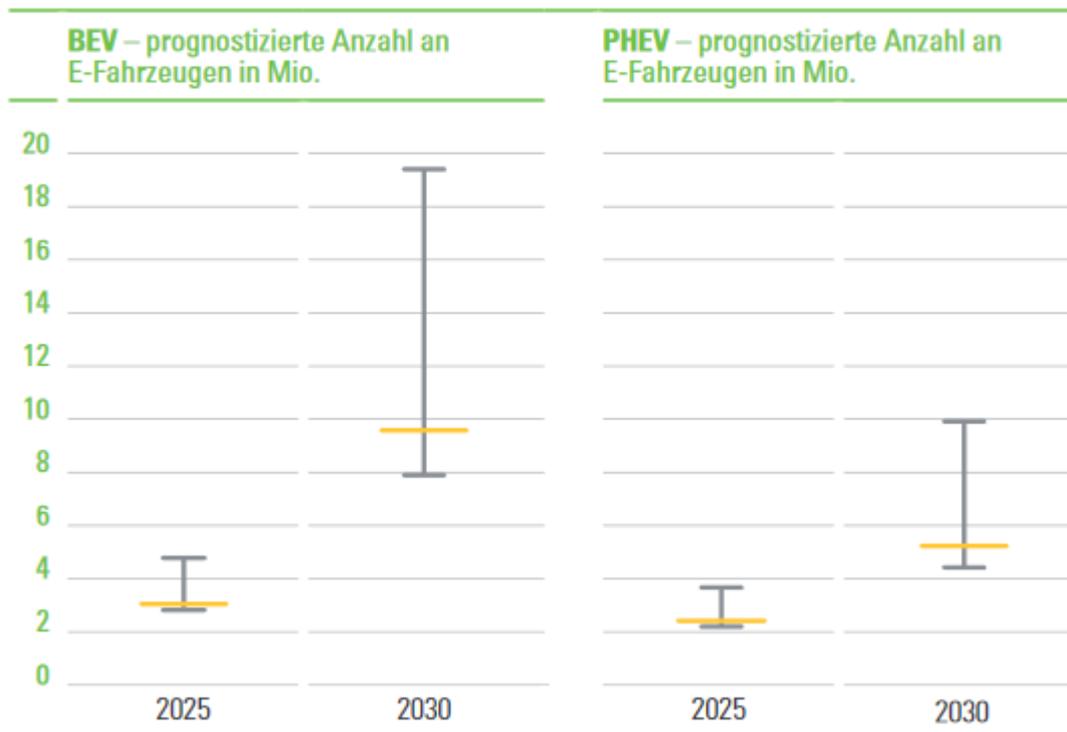


Abbildung 3: Prognostizierter Bestand an Elektrofahrzeugen im Jahr 2025/2030 auf Grundlage von Clean-room-Gesprächen (Quelle: [1], S.49)

2.3 Strategien und Prognosen der Automobilindustrie

Strategien ausgewählter Automobilkonzerne

Fast alle Automobilhersteller der Welt haben Strategien zur Elektrifizierung ihrer Portfolios vorgelegt. Der Übersichtlichkeit halber konzentriert sich diese Ausarbeitung auf die Pläne zweier zentraler deutscher Konzerne: VW und Daimler.

Der VW-Konzern hat im Jahr 2020 die Wende hin zum relevanten Player der Elektromobilität geschafft. Mit den Modellen e-Golf, e-up! und vor allem ID.3 und ID.4 hat Volkswagen wichtige Volumenmodelle am Markt, die tlw. zu den erfolgreichsten Elektrofahrzeugen des Jahres 2020 zählen. Dieser Etappenerfolg ist zurückzuführen auf enorme Kraftanstrengungen des gesamten Konzerns und seiner Zulieferer und fand jüngst Ausdruck in der neuen Konzernstrategie „Accelerate“, laut der bis 2030 in Europa 70 % des Absatzes reine Elektrofahrzeuge sein sollen.⁹

Nachdem Daimler bis vor kurzem das Jahr 2039 als Zielmarke für die Produktion des letzten Verbrennerfahrzeugs ausgegeben hatte, scheint sich hier ein noch ambitionierteres Ziel abzuzeichnen. Laut dem Vorstandsmitglied Markus Schäfer existiere schon sehr bald kein rationaler Grund mehr, um sich beim Neukauf für Diesel / Benziner zu entscheiden.¹⁰ Nach dem vollelektrischen smart, der bereits seit 2007 am Markt verfügbar ist, startete Daimler mit dem EQC Ende 2018 seine neue Produktfamilie „Electric

⁹ Vgl. <https://www.electrive.net/2021/03/05/vw-70-prozent-reine-e-autos-bis-2030-in-europa/>; abgerufen: 31.03.2021

¹⁰ Vgl. <https://www.electrive.net/2021/03/08/daimler-vorstand-schaefer-bereiten-uns-auf-fruehere-umstellung-vor/>; abgerufen: 31.03.2021

Intelligence“ (EQ). Der EQC wurde von der Fachpresse noch gemischt aufgenommen und zeigte sich auch am Markt nicht als Überflieger, mit eVito und EQV starteten 2020 dann die beiden weltweit ersten vollelektrischen Großserien-Vans. Mittlerweile ist mit dem EQA das nächste Modell bestellbar und zudem wurde im März die erste elektrische S-Klasse, der EQS, vorgestellt, welche von der Fachpresse durchaus begeistert aufgenommen wurde. Der Stuttgarter Konzern will aber nicht nur mit seiner Modelloffensive punkten: In Gaggenau errichtet Daimler ein Batterie-Recycling-Werk.¹¹

Innovationsstärke und Produktionsvolumina

Der CAM Electromobility Report analysiert jährlich die Innovationsstärke großer Automobilkonzerne bzgl. Elektromobilität. Im Report 2020/2021 zeigen sich hinter Tesla und VW vor allem asiatische Marken als sehr innovativ. Daimler rutschte trotz Modelloffen-sive um einen Platz ab. Auch hieraus wird deutlich, dass sich eine Vielzahl an Unter-nehmen weltweit intensiv mit der Entwicklung der Elektromobilität beschäftigt.

Rang	Vorjahr	Konzern	Innovationsstärke		Einstufung
			Aktuell (2020)*	Tendenz 2021**	
1	1	Tesla	159,4	↑	Top Innovator
2	2	Volkswagen Group	122,6	↑	Fast Follower
3	4	BYD	70,0	→	Fast Follower
4	3	Hyundai Group	58,2	→	Fast Follower
5	5	Renault	41,4	↗	Follower
6	8	GM	40,2	↗	Follower
7	15	Geely	36,6	→	Follower
8	6	BAIC	34,4	↗	Follower
9	9	PSA	31,9	→	Follower
10	20	SAIC	31,4	→	Follower
11	10	Daimler	26,0	→	Follower
12	17	GreatWall	24,3	↑	Follower
13	11	BMW	18,8	→	Follower
14	25	Fiat-Chrysler	17,3	→	Follower
15	14	Tata	15,7	↗	Follower
16	13	Nissan	13,2	→	Laggard
17	28	Ford	12,8	→	Laggard
18	18	Nio	9,2	→	Newcomer
19	29	Mazda	7,8	→	Laggard
20	-	Xiaopeng	7,2	→	Newcomer
21	-	Aiways	5,6	→	Newcomer
22	22	Toyota	5,3	→	Laggard
23	26	Honda	2,8	→	Laggard
24	-	Lucid	0,0	↑	Newcomer

Quelle: CAM | Anmerkungen: * Kumulierte Innovationsstärke (Serie, 2012-2020)

**Bewertung derzeit bekannter Innovationen (Stand Januar 2021)

Abbildung 4: Innovationsstärke der Automobilhersteller im Technologiefeld Elektromobilität (BEV) (2020/2021)¹²

¹¹ Vgl. <https://www.electrive.net/2021/03/09/daimler-bestaetigt-batterie-recycling-plaene-im-werk-gaggenau/>; abgerufen: 31.03.2021

¹² Vgl.: CAM Electromobility Report 2021, <https://auto-institut.de/automotiveinnovations/emobility/die-innovationsstaerksten-automobilhersteller-von-batterieelektrischen-fahrzeugen-bev/>; abgerufen: 05.03.2021

Ein weiterer Indikator für die Wucht, mit der die Elektromobilität die Automobilwirtschaft revolutioniert, sind die Produktionsvolumina. Für Europa ist hier eine Vervielfachung von heute ca. 500.000 Fahrzeugen pro Jahr auf über 2 Millionen Fahrzeuge im Jahr 2025 absehbar. Über die Hälfte dieser Fahrzeuge werden in Deutschland gebaut werden.

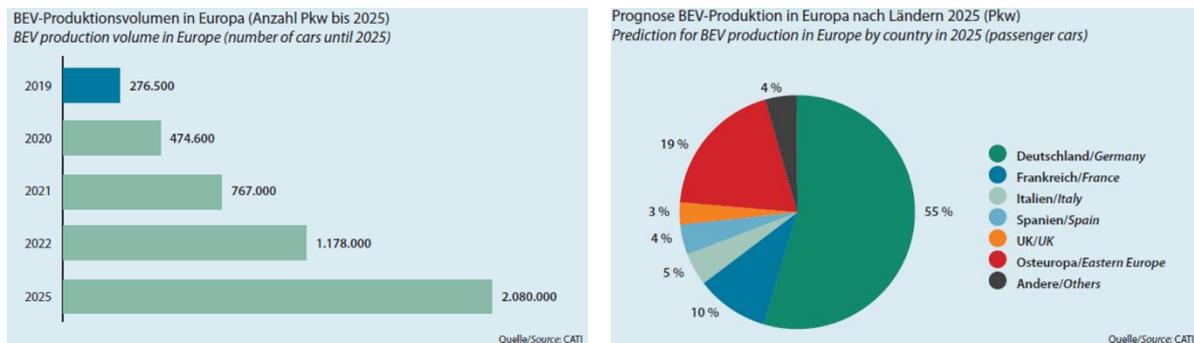


Abbildung 5: Entwicklung von BEV-Produktionsvolumina in Europa [5]

2.4 Marktprognosen und Studien

Das Institut Stadt | Mobilität | Energie (ISME) hat 2018 als Grundlage zur **Ermittlung von Ladeinfrastrukturbedarfen** in Kommunen eine Zusammenstellung von zu diesem Zeitpunkt aktuellen Studien mit Prognosen zu BEV-Neuzulassungen in Deutschland bis in das Jahr 2040 erarbeitet (siehe Abbildung 6).

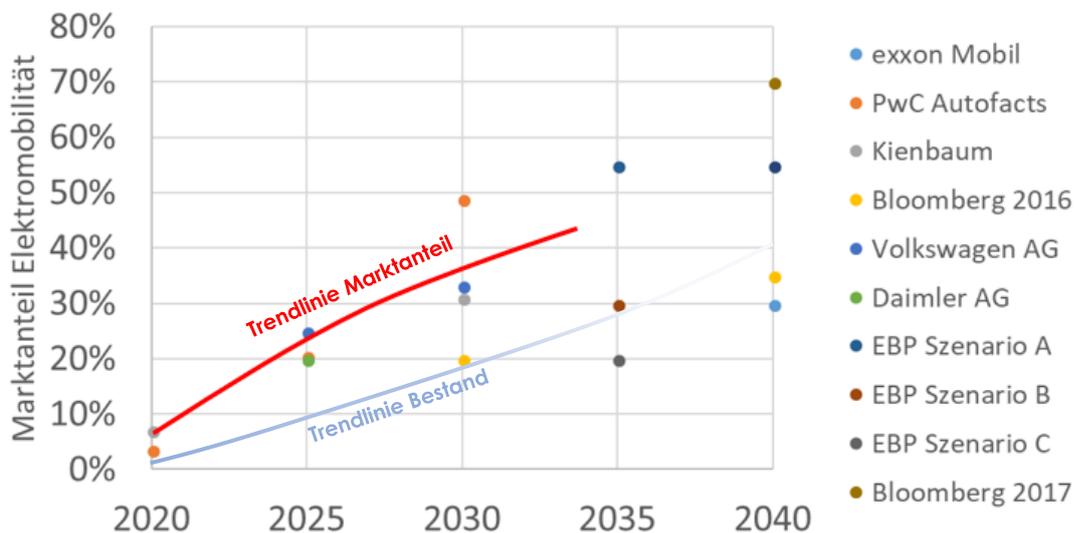


Abbildung 6: Überblick BEV-Marktanteilsprognosen (Punkte und rote Trendlinie) und Herleitung BEV-Bestand (blaue Linie)¹³

¹³ **exxon Mobil:** ExxonMobil. (2018). Energieprognose Deutschland 2018-2040. Von http://docs.dpaq.de/13466-exxonmobil_energieprognose_2018_2040.pdf abgerufen; **PwC Autofacts:** PwC Autofacts. (2016). Mit Elektrifizierung und Verbrennungsmotoren auf dem Weg in die Zukunft der Mobilität. Von <https://www.pwc.at/de/publikationen/branchen-und-wirtschaftsstudien/autofacts-2016.pdf> abgerufen; **Kienbaum:** Schulz, D. (Hrsg.). (2016). Metastudie Elektromobilität. Von <https://e->

Mit der roten Linie wird eine Trendlinie zur Entwicklung des BEV-Marktanteils aus den Studien abgeleitet. Als Folge eines steigenden Marktanteils erhöht sich auch der BEV-Bestand, dieser ist der blauen Linie zu entnehmen. Auf Basis der hier zu Grunde liegenden Studien und Prognosen aus dem Zeitraum 2016-2018 würde im Jahr 2030 ein BEV-Anteil am Bestand von etwa 19 % resultieren. Dies entspricht bei einem Pkw-Bestand von ca. 50 Mio. Fahrzeugen einem BEV-Bestand von 9,5 Mio. Elektrofahrzeugen und damit ziemlich genau dem Ziel der Bundesregierung.

Auch aktuelle Studien aus dem Jahr 2020 zur BEV-Bestandsentwicklung prognostizierten in der gleichen Größenordnung, siehe Tabelle 2.

Tabelle 2: Überblick BEV-Bestandsprognosen bis 2030 ¹⁴

BEV-Bestand in Mio. Fahrzeugen	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Anteil am Bestand von ca. 50 Mio. Pkw
Prognos 04/2020	0,7	1,1	1,8	2,8	3,8	4,9	6,1	7,5	9,0	18,0 %
Deloitte 11/2020									8,5	17,0 %
Trend: Research 08/2020									9,0	18,0 %

2.5 Kontroversen um die Elektromobilität und Entwicklungsbedarfe

Die Elektromobilität wird häufig kontrovers diskutiert. Neben der Umweltbilanz sind Themen wie die Rohstoffgewinnung und -verfügbarkeit, Kostenunterschiede zu Verbrennerfahrzeugen, Reichweiten, Ladedauern und Auswirkungen auf das Stromnetz immer wieder Gegenstand der Diskussion. Das vorliegende Kapitel zeigt die jeweilige Studienlage der genannten Themen auf und benennt Entwicklungsbedarfe.

Umweltbilanz

Die zentrale Argumentation, mit der ein Wechsel von der Technologie Verbrennungsmotor zum Elektromotor begründet wird, ist die Verbesserung der Umwelt- oder Ökobilanz im Vergleich zu Verbrennern. Die Umweltbilanzierung ist aufgrund der Vielzahl an einzubeziehenden Faktoren ein äußerst breites Themenfeld, daher soll der Fokus

doc.sub.uni-hamburg.de/hsu/volltexte/2017/3156/pdf/Metastudie_Elektromobilitaet_HH1.pdf abgerufen; **EBP**: de Haan, P., Bianchetti, R., Rosser, S., & Frantz, H. (2018). EBP-Grundlagen: Szenarien der Elektromobilität in Deutschland. Von https://www.ebp.ch/sites/default/files/unterthema/uploads/2018-04-20_EBP_D_EmobSzen_PKW_2018_0.pdf abgerufen; **Bloomberg 2016**: BloombergNEF. (2016). Electric Vehicle Outlook. Von <https://about.bnef.com/blog/electric-vehicles-to-be-35-of-global-new-car-sales-by-2040> abgerufen; **Bloomberg 2017**: BloombergNEF. (2018). Electric Vehicle Outlook. Von <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook> abgerufen

¹⁴ **Prognos 04/2020**: Privates Ladeinfrastrukturpotenzial in Deutschland, von https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2020/dena-STUDIE_Privates_Ladeinfrastrukturpotenzial_in_Deutschland.pdf abgerufen; **Deloitte 11/2020**: Elektromobilität in Deutschland. Marktentwicklung bis 2030 und Handlungsempfehlungen, von https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/elektromobilitaet-in-deutschland_deloitte.pdf abgerufen; **Trend:Research 08/2020**: Der Markt für Ladeinfrastruktur Elektromobilität in Deutschland bis 2030, von <https://www.trendresearch.de/studien/23-01181-4.pdf?470151de51c4b86915d9c1fc616d65c3>

auf den zentralen Themen liegen: die prognostizierte Senkung des CO₂-Ausstoßes, die das Hauptargument für den Antriebswechsel darstellt, sowie der Gewinnung von Rohstoffen für die Batterien.

Bei der Produktion eines Elektrofahrzeugs wird aufgrund der Batteriefertigung bislang mehr CO₂ ausgestoßen als bei der Produktion eines Verbrennerfahrzeugs. Die Differenz wird allerdings kleiner: Großmaßstäbliche Fertigungsprozesse ermöglichen schon heute deutlich emissionsärmer produzierte Fahrzeugbatterien als noch vor wenigen Jahren; greift die Entwicklung Raum, Batteriefabriken zukünftig mehr und mehr mit erneuerbarer Energie zu betreiben, sind hier weiterhin enorme Entwicklungen möglich. Bezieht man aber den gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge in die Betrachtung ein, können Elektrofahrzeuge im Fahrbetrieb den Nachteil aus der Herstellung ab ca. 30.000 gefahrenen Kilometern ausgleichen. Wann genau das Elektrofahrzeug vorteilhaft wird, hängt dabei von einer Vielzahl an Faktoren ab, wie der Fahrzeugklasse oder auch dem Fahrstil.

Von größter Bedeutung ist allerdings der eingesetzte Strom - je weniger CO₂ bei der Stromgewinnung ausgestoßen wird, desto besser zeigt sich die CO₂-Bilanz des Elektrofahrzeugs. Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien hat diese Technologie also nicht nur in der Herstellung, sondern v.a. auch im Betrieb das Potenzial, jährlich grüner zu werden. In einer Studie von Transport & Environment wird durchschnittlichen Elektrofahrzeugen in der EU gegenüber dem Durchschnitt der diesel- und benzinbetriebenen Fahrzeuge bereits für das zurückliegende Jahr 2020 ein um 63 % geringerer CO₂-Ausstoß über den gesamten Lebenszyklus bescheinigt, und dies bei Einsatz des durchschnittlichen europäischen Strommix¹⁵. Selbst in der nachteiligsten Kombination – Batterieherstellung in China und Laden per polnischem Strommix – bringt das Elektrofahrzeug eine CO₂-Emissionsreduzierung von 20 % zustande. Mit dem zur Studie gehörenden Rechner können unter www.transenv.eu/lca auch eigene Berechnungen durchgeführt werden (in englischer Sprache).

Einen weiteren häufigen Diskussionspunkt stellen die **Rohstoffe** dar, die für die Produktion der Batterien in Elektrofahrzeugen benötigt werden. Die Verfügbarkeit von Lithium, Kobalt und Nickel ist dabei eher unkritisch – sie werden in absehbarer Zeit höchstens dann knapp, wenn der Markthochlauf die bereits laufende Erschließung neuer Förderstätten überholen würde. Der Hauptanteil des heute verwendeten Lithiums stammt aus australischem Erzbergbau und ist daher wesentlich unproblematischer als der Abbau aus Salzwüsten (Salaren).¹⁶ Problematisch sind hingegen die Abbaubedingungen von Kobalt, insbesondere in der Demokratischen Republik Kongo, da dort sowohl Kinderarbeit als auch unsichere Arbeitsbedingungen verbreitet sind. Hier besteht sowohl seitens der Hersteller als auch der Politik Handlungsbedarf, die Abbaubedingungen zu verbessern und Lieferketten besser zu kontrollieren. Viele Auto-

¹⁵ Vgl. Transport & Environment (2021): „From dirty Oil to Clean Batteries – Batteries vs. Oil: A Systemic Comparison of material requirements.“, S. 46 https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2021_02_Battery_raw_materials_report_final.pdf; abgerufen: 31.03.2021

¹⁶ <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2020/03/lithium-mining-what-you-should-know-about-the-contentious-issue.html#>

mobilitätsanbieter haben in ihren CSR-Strategien die Gewährleistung von Menschenrechten zu einem Ziel der Unternehmenspolitik erhoben und sich in Industrieinitiativen zusammengeschlossen.

Ein wichtiger Baustein zur mittel- bis langfristigen Verringerung des Rohstoffbedarfs liegt im **Recycling** gebrauchter Batterien. Bislang werden diese tendenziell eher in Gebäuden als Energiespeicher weiterverwendet (sog. Second Life), da sie nach dem Lebenszyklus der Fahrzeuge weiterhin über eine Speicherkapazität von ca. 70 % des Neuprodukts verfügen. Wenn die Batterien am Ende ihres Lebenszyklus recycelt werden, schreibt die EU vor, dass 50 % der Materialien wiederverwendet werden müssen. Mehrere Unternehmen arbeiten derzeit an Verfahren, mit denen deutlich größere Materialanteile zurückgewonnen werden können.

Kosten

In der Tat sind die Anschaffungskosten für ein Fahrzeug mit elektrischem Antrieb weiterhin höher als die eines vergleichbaren Verbrenners. Hierbei vergleicht man allerdings eine neue Technologie mit einem sich seit etwa 100 Jahren stetig optimierenden System. Um diesen Startnachteil aufzuheben, erfährt die Elektromobilität derzeit weltweit umfassend Förderung. In Deutschland können private Nutzer:innen neben der Kaufprämie für Elektroautos (Umweltbonus) auch auf Steuerfreiheit und in vielen Kommunen bspw. kostenfreies Parken bauen. Erwartungsgemäß dürften staatliche Unterstützungen zurückgefahren werden, sobald die Elektromobilität aufgrund eintretender Skaleneffekte in den Produktionsprozessen konkurrenzfähig ist. Mittel- bis langfristig ist zu erwarten, dass die Elektromobilität ohne staatliche Hilfen Kostenvorteile zu Verbrennungsmotoren generiert.

Aber auch heute schon gilt: Werden die Betriebskosten in die Betrachtung einbezogen, ergeben sich bei bestimmten Modellen und entsprechenden Jahreslaufleistungen schon jetzt finanzielle Vorteile. Zentraler Hebel ist die Laufleistung: Wer zuhause laden kann, muss für 100 km weniger als 5,60 EUR aufbringen (Annahme: 0,28 EUR/kWh, Verbrauch: 20 kWh/100 km), beim Verbrenner sind es 7,80 EUR (Annahme: 1,30 EUR/Liter, Verbrauch: 6 Liter/100 km).

Reichweite und Laden

Die Reichweite von Elektrofahrzeugen ist ein stark emotional diskutiertes Thema. Elektrofahrzeuge verfügten bis vor einigen Jahren mit etwa 100 km Reichweite (bei Vollauffüllung) über eine nur etwas größere Wegstrecke, als Verbrennerfahrzeugen bleibt, wenn die Reserveleuchte angeht. Heute verfügbare Elektrofahrzeuge erreichen in allen Segmenten 300 km reale Reichweite im Winter – und mehr.

Das Laden kann in vielen Fällen im privaten Umfeld – zu Hause über Nacht oder tagsüber beim Arbeitgeber – erfolgen. Ist man auf öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen, so bestehen mittlerweile kaum noch Zugangshemmnisse durch die zahlreichen

Anbieter. Laut ADAC kann mit einer Ladekarte an 80 bis 90 % der öffentlichen Ladestationen geladen werden¹⁷, wenngleich hier noch Schwierigkeiten im Roaming bestehen: Die Kosten stellen sich teilweise als undurchsichtig dar, was einen der größten Nachteile in der Nutzung darstellt.

Die Ladedauer hängt sehr vom Standort ab. Das sogenannte Normalladen (AC) erfolgt dort, wo die Fahrzeuge ohnehin parken: zu Hause oder beim Arbeitgeber (beides bis 11 kW empfohlen) oder auch im öffentlichen Raum (meist 22 kW). Diese Ladearten werden für den Alltag für die überwiegende Zahl der Nutzer:innen zum Standard werden. Die Varianten Schnellladen (DC) ab 50 kW und High-Power-Charging (HPC) bis 350 kW stellen das Äquivalent zum heutigen Tanken dar: Sie werden vorwiegend an überregionalen Wegen errichtet und es können relevante Reichweiten in kurzer Zeit nachladen werden. So fließen bspw. bei 150 kW innerhalb von 10 Minuten ca. 100 km Reichweite in die Akkus.

Stromnetz

Zuletzt wird häufig kolportiert, dass mit zunehmender Elektrifizierung eine Überlastung des Stromnetzes einhergeht und die Strombedarfe das Angebot übersteigen. Aus einer vollständigen Elektrifizierung der deutschen Pkw-Flotte würde laut Umweltbundesamt ein **Strommehrbedarf von ca. 15 %** resultieren, was mittelfristig keine sonderlich große Herausforderung darstellt.¹⁸ Viel zentraler ist die Betrachtung der Zeitpunkte, an denen die Ladebedarfe entstehen. Ungeregeltes Laden würde ab einer bestimmten Elektrifizierungsquote vermutlich eine große Herausforderung für die lokalen Verteilnetze darstellen. Hierzu hat die EnBW in ihrem Realversuch „E-Mobility-Allee“¹⁹ allerdings durchaus handhabbare Auswirkungen identifiziert. Von zentraler Bedeutung sollte aber sein: Wenn mehrere Fahrzeuge an einem Standort geladen werden (Fuhrparks, Tiefgaragen), sollten die Ladepunkte über ein Lastmanagement verfügen, das die Ladebedarfe verwaltet. Damit können leer gefahrene Fahrzeuge zuerst geladen und die weiteren Ladebedarfe in Schwachlastzeiten gestillt werden. Vor allem aber stellt das Management sicher, dass die Elektrofahrzeuge den Stromanschluss des Gebäudes – und damit auch das Stromnetz – nicht überbeanspruchen.

2.6 Abgrenzung batterieelektrischer und Wasserstoffantrieb

Der Begriff Elektromobilität wird gemeinhin auf rein batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge (Battery Electric Vehicle, BEV) beschränkt genutzt. Streng genommen fallen auch Fahrzeuge, die mittels Brennstoffzelle Wasserstoff in elektrische Antriebsenergie

¹⁷ Vgl. <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/elektroauto-pro-und-contra/>; abgerufen: 31.03.2021

¹⁸ Vgl. https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/FAQ_Elektromobilitaet_Oeko-Institut_2017.pdf; abgerufen: 31.03.2021

¹⁹ Vgl. <https://www.netze-bw.de/e-mobility-allee>; abgerufen: 31.03.2021

umwandeln (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) darunter, schließlich werden mit der elektrischen Energie der Brennstoffzelle Elektromotoren betrieben.

Wasserstoff ist ein farbloses und diffuses Gas mit geringer Energiedichte, weshalb seine Speicherung nur unter Einsatz hohen Drucks oder durch Kühlung möglich ist. Es werden mehrere Arten des Wasserstoffs unterschieden:

- 1) **Grüner Wasserstoff:** Elektrolyse von Wasser, der dafür notwendige Strom wird zu 100 % auf Basis erneuerbarer Energien gewonnen (CO₂-neutral)
- 2) **Grauer Wasserstoff:** basiert auf Kohlenwasserstoffen (bspw. Methan) und wird durch die Umwandlung von Erdgas zu Wasserstoff und CO₂ erzeugt
- 3) **Blauer Wasserstoff:** identischer Herstellungsprozess wie beim grauen Wasserstoff, allerdings wird das bei der Umwandlung entstandene CO₂ bei der Abscheidung gespeichert (CCS, Carbon Capture and Storage)
- 4) **Türkiser Wasserstoff:** thermische Spaltung von Wasserstoff (Methanpyrolyse), Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien, CCS-Speicherung
- 5) **Roter Wasserstoff:** Wasserstoff mit Strom aus Kernkraftwerken erzeugt, in diesem Sinne CO₂-neutral.

Aus **ökologischen Gesichtspunkten** ist vorrangig die Nutzung **grünen Wasserstoffs** erstrebenswert.

Auch Wasserstofffahrzeuge verfügen über kleine bis mittlere Batterien, um elektrische Energie aus der Rekuperation zwischenspeichern oder die Brennstoffzelle während Phasen hoher Leistungsabrufe zu unterstützen. Der zusätzlich zur BEV-Technologie nötige Wasserstofftank ermöglicht in Verbindung mit der Brennstoffzelle aber schnellere Lade- bzw. Tankvorgänge sowie die Speicherung größerer Energiemengen – und damit Reichweiten.

Die Bereitstellung von Wasserstoff erfolgt heutzutage überwiegend in Form grauen Wasserstoffs: durch die Abspaltung von Wasserstoff aus fossilem Erdgas. Nur durch die Elektrolyse von Wasser zu Sauerstoff und Wasserstoff unter Einsatz zertifizierten Ökostroms (grüner Wasserstoff) kann die Wasserstoffmobilität mittel- bis langfristig ökologischen Mehrwert bringen. Gleichwohl wird die Gesamteffizienz von FCEV aufgrund der Umwandlungsverluste zu Wasserstoff nie die Gesamteffizienz von BEV erreichen. Der **Gesamtwirkungsgrad** (Kraftstoffherstellung und Fahrzeugverbrauch) liegt bei batterieelektrischen Fahrzeugen deutlich über dem von Brennstoffzellenfahrzeugen (76 % zu 30 %) ²⁰.

Darüber hinaus bringt eine Wasserstoffmobilität im Pkw-Sektor weitere Herausforderungen mit sich. Wasserstoff ist sehr flüchtig und muss technisch aufwändig entweder unter Druck oder durch Einsatz von Kälte gelagert werden – beide Ansätze sind energieaufwändig. Mittelfristig ist es dennoch denkbar, dass Wasserstoff auch im Pkw-Sektor relevant wird, da ein teilweiser H₂-spezifischer Umbau von Infrastrukturen in der In-

²⁰ Vgl. <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery--that-is-the-question.html#>; abgerufen: 31.03.2021

dustrie und im Energiesektor ohnehin nötig wird, um Klimaschutzziele zu erreichen. Eingebettet in eine „Wasserstoffwirtschaft“ ist es denkbar, dass eine Wasserstoffmobilität gesamtsystemische Vorteile aufweist.

Wasserstoff als Energieträger im Verkehr kann Vorteile geltend machen, wenn das Fahrzeuggewicht (bspw. bei Nutzfahrzeugen oder im ÖPNV) und/oder die Tagesfahrleistungen überdurchschnittlich sind. In diesen **Fahrzeugsegmenten** kann es dementsprechend lohnende Use-Cases für den Einsatz von Wasserstofffahrzeugen geben. Im Pkw-Bereich hingegen überwiegen die Nachteile im Vergleich zu batterieelektrischen Fahrzeugen, wie auch Autohersteller offiziell anerkennen²¹. Generell sollte Wasserstoff lokal und CO₂-neutral erzeugt werden – unabhängig von seinen Einsatzzwecken.

Kommunen sollte die Nutzung von Wasserstoff im Verkehrssektor demnach v.a. in den o.g. Bereichen der Nutzfahrzeuge und des ÖPNV prüfen und evtl. durch Pilotprojekte begleiten. Sowohl für die batterieelektrische als auch die Wasserstoffmobilität ist der **Ausbau erneuerbarer Energien** angezeigt.

²¹ Vgl. https://www.zeit.de/news/2020-11/25/audi-chef-sieht-keine-zukunft-fuer-wasserstoff-autos?utm_referrer=https://www.google.com/; abgerufen: 31.03.2021

3 Schwerpunkt 1: Fuhrparkanalyse und Elektrifizierungskonzept des analysierten Fuhrparks

Die Analyse zur **Elektrifizierung des kommunalen Fuhrparks der Stadt Suhl** wurde anhand der folgenden Schritte durchgeführt. Tiefergreifende Details zur Vorgehensweise sind dem Anhang A. Fuhrpark zu entnehmen.

Tabelle 3: Vorgehensweise Schwerpunkte 1 und 2.

	Schritt	Beschreibung
Schwerpunkt 1	Ist-Analyse:	Mittels Excel-basierter Fragebögen werden die relevanten Stellen zum bestehenden Fuhrpark befragt. Hierbei werden Fahrzeugcharakteristika, die Organisation des Fahrzeugzugriffs durch Ämter und Verantwortlichkeiten der Fahrzeugverwaltung abgefragt sowie Fahrtenbücher gesammelt und digitalisiert. Im Rahmen der Analyse wurden 22 Pkw betrachtet.
	1:1-Substitution von Fahrzeugen:	Basierend auf den Häufigkeiten hoher Tageslaufleistungen und der Anforderungen an die Fahrzeuge wird untersucht, welche Fahrzeuge sich ohne Nutzungseinschränkungen oder Komforteinbußen elektrifizieren lassen.
	Diversifizierung des Fuhrparks:	Da durch die gewählte Vorgehensweise Fahrzeuge mit tendenziell geringen Tageslaufleistungen vorrangig elektrifiziert werden, Elektrofahrzeuge (BEV) aber nur über hohe Jahreslaufleistungen Kostenvorteile generieren können, werden im dritten Schritt Kostensenkungspotenziale geprüft: Durch die Umorganisation von Fahrzeugzugriffen durch Ämter (Re-Pooling) sowie die verstärkte Nutzung externer Dienstleister während Auslastungsspitzen kann ggf. der Fahrzeugbestand reduziert oder einige Fahrzeuge durch kleinere oder andere Verkehrsmittel ersetzt werden.
	Einbettung und Finalisierung:	Zuletzt werden die zur Elektrifizierung ermittelten Fahrzeuge im Rahmen eines verwaltungsinternen Workshops abgestimmt und entsprechend den eingangs erhobenen Ersatzbeschaffungszeitpunkten in einem Beschaffungsplan abgebildet. Daraus lassen sich Effekte der sukzessiven Elektrifizierung auf die Kosten und die CO ₂ -Emissionen des Gesamtfuhrparks ableiten. In den Kosten sind zudem die ebenfalls enthaltenen Installations- und Betriebskosten für die nötige Ladeinfrastruktur ausgewiesen.
	Weitere Fahrzeug-sektoren	Im Bereich Nutzfahrzeuge lassen sich die zahlreichen Fahrzeuganforderungen nur schwer mit dem derzeit überschaubaren Markt abbilden; hierzu sind Einzelfallprüfungen nötig. Es werden kurze Beschreibungen zum aktuellen Stand vollelektrischer Kehrmaschinen und Nutzfahrzeuge gegeben und drei Elektrifizierungsszenarien für die 60 betrachteten Nutzfahrzeuge dargestellt.

Schwerpunkt 2	Ableitung Lastprofil und Aufbaustrategie LIS:	<p>Durch Konsolidierung der Ist-Analyse, der Zwischenergebnisse aus der 1:1-Substitution, der im Rahmen der Befragung erhobenen Ladebedarfe von Mitarbeitenden sowie den Rückmeldungen aus dem Workshop lassen sich Aussagen darüber treffen, für wie viele Elektrofahrzeuge kurz- und langfristig Ladepunkte je Standort zu errichten sind. Hierzu werden standortspezifische Lastprofile abgeleitet, die sich aus der Gesamtzahl der Elektrofahrzeuge und deren Fahrprofilen herleiten. Durch die Simulation eines Lastmanagements im ISME-Fuhrparktool kann die hierfür nötige Lastkapazität ermittelt werden, welche dann mit den real verfügbaren Kapazitäten abgeglichen wird. Sollte nicht ausreichend Kapazität zur Verfügung stehen, ist entweder die Erweiterung des Netzanschlusses zu prüfen oder es können ggf. Ladeleistungen reduziert werden. Alternativ wären Fahrzeuge zu identifizieren, die nicht elektrifiziert werden.</p>
----------------------	--	--

Quelle [eigene Darstellung]

Aufbauend auf der Fuhrparkanalyse folgen im Fazit **Handlungsempfehlungen** zur sukzessiven Elektrifizierung des Fuhrparks sowie der Errichtung entsprechender Ladeinfrastruktur. Die Ergebnisse dienen als Grundlage zur gesamtstrategischen Entscheidungsfindung. Die konkrete Fahrzeugwahl muss vor dem Hintergrund der derzeitigen Dynamik am batterieelektrischen Fahrzeugmarkt stets aktuell getroffen werden.

3.1 Grundlagen

Der Verkehrssektor stellt den **zweitgrößten Energieverbraucher** in Deutschland dar. Aus den Handlungsbedarfen, die sich aus **Klimawandel, gesteigertem Umweltinteresse** und **technischen Weiterentwicklungen** ergeben, resultieren gewaltige Transformationsprozesse im Verkehrssektor. Einen zentralen Baustein kann die batterieelektrische Mobilität darstellen: Bereits heute können Elektrofahrzeuge bei Nutzung des deutschen Strommix CO₂-Emissionsreduzierungen von **16-27 %** im Vergleich zu Verbrennerfahrzeugen erreichen [6]. Je nach gewählten Rahmenbedingungen können diese Werte auch stärker schwanken.

Da hierzu Elektrofahrzeuge in Flotten einen großen Beitrag leisten können, wird der kommunale Fuhrpark der Stadt Suhl im Folgenden hinsichtlich der Verwirklichung einer ökonomisch-ökologisch ausgewogenen Elektrifizierungsquote analysiert. Hierzu werden die vorhandenen Fahrzeuge (mit Fahrtenbüchern) anhand ihrer Fahrprofile analysiert und anschließend bewertet. Die Kriterien für die Fahrzeugwahl sind **Reichweite, Fahrzeugkenndaten sowie wirtschaftliche Faktoren**. Auf dieser Basis wird geprüft, ob bestimmte Fahrzeuge aus der Flotte entnommen und deren Fahrten gegebenenfalls durch **andere Fahrzeuge des Fuhrparks** oder durch externe Dienstleister wie **Carsharing, ÖV, Taxi etc.** ersetzt werden können [7]. Die nachfolgende Tabelle 4 führt relevante **Vor- und Nachteile** von Elektrofahrzeugen auf.

Tabelle 4: Vor- und Nachteile von Elektrofahrzeugen.

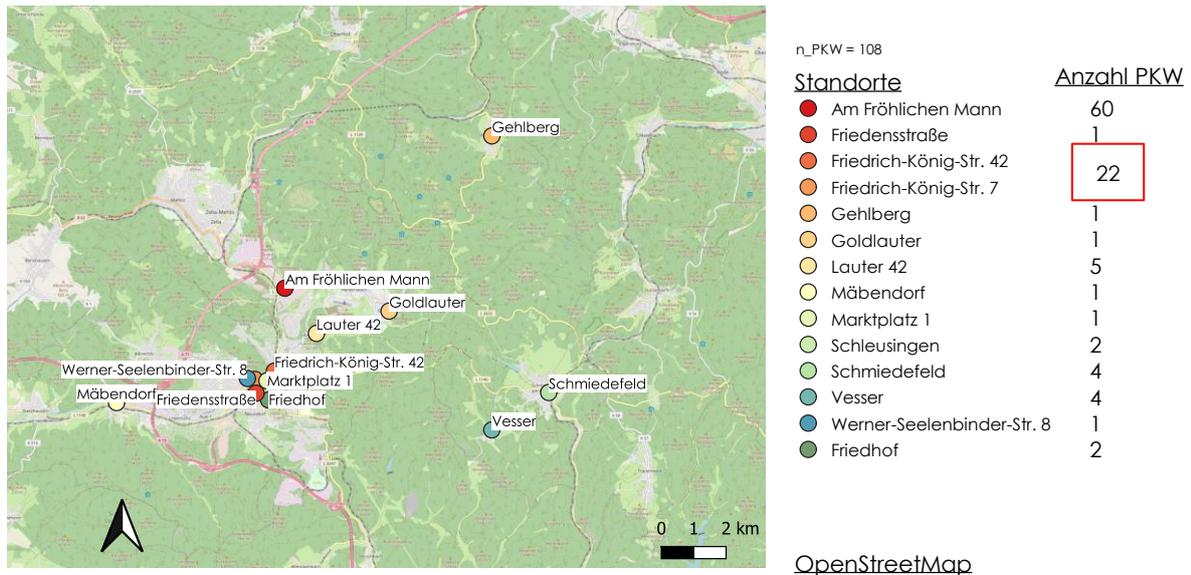
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Betriebs- und Wartungskosten • Kfz-Steuerbefreiung • NO_x- & Feinstaubminderung im Stadtgebiet • CO₂-Emissionsreduzierung, v.a. bei selbst erzeugtem Strom bzw. zertifiziertem Ökostrom-Tarif • Weiteres Optimierungspotenzial (Kosten und CO₂) durch Sektorenkopplung • Positive öffentliche Wahrnehmung in Suhl und Umgebung 	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Anschaffungskosten • Ladeinfrastrukturbedarf (technisch, organisatorisch & ökonomisch) • Geringere Flexibilität bei sehr hohen Laufleistungen (→ wird im Rahmen der Analyse geprüft) • Akzeptanz- und Nutzungshemmnisse (→ Informations- und Aktivierungsmaßnahmen empfohlen)

Quelle [eigene Darstellung]

3.2 Ist-Analyse Fuhrpark

Im Rahmen der Datenerfassung wurden **108 Pkw und Nutzfahrzeuge** abgebildet. Die Detailanalyse konzentriert sich auf den Fahrzeugsektor Pkw. Eine detaillierte Analyse erfolgt für den Standort an der **Friedrich-König-Straße 42**.

Fuhrparkstandorte



Quelle: OpenStreetMap | © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (Jahr), Datenquellen: Statistisches Bundesamt (Destatis), Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Karte: Eigene Darstellung ISME

Abbildung 7: Standorte der Fahrzeuge.
Quelle [eigene Darstellung]

Abbildung 7 gibt eine **Übersicht der 14 Standorte**, auf die sich die 108 Fahrzeuge verteilen. Die Suhrer Verwaltungsstruktur weist eine sehr kleinteilige Aufteilung an Fahrzeugen auf: Mit Ausnahme der Standorte Am Fröhlichen Mann und Friedrich-König-Straße 42 weisen alle Standorte jeweils maximal fünf Fahrzeuge auf.

Fuhrparkeinheit

Zu den Fahrzeugen 1-17 in Tabelle 5 liegen Fahrtenbücher aus dem Jahr 2019 vor. Die Fahrtenbücher wurden im Rahmen der Analyse komplett digitalisiert und einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Die Fahrtenbuchauswertungen dienen der Analyse der **Nutzungsintensitäten** (in Stunden und Kilometer pro Nutzungstag).

Tabelle 5: Übersicht der analysierten Fuhrparkeinheit am Standort Friedrich-König-Straße.

Fahrzeug-Nr.	Amt	Kennzeichen	Marke, Model	JLL in km/Jahr (hochgerechnet)	Ersatzbeschaffung im Jahr
Fahrzeug 1	OB	SHL-SV 200	BMW	22.981	2021
Fahrzeug 2	Gesundheitsamt	SHL-GA 30	Opel Corsa	4.489	2020
Fahrzeug 3	Gesundheitsamt	SHL-GA 20	Opel Corsa	5.022	2020
Fahrzeug 4	Umweltamt	SHL-SV 90	Dacia Duster	5.412	2021
Fahrzeug 5	VÜD	SHL- OA 20	Suzuki Ignis	12.404	2022
Fahrzeug 6	Parkraumbewirtschaftung	SHL-SV 60	Opel Combo	10.025	2021
Fahrzeug 7	Fuhrpark	SHL-SV 83	Opel Astra	6.783	2021
Fahrzeug 8	Hausmeister	SHL-SV 44	VW Caddy	3.260	2021
Fahrzeug 9	Bau- und Stadtentwicklungsamt	SHL-SV 19	Opel Corsa	1.788	2020
Fahrzeug 10	Vermessung	SHL-SV 11	Opel Combo	2.703	2024
Fahrzeug 11	Jugendamt	SHL-SV 222	Opel Astra	9.221	2021
Fahrzeug 12	Bäume	SHL-SV 111	VW Tiguan	7.188	2021
Fahrzeug 13	Förster	SHL-SV 10	Mitsubishi L200 (Pickup)²²	2.783	2024
Fahrzeug 14	Umweltamt/Müll	SHL-SV 62	VW (Pritschenfahrzeug)²³	4.804	2023
Fahrzeug 15	Hausmeister	SHL-SV 45	Ford	2.742	n. v.*
Fahrzeug 16	Bürgerarbeit	SHL-SV 70	Ford	6.331	n. v.*
Fahrzeug 17	Fuhrpark	SHL-SV 40	Opel Vivaro	1.831	n. v.*

* Annahme 2025

Quelle [eigene Darstellung]

Abbildung 8 zeigt die im Jahr angefallenen Häufigkeiten **größerer Tageslaufleistungen** (über 200 km, über 300 km und über 400 km) je Fahrzeug. Anhand dieser Daten lässt sich abschätzen, ob Fahrzeuge mit den **aktuell am Markt verfügbaren Reichweiten** bereits elektrifiziert werden können. Die Ergebnisse zeigen, dass sehr selten Tageslaufleistungen über 400 km gefordert sind. Auf Basis dieser Ergebnisse können alle Fahrzeuge ohne Komfortverluste substituiert werden. Die Tageslaufleistungen der **Fz1 und Fz17** sind ausreichend hoch, um im Falle einer Elektrifizierung ggf. nicht allein durch nächtliches Laden versorgt werden zu können – was Nachladungen zwischen Fahrten oder sogar während einzelner Fahrten mit sich bringen könnte. Um allerdings sicherzustellen, dass die Fahrzeuge nachts immer geladen werden, sollte **jedes Fahrzeug bei Beendigung jeder Dienstreise mit dem Ladepunkt verbunden** werden. Hierzu sollte eine Dienstanweisung erstellt werden und in jedem Elektrofahrzeug sollte bspw. durch Aufkleber daran erinnert werden. Nur so kann Umparken vermieden werden, was im

²² Derzeit keine marktreifen Pickups verfügbar.

²³ Derzeit keine marktreifen Pritschenfahrzeuge verfügbar (lediglich Umrüstung).

Alltag stets einen Aufwand darstellt und darüber hinaus das Risiko birgt, dass Fahrzeuge nachts nicht am Stecker hängen. Durch die Bereitstellung von je einem fest zugeordneten Ladepunkt je Fahrzeug stellt auch die Tageslaufleistung der drei genannten intensiv genutzten Fahrzeuge keine große Herausforderung für aktuelle Elektrofahrzeuge dar.

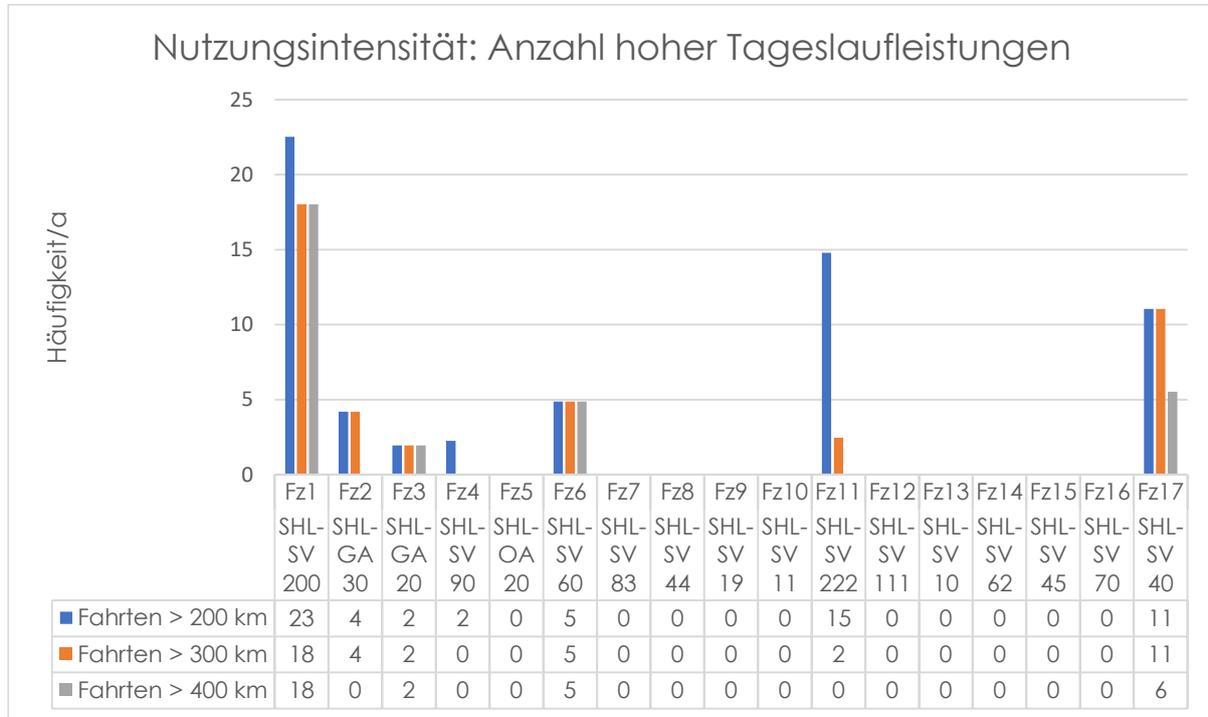


Abbildung 8: Anzahl an km/d in Häufigkeitsszenarien.
Quelle [eigene Darstellung]

Poolingeinheit

Tabelle 6: Übersicht der analysierten Poolingeinheit am Standort Friedrich-König-Straße.

Fahrzeug-Nr. (Reihenfolge stimmt nicht mit Datenabfrage überein)	Amt	Kennzeichen / anonymisiert	Marke, Modell	JLL in km/Jahr (hochgerechnet)	Ersatzbeschaffung im Jahr
Fahrzeug 1	Fuhrpark	SHL-SV 91	Opel Corsa	8.166	2021
Fahrzeug 2	Fuhrpark	SHL-SV 23	Opel Astra	12.175	2021
Fahrzeug 3	Fuhrpark	SHL-SV 87	Opel Astra	9.753	2021
Fahrzeug 4	Fuhrpark	SHL-OA 50	Opel Corsa	16.300	2021
Fahrzeug 5	Fuhrpark	SHL-SV 61	Suzuki Ignis	6.856	2021

Quelle [eigene Darstellung]

Zu den Fahrzeugen 1-5 liegen Fahrtenbücher aus dem Jahr 2019 vor. Abbildung 9 zeigt die im Jahr angefallenen Häufigkeiten **größerer Tageslaufleistungen** (über 200 km, über 300 km und über 400 km) je Fahrzeug. Anhand dieser Daten lässt sich abschätzen, ob Fahrzeuge mit den aktuell am Markt verfügbaren Reichweiten bereits elektrifiziert werden können. Die Ergebnisse zeigen, dass selten Tageslaufleistungen über 400 km gefordert sind. Auf Basis dieser Ergebnisse können alle Fahrzeuge ohne Komfortverluste substituiert werden. Bei Fz2 und Fz4 ist ein Fahrzeug mit ausreichend hoher Reichweite zu wählen, optional kann auch ein Verbrennerfahrzeug als Puffer vorgehalten werden.

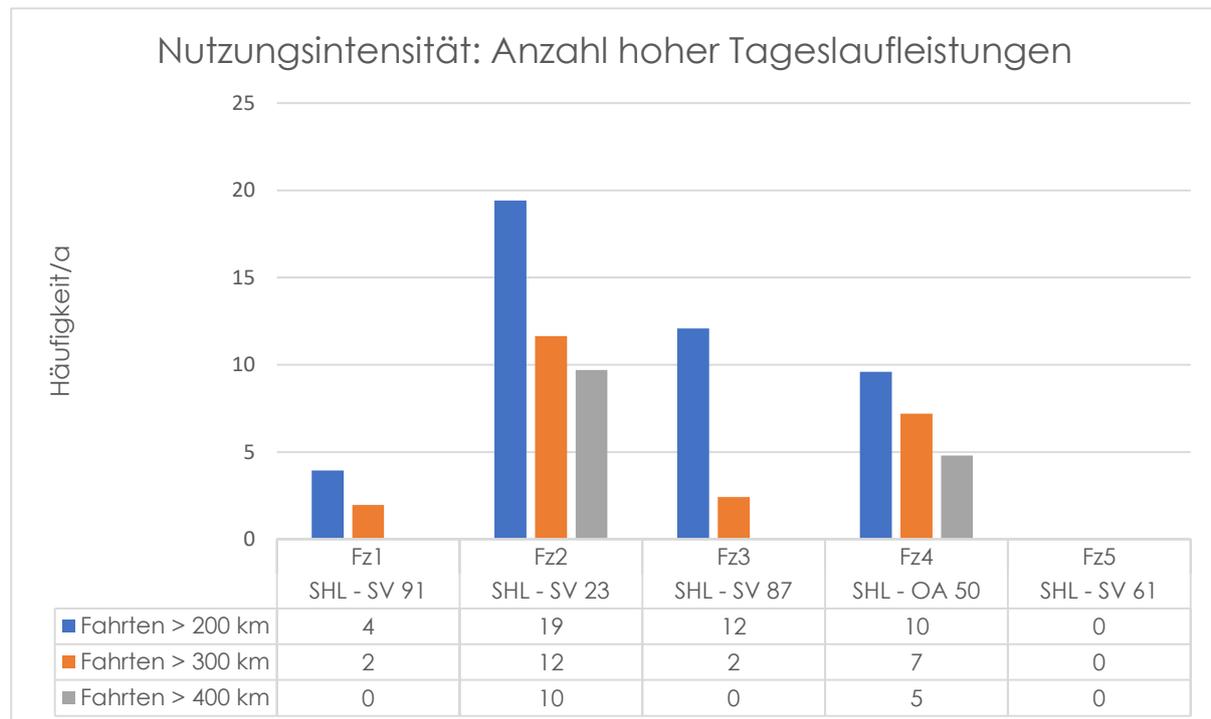


Abbildung 9: Anzahl an km/d in Häufigkeitsszenarien.

Quelle [eigene Darstellung]

Nutzfahrzeuge

Bei den Nutzfahrzeugen „Am fröhlichen Mann“ findet keine detaillierte Fahrtenbuchanalyse statt. Es wurden Schätzungen zu Tagesfahrleistungen und Standzeiten zusammengetragen, welche im Rahmen der 3 Elektrifizierungsszenarien Grundlage für die Herleitung von Lastprofilen sind.

Tabelle 7: Übersicht der betrachteten Nutzfahrzeuge.

Angaben	ID	Fahrzeugtyp	Sonderausstattung		
Fahrzeug 3	SHL-AV 24	MAN TGM 18.340 4x2 BL	FAUN Variopress 518	Abfallsammler	AFM
Fahrzeug 4	SHL-SB 460	MB 2635 L ENA 6x2/4 Econic	FAUN Rotopress 516 L	Abfallsammler	AFM
Fahrzeug 5	SHL-RY 19	MAN TGA 26-440 6x2- 2BL	Hakenlifter Meiller	Containerdienst	AFM
Fahrzeug 7	SHL-LP 95	MAN 13.290 4x4 TGM	Hakenlifter Palfinger	Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 8	SHL-JY 14	Multicar Fumo M30	Kipper/Pritsche	Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 11	SHL-RY 23	MAN TGA 26-400 6x2-2 BL	Saugaufsatz Leistikow m. Haspel	Fäkalie	AFM
Fahrzeug 12	SHL-CD 13	MAN-L 2000	Multilift	Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 13	SHL-VY 72	VW T4	Transporter 1.9 TD (Meßfahrzeug)	Straßenbeleuchtung	AFM
Fahrzeug 15	SHL-SB 446	VW T5	Transporter Hochdach	Grünflächenpflege	AFM
Fahrzeug 18	SHL-SB 444	Mercedes Benz B-Klasse		Pkw	AFM
Fahrzeug 19	SHL-SB 447	Multicar M31 C		Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 20	SHL-SB 448	MAN TGM 18.340 4x4 BB	3-Seitenkipper Meiller	Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 21	SHL-SB 449	MAN TGS 26.400	Absetzkipper Meiller	Containerdienst	AFM
Fahrzeug 22	SHL-SB 450	MAN TGS 26.400	Powerpress FAUN	Abfallsammler	AFM
Fahrzeug 23	SHL-SB 451	MAN TGL 12.180	Multilift HIAB	Containerdienst	AFM
Fahrzeug 24	SHL-SB 455	MAN TGL 12.180	Multilift HIAB	Containerdienst	AFM
Fahrzeug 25	SHL-SB 453	MAN TGM 18.340 4x2 BL	Saugaufbau Leistikow KK3	Fäkalie	AFM
Fahrzeug 26	SHL-SB 456	MAN TGS 26.400 6x2-2 BL	Saugaufbau Leistikow KK12	Fäkalie	AFM
Fahrzeug 31	SHL-SB 461	VW T6	Pritsche 3-Seitenkipper	Abfallsammler	AFM
Fahrzeug 32	SHL-SB 462	MAN TGL 8.180 4x2 BL	Ladebordwand Palfinger	universell	AFM
Fahrzeug 35	SHL-SB 465	VW T6	Pritsche 3-Seitenkipper	Grünflächenpflege	AFM
Fahrzeug 36	SHL-SB 466	Fendt Allrad-Traktor 209F Vario		Grünflächenpflege	AFM
Fahrzeug 37	SHL-SB 467	Lindner Unitrac 102SE6	Wechselaufbau Fäkalie/Streuer	Fäkalie	AFM
Fahrzeug 38	SHL-SB 468	Buschholzerkleinerer	TS Industries WS 20- 50DT	Grünflächenpflege	AFM
Fahrzeug 39	SHL-SB 40E	StreetScooter		Abfallsammler	AFM
Fahrzeug 40	SHL-SB 473	VW Crafter 55	Pritsche 3-Seitenkipper	Grünflächenpflege	AFM
Fahrzeug 41	SHL-JY 17	Multicar FUMO M30	Kipper/Pritsche	Straßenunterhalt	AFM

Fahrzeug 43	Stapler	Yale GDP 30 VX Productivity		Betriebshof	AFM
Fahrzeug 44	Stapler	Yale GDP 30 VX Productivity		Betriebshof	AFM
Fahrzeug 46	Radlader	Atlas 80		Betriebshof	AFM
Fahrzeug 47	Minibagger	Komatsu PC30 MR-3		Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 48	Mobilbagger	Mobilbagger PW148-11		Betriebshof	AFM
Fahrzeug 50	SHL-EB 111	VW T-Roc		Pkw	AFM
Fahrzeug 52	SHL-EB 115	Ford Focus		Pkw	AFM
Fahrzeug 53	SHL-EB 129	Dacia Duster Comfort		Pkw, Allrad	AFM
Fahrzeug 54	SHL-EB 116	Holzhäcksler Dücker	HM200	Grünflächenpflege	AFM
Fahrzeug 55	SHL-EB 125	Mercedes Benz Citan		Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 56	Stapler	Linde		Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 60		Küpper Weisser S3	Kleinkehrmaschine	Kehrmaschine	AFM
Fahrzeug 61	SHL SB 469	Lkw Kehrmaschine		Kehrmaschine	AFM
Fahrzeug 62	SHL SB 477	Mercedes Econic 2536	FAUN Variopress V19 B522	Abfallsammler	AFM
Fahrzeug 63	SHL SB 485	MAN TGM 18.320	FAUN Variopress V19 B312	Abfallsammler	AFM
Fahrzeug 64	SHL SB 484	MAN TGS 26.510	Abrollkipper Meiller RS21.70	Containerdienst	AFM
Fahrzeug 65	SHL SB 480	MAN TGM 18.320	Absetzkipper Meiller AK12MT	Containerdienst	AFM
Fahrzeug 66	SHL SB 483	Multicar M31C	Absetzkipper SI-MED	Containerdienst	AFM
Fahrzeug 67	SHL SB 476	Ford Transit Courier	Kastenwagen, 2 Sitzer	Containerdienst	AFM
Fahrzeug 68	GD16VX	Yale 16 Stapler		Betriebshof	AFM
Fahrzeug 69	Radlader	Komatsu WA80		Betriebshof	AFM
Fahrzeug 72	SHL SB 454	Multicar M26	Wasserwagen	Grünflächenpflege	AFM
Fahrzeug 76	SHL SB 482	VW Crafter 50	Allrad, Pritsche, Straßenaufsicht	Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 77	SHL SB 42E	VW eUp!	Elektro-Pkw	Pkw	AFM
Fahrzeug 78	SHL SB 43E	VW eUp!	Elektro-Pkw	Pkw	AFM
Fahrzeug 80	SHL SB 474	Unimog U427	Geräteträger, Allrad	Grünflächenpflege	AFM
Fahrzeug 88	SHL SB 486	Lindner Unitrac 112	FAUN City 2000	Abfallsammler	AFM
Fahrzeug 89		Multicar M31C	Langer Radstand	Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 90		Multicar M31C	Langer Radstand	Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 92		Multicar M31C	Kurzer Radstand	Straßenunterhalt	AFM
Fahrzeug 93		Hubsteiger		Straßenbeleuchtung	AFM
Fahrzeug 94		Werkstattbus	Allrad, Kastenwagen, hohe Anhängelast	Betriebshof	AFM
Fahrzeug 95		VW T6.1	Allrad, Kastenwagen, Hochdach	Straßenbeleuchtung	AFM

3.3 1:1-Substitution von Fahrzeugen

3.3.1 Pkw-Fahrzeuge

Tabelle 8 und Tabelle 9 enthalten jene Fahrzeuge, die im Rahmen der **1:1-Substitution analysiert** werden. Die gewählten BEV dienen vorrangig der Veranschaulichung, ob bereits mindestens ein adäquates Fahrzeug am Markt verfügbar ist (*Ausnahmen werden gekennzeichnet*). Die Fahrzeugwahl muss allerdings aufgrund der hohen Dynamik am Markt immer **zum jeweiligen Beschaffungszeitpunkt individuell** erfolgen. Bei den **rot markierten** Fahrzeugen handelt es sich um die Bestandsfahrzeuge, bei den **grün markierten** Fahrzeugen um die batterieelektrischen Ersatzbeschaffungen.

Tabelle 8: 1:1-Substitution der Fuhrparkeinheit durch Elektrofahrzeuge.

Fahrzeug-Nr. (Reihenfolge stimmt nicht mit Datenabfrage überein)	Amt	Kennzeichen / anonymisiert	Marke, Model	JLL in km/Jahr	Ersatzbeschaffung im Jahr	Ersatzbeschaffung
Fahrzeug 1	OB	SHL-SV 200	BMW	29.067	2021	Mercedes EQC 400 / Volkswagen ID 3
Fahrzeug 2	Gesundheitsamt	SHL-GA 30	Opel Corsa	4.489	2020	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 3	Gesundheitsamt	SHL-GA 20	Opel Corsa	5.022	2020	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 4	Umweltamt	SHL-SV 90	Dacia Duster	5.412	2021	Kia Soul EV / Opel Corsa e
Fahrzeug 5	VÜD	SHL- OA 20	Suzuki Ignis	12.404	2022	Kia Soul EV / Opel Corsa e
Fahrzeug 6	Parkraumbewirtschaftung	SHL-SV 60	Opel Combo	10.025	2021	Peugeot e Expert / Mercedes E-Vito
Fahrzeug 7	Fuhrpark	SHL-SV 83	Opel Astra	6.783	2021	Kia Soul EV / Opel Corsa e
Fahrzeug 8	Hausmeister	SHL-SV 44	VW Caddy	3.260	2021	Peugeot e Expert / Mercedes E-Vito
Fahrzeug 9	Bau- und Stadtentw.Amt	SHL-SV 19	Opel Corsa	1.788	2020	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 10	Vermessung	SHL-SV 11	Opel Combo	2.703	2024	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 11	Jugendamt	SHL-SV 222	Opel Astra	9.221	2021	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 12	Bäume	SHL-SV 111	VW Tiguan	7.188	2021	Kia Soul EV / Opel Corsa e
Fahrzeug 13	Förster	SHL-SV 10	Mitsubishi L200 (Pickup)²⁴	2.783	2024	Kia Soul EV / „Pickup“
Fahrzeug 14	Umweltamt/Müll	SHL-SV 62	VW (Pritschenfahrzeug)²⁵	4.804	2023	Peugeot e Expert
Fahrzeug 15	Hausmeister	SHL-SV 45	Ford	2.742	n. v.	Peugeot e Expert / Mercedes E-Vito
Fahrzeug 16	Bürgerarbeit	SHL-SV 70	Ford	6.331	n. v.	Peugeot e Expert / Mercedes E-Vito
Fahrzeug 17	Fuhrpark	SHL-SV 40	Opel Vivaro	1.831	n. v.	Mercedes EQV 300 / Renault ZE

Quelle [eigene Darstellung]

²⁴ Derzeit keine marktreifen Pickups verfügbar.

²⁵ Derzeit keine marktreifen Pritschenfahrzeuge verfügbar (lediglich Umrüstung).

Tabelle 9: 1:1-Substitution der Poolingeinheit durch Elektrofahrzeuge.

Fahrzeug-Nr. (Reihenfolge stimmt nicht mit Datenabfrage überein)	Ami	Kennzeichen / anonymisiert	Marke, Model	JLL in km/Jahr	Ersatzbe- schaffung im Jahr	Ersatzbeschaf- fung
Fahrzeug 1	Fuhrpark	SHL-SV 91	Opel Corsa	8.166	2021	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 2	Fuhrpark	SHL-SV 23	Opel Astra	12.175	2021	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 3	Fuhrpark	SHL-SV 87	Opel Astra	9.753	2021	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 4	Fuhrpark	SHL-OA 50	Opel Corsa²⁶	16.300	2021	Opel Corsa e / „alt. ICE“
Fahrzeug 5	Fuhrpark	SHL-SV 61	Suzuki Ignis	6.856	2021	Opel Corsa e / Renault Zoe

Quelle [eigene Darstellung]

²⁶ Aufgrund der hohen Laufleistung optional weiterhin als ICE-Fahrzeug.

3.3.2 Nutzfahrzeuge

Das Ziel der Transport-, Speditions- und Logistikbranche, die Einsetzbarkeit verschiedener Antriebstechnologien voranzutreiben, ist wesentlich von den betriebswirtschaftlichen Kosten der jeweiligen Technologie abhängig. Auch Effizienz- und Effektivitätsgründe können hierbei für Restriktionen sorgen und nicht alle Fahrzeugkategorien vollumfänglich in alternativen Antriebstechnologien einbinden [8]. In Abbildung 10 ist der Fahrplan des BMVI zur Entwicklung verschiedener Antriebstechnologien bis zum Jahr 2030 aufgeführt. Hier zeigt sich eine deutlich größere Diversität potenzieller Antriebstechnologien im Vergleich zum Pkw-Sektor. Da bisher nicht final ersichtlich ist, wie die Technologieentwicklung voranschreiten wird, sind zuverlässige Empfehlungen nicht fundiert durchführbar.

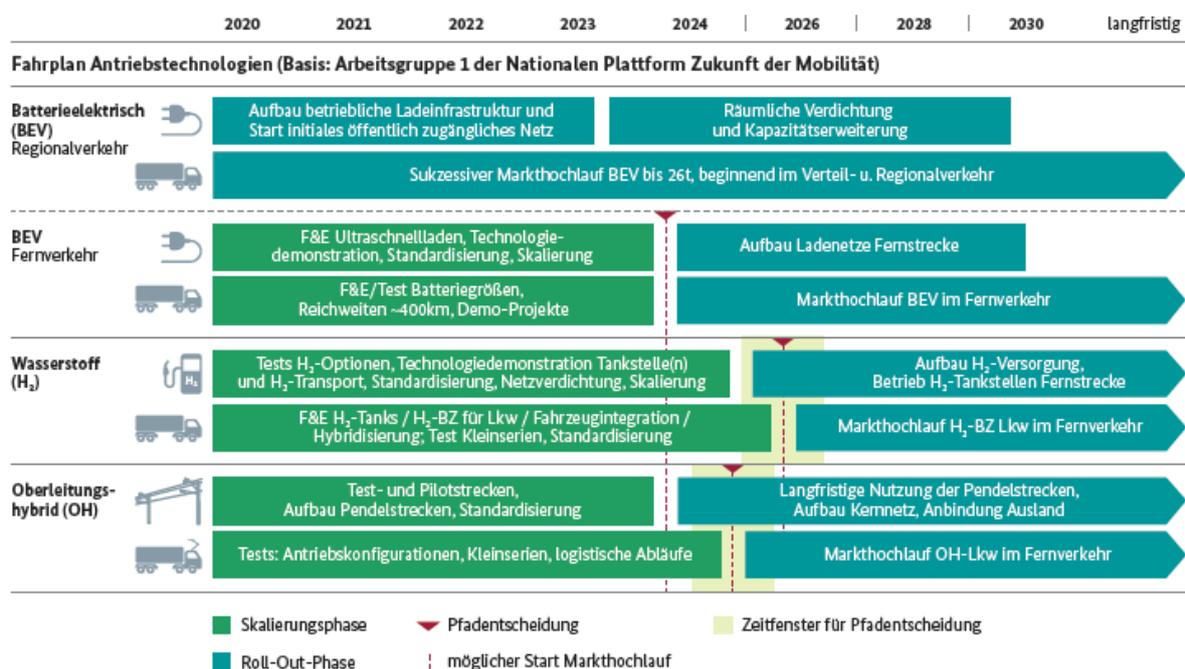


Abbildung 10: Prognostizierte Entwicklung Antriebstechnologien. Quelle [8]

Für die Nutzfahrzeuge des Suhler Fuhrparks **erfolgt keine detaillierte Analyse**, da die derzeitige Marktreife für eine vollumfängliche Substitution der Fahrzeuge nicht ausreicht. Im Fahrzeugsegment leichte Nutzfahrzeuge gibt es bereits **ein akzeptables Angebot**, bei der Umstellung kann hierbei ähnlich wie beim Pkw-Sektor vorgegangen werden. Es wird empfohlen die Marktentwicklung stets zu beobachten, um bei möglichen Entwicklungssprüngen zeitnah reagieren zu können.

Noch im zweiten Quartal 2021 wird ein Förderprogramm des BMVI für die Beschaffung von Nutzfahrzeugen veröffentlicht werden. Hierbei werden batterieelektrische Neufahrzeuge, Umrüstungen und Brennstoffzellenfahrzeuge **mit 80 % der Investitionsmehrausgaben im Vergleich zum konventionellen Fahrzeug** gefördert. [9]

Da sich nach aktueller Marktentwicklung nicht alle Nutzfahrzeuge vollumfänglich substituieren lassen, werden verschiedene Szenarien abgebildet. Im „**Minimalszenario (Min)**“ werde die Fahrzeuge ausgewählt, welche bereits heute potenziell durch am Markt verfügbare vollelektrische Alternativen ersetzt werden können. Im „**Mittelszenario (Mitt)**“ werden Fahrzeugtypen ausgewählt, welche mittelfristig elektrifizierbar erscheinen (Verfügbarkeit und Sinnhaftigkeit). Im „**Maximalszenario (Max)**“ werden alle Fahrzeuge elektrifiziert (eher unrealistisch), um die Auswirkungen auf den Lastgang in Kapitel 4.2.2 darstellen und vergleichbar machen zu können. Generell ist festzuhalten, dass die vorgeschlagenen Fahrzeuge lediglich als Orientierungshilfen dienen. Nutzungsspezifische Kriterien wie Zuglast, Traglast, Sonderaufbauten, Leistung, Reichweite etc. müssen individuell geprüft werden. Es findet keine detaillierte Preiskalkulation statt, da einerseits die jeweilige technische Eignung nicht zweifelsfrei festgestellt werden konnte und da andererseits die Hersteller häufig keine Verkaufspreise veröffentlichen. Um aber zumindest einen Grundindikator zu erhalten, wurden bei allen Herstellern, deren Fahrzeuge in Tabelle 10 aufgelistet sind, die Beschaffungspreise für die jeweiligen Basisversionen angefragt.

Tabelle 10: 1:1-Substitution Nutzfahrzeuge (drei Szenarien)

Fz.Nr	ID	Fzg.-typ	Sonderausstattung	Ersatzbeschaffung	Beschaffungspreis	Szenarien		
						Min	Mitt	Max
Fz 3	SHL-AV 24	MAN TGM 18.340 4x2 BL	FAUN Variopress 518	Futuricum / Collect 26 E	n. v.* ²⁷		X	X
Fz 4	SHL-SB 460	MB 2635 L ENA 6x2/4 Econic	FAUN Rotopress 516 L	Futuricum / Collect 26 E	n. v.*		X	X
Fz 5	SHL-RY 19	MAN TGA 26-440 6x2-2BL	Hakenlifter Meiller	Futuricum / Collect 26 E	n. v.*		X	X
Fz 7	SHL-LP 95	MAN 13.290 4x4 TGM	Hakenlifter Palfinger	FMX Hook 32E	n. v.*		X	X
Fz 8	SHL-JY 14	Multicar Fumo M30	Kipper/Pritsche	ATX 340E (zu klein)	n. v.*			X
Fz 11	SHL-RY 23	MAN TGA 26-400 6x2-2 BL	Saugaufsatz Leistikow m. Haspel	„derzeit noch nicht Verfügbar“	n. v.			X
Fz 12	SHL-CD 13	MAN-L 2000	Multilift	FMX Hook 32E	n. v.*		X	X
Fz 13	SHL-VY 72	VW T4	Transporter 1.9 TD (MeßFz)	E-Vito	53.538 €	X	X	X
Fz 15	SHL-SB 446	VW T5	Transporter Hochdach	E-Vito	53.538 €	X	X	X
Fz 18	SHL-SB 444	Mercedes Benz B-Klasse		Opel e-Corsa	30.650 €	X	X	X
Fz 19	SHL-SB 447	Multicar M31 C		ATX 340E	n. v.*		X	X
Fz 20	SHL-SB 448	MAN TGM	3-Seitenkipper Meiller	nichts in der Größe mit 3S-Kipper gefunden	n. v. ²⁸			X

²⁷ n. V.* auf die Preisanfrage wurde mitgeteilt, dass keine Preisauskunft erfolgen kann

²⁸ n. V. Fahrzeuge noch nicht verfügbar

		18.340 4x4 BB						
Fz 21	SHL-SB 449	MAN TGS 26.400	Absetzkipper Meiller	FMX Hook 32E	n. v.*		X	X
Fz 22	SHL-SB 450	MAN TGS 26.400	Powerpress FAUN	Futuricom / Collect 26 E	n. v.*		X	X
Fz 23	SHL-SB 451	MAN TGL 12.180	Multilift HIAB	FMX Hook 32E	n. v.*		X	X
Fz 24	SHL-SB 455	MAN TGL 12.180	Multilift HIAB	FMX Hook 32E	n. v.*		X	X
Fz 25	SHL-SB 453	MAN TGM 18.340 4x2 BL	Saugaufbau Leistikow KK3	„derzeit noch nicht Verfügbar“	n. v.			X
Fz 26	SHL-SB 456	MAN TGS 26.400 6x2-2 BL	Saugaufbau Leistikow KK12	„derzeit noch nicht Verfügbar“	n. v.			X
Fz 31	SHL-SB 461	VW T6	Pritsche 3- Seitenkipper	E-Ducato	54.800 €		X	X
Fz 32	SHL-SB 462	MAN TGL 8.180 4x2 BL	Ladebordwand Palfinger	Futuricom Logistics 18E (4x2)	n. v.*		X	X
Fz 35	SHL-SB 465	VW T6	Pritsche 3- Seitenkipper	E-Ducato	54.800 €		X	X
Fz 36	SHL-SB 466	Fendt All- rad-Trak- tor 209F Vario		Fendt e100 Traktor	n. v.		X	X
Fz 37	SHL-SB 467	Lindner Unitrac 102SE6	Wechselaufbau Fäkalie/Streuer	ATX Combi Alke	n. v.*		X	X
Fz 38	SHL-SB 468	Busch- holzzer- kleinerer	TS Industries WS 20-50DT	Lumag HC 15 E 400V	1.990 €		X	X
Fz 39	SHL-SB 40E	Street- Scootter		bereits elektrisch		X	X	X
Fz 40	SHL-SB 473	VW Crafter 55	Pritsche 3- Seitenkipper	E-Crafter, E-Ducato	54.800 e		X	X
Fz 41	SHL-JY 17	Multicar FUMO M30	Kipper/Pritsche	ATX 340E	n. v.*			X
Fz 43	Stapler	Yale GDP 30 VX Pro- ductivity		GSE1500/5 von SolidHub	19.999 €	X	X	X
Fz 44	Stapler	Yale GDP 30 VX Pro- ductivity		GSE1500/5 von SolidHub	19.999 €	X	X	X
Fz 46	Radlader	Atlas 80		Kramer 5055e	57.000 €		X	X
Fz 47	Minibagger	Komatsu PC30 MR- 3		Wacker Neuson EZ 17 e	n. v.		X	X
Fz 48	Mobilbagger	Mobil- bagger PW148-11		Mecalac e12	n. v.		X	X
Fz 50	SHL-EB 111	VW T-Roc		Opel e-Corsa	30.650 €	X	X	X
Fz 52	SHL-EB 115	Ford Focus		Opel e-Corsa	30.650 €	X	X	X
Fz 53	SHL-EB 129	Dacia Duster Comfort		Opel e-Corsa	30.650 €		X	X
Fz 54	SHL-EB 116	Holz- häcksler Dücker	HM200	Lumag HC 15 E 400V	1.990		X	X

Fz 55	SHL-EB 125	Mercedes Benz Citan		viele (z.B. Kangoo ZE, Partner Electric, e-Caddy, Berlingo electric	(ab) 20.990 €		X	X
Fz 56	Stapler	Linde		GSE 2500/5 von SolidHub	23.999 @	X	X	X
Fz 60		Küpper Weisser S3	Kleinkehrmaschine	Johnstons CityCat 2020ev	Keine Antwort	X	X	X
Fz 61	SHL SB 469	Lkw Kehrmaschine		Johnstons VE652 o. Futuricum FM Sweeper 18E	Keine Antwort		X	X
Fz 62	SHL SB 477	Mercedes Econic 2536	FAUN Variopress V19 B522	Futuricum / Collect 26 E	n. v.*		X	X
Fz 63	SHL SB 485	MAN TGM 18.320	FAUN Variopress V19 B312	Futuricum / Collect 26 E	n. v.*		X	X
Fz 64	SHL SB 484	MAN TGS 26.510	Abrollkipper Meiller RS21.70	FMX Hook 32E	n. v.*		X	X
Fz 65	SHL SB 480	MAN TGM 18.320	Absetzkipper Meiller AK12MT	FMX Hook 32E	n. v.*		X	X
Fz 66	SHL SB 483	Multicar M31C	Absetzkipper SIMED	ATX 340E mit Sonderausstattung (zu klein)	n. v.*			X
Fz 67	SHL SB 476	Ford Transit Courier	Kastenwagen, 2 Sitzer	E-Ducato, E-Crafter	54.800 €	X	X	X
Fz 68	GD16VX	Yale 16 Stapler		GSE1500/5 von SolidHub	19.999 €		X	X
Fz 69	Radlader	Komatsu WA80		Kramer 5055e	57.000 €		X	X
Fz 72	SHL SB 454	Multicar M26	Wasserwagen	ATX 340E mit Sonderausstattung	n. v.*		X	X
Fz 76	SHL SB 482	VW Crafter 50	Allrad, Pritsche, Straßenaufsicht	E-Ducato, E-Crafter	54.800 €		X	X
Fz 77	SHL SB 42E	VW eUp!	Elektro-Pkw	bereits elektrisch		X	X	X
Fz 78	SHL SB 43E	VW eUp!	Elektro-Pkw	bereits elektrisch		X	X	X
Fz 80	SHL SB 474	Unimog U427	Geräteträger, Allrad	Mercedes EQ Unimog	in Entwicklung /Hybrid			X
Fz 88	SHL SB 486	Lindner Unitrac 112	FAUN City 2000	Futuricum / Collect 26 E	n. v.*		X	X
Fz 89		Multicar M31C	Langer Radstand	ATX 340e (wesentlich kleiner)	n. v.*			X
Fz 90		Multicar M31C	Langer Radstand	ATX 340e (wesentlich kleiner)	n. v.*			X
Fz 92		Multicar M31C	Kurzer Radstand	ATX 340e (wesentlich kleiner)	n. v.*			X
Fz 93		Hubsteiger		„derzeit noch nicht Verfügbar“	n. v.			X
Fz 94		Werkstattbus	Allrad, Kastenwagen, hohe Anhängelast	E-Ducato, E-Crafter	54.800 €	X	X	X
Fz 95		VW T6.1	Allrad, Kastenwagen, Hochdach	E-Ducato, E-Crafter	54.800 €	X	X	X

Quelle [eigene Darstellung]

3.4 Fuhrparkdiversifizierung/-verkleinerung (Pkw)

Da Elektrofahrzeuge **Mehrkosten in der Beschaffung** evozieren, welche im Rahmen der häufig geringen Jahreslaufleistungen in kommunalen Fuhrparks zumeist nicht durch **Kostensparnisse in der Fahrzeugnutzung** aufgefangen werden können, führt eine reine 1:1-Substitution tendenziell zu einem Anstieg der Fuhrparkgesamtkosten. Neben der Nutzung von Förderung bietet sich auch eine Untersuchung des Fuhrparks mit dem Ziel der Kosteneinsparung an, bspw. indem kleinere Fahrzeuge eingesetzt werden oder sehr gering ausgelastete Fahrzeuge ganz aus dem Fuhrpark entfernt werden. Die hierdurch theoretisch entfallenden Fahrten verteilen sich dann in der täglichen Nutzung: In erster Linie auf die anderen Fahrzeuge (was hier die Laufleistungen erhöht) und ggf. auch auf externe Anbieter (ÖPNV, Taxi, Carsharing sofern verfügbar). Die Fuhrparkdiversifizierung/-verkleinerung wird sowohl für **die Fuhrparkeinheit sowie die Poolingeinheit** durchgeführt, die Ergebnisse dienen lediglich als Empfehlung. Im Anhang A. Fuhrpark ist eine detaillierte Vorgehensweise aufgeführt.

In Abbildung 11 ist beispielhaft die Auslastungsintensität eines Fuhrparks abgebildet, welche als Hauptindikator für die Fuhrparkverkleinerung verwendet wird.

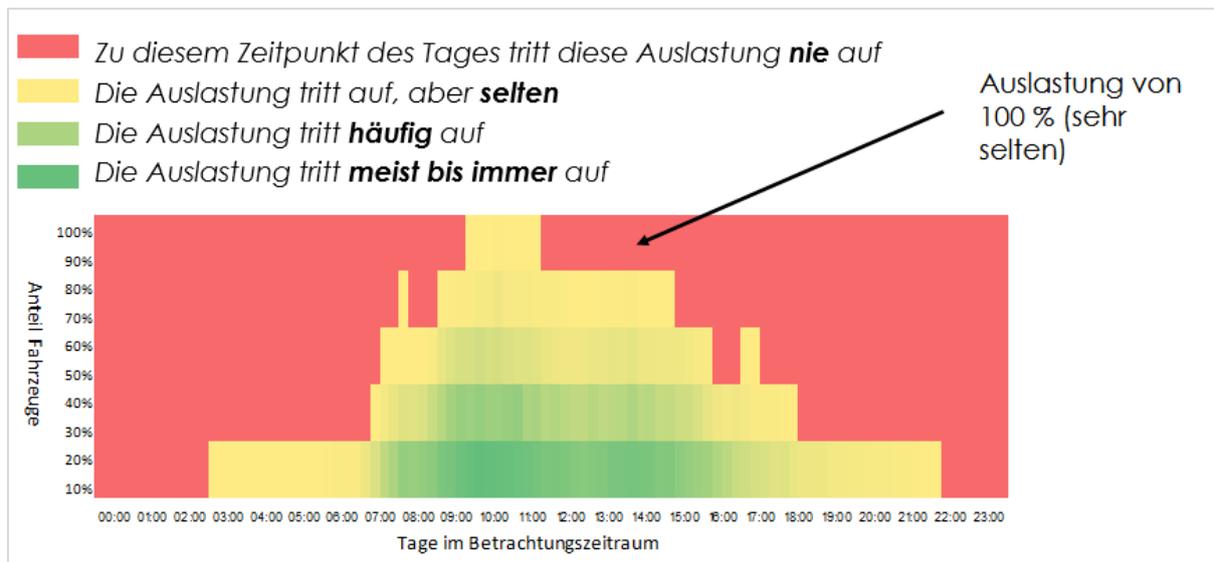


Abbildung 11: Beispiel Auslastungsintensität Fuhrpark.
Quelle [eigene Darstellung]

Fuhrparkeinheit

Abbildung 12 gibt einen Überblick der **fahrzeugspezifischen Nutzungsintensität (mittlere Tageslaufleistung und zeitliche Auslastung je Nutzungstag)** für die 17 Fahrzeuge. Die Ergebnisse zeigen eine gewisse Streuung der Tageslaufleistungen (ca. 17 - 119 km), die mittlere Tageslaufleistung je Nutzungstag beträgt 49 km. Die zeitliche Auslastung zeigt, dass einige Fahrzeuge mit einer mittleren Auslastung von 2-3 h je Nutzungstag noch deutliches Auslastungspotenzial besitzen. Die Anzahl an Fahrten pro Jahr liegen lediglich bei Fz1 und Fz7 in relativ hohen Bereichen (ab 200 Fahrten pro Jahr). Insbesondere bei den Fz13 und Fz17 ist bei der Anzahl an jährlichen Fahrten noch deutliches Steigerungspotenzial.

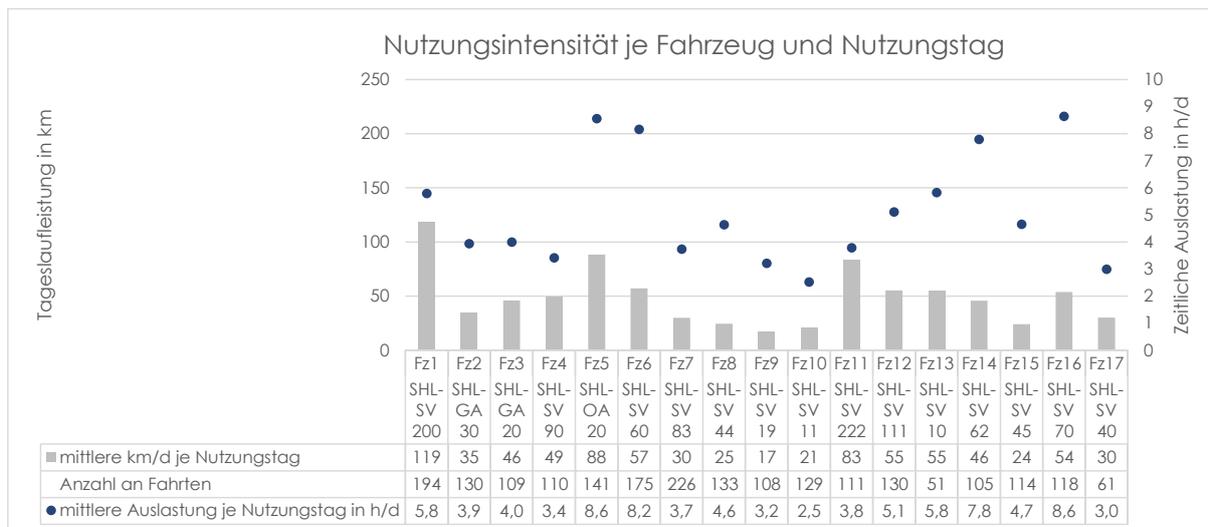


Abbildung 12: Fahrzeugspezifische Nutzungsintensität der Fuhrparkeinheit.
Quelle [eigene Darstellung]

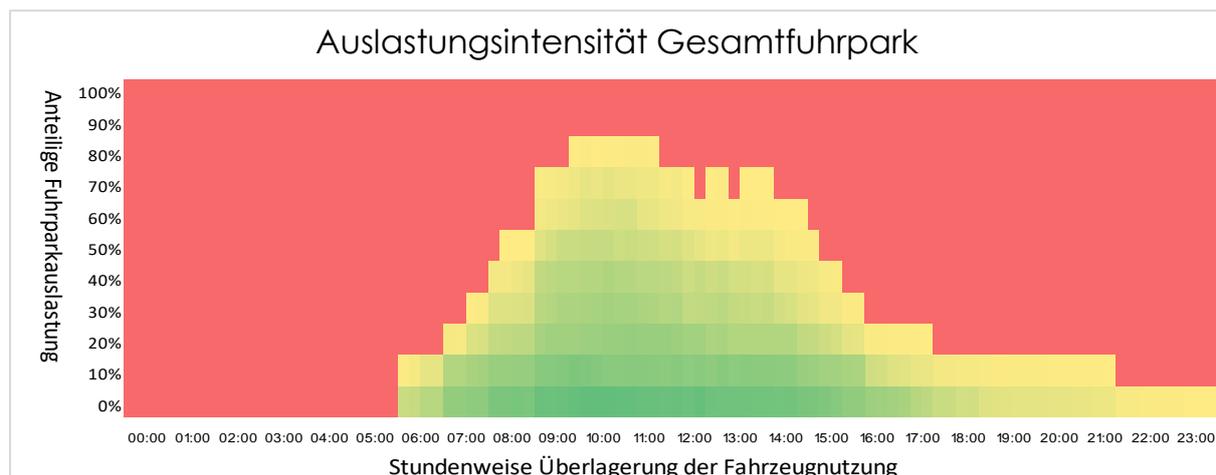


Abbildung 13: Auslastungsintensität der Fuhrparkeinheit.
Quelle [eigene Darstellung]

Abbildung 13 zeigt die **Auslastungsintensität der 17 Fahrzeuge** im Fuhrpark. Hierbei zeigt sich, dass eine vollständige Auslastung der 17 Fahrzeuge zu keinem Zeitpunkt im

Jahr eintritt. Aus der Analyse geht hervor, dass die höchste Anzahl an gleichzeitig genutzten Fahrzeugen bei 14 liegt. Das Farbspektrum (vgl. Abbildung 11) zeigt, dass eine Auslastung von mehr als 60% der Fahrzeuge sehr selten auftritt.

Basierend auf den verschiedenen Parametern wie Nutzungsintensität, Auslastungsintensität, Anzahl an Fahrten und Laufleistungen wird ein progressives Szenario mit einer **Fuhrparkverkleinerung von bis zu drei Fahrzeugen vorgeschlagen**. In Tabelle 11 sind die Fahrzeuge aufgeführt, welche für die Fuhrparkverkleinerung empfohlen werden, da sie zu den stark genutzten Zeitpunkten am seltensten in Nutzung waren.

Tabelle 11: Verkleinerung der Fuhrparkeinheit.

Fahrzeug-Nr.	Amt	Kennzeichen	Marke, Model	JLL in km/Jahr	Ersatzbeschaffung im Jahr	Ersatzbeschaffung
Fahrzeug 1	OB	SHL-SV 200	BMW	29.067	2021	Mercedes EQC 400 / Volkswagen ID 3
Fahrzeug 2	Gesundheitsamt	SHL-GA 30	Opel Corsa	4.489	2020	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 3	Gesundheitsamt	SHL-GA 20	Opel Corsa	5.022	2020	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 4	Umweltamt	SHL-SV 90	Dacia Duster	5.412	2021	Kia Soul EV / Opel Corsa e
Fahrzeug 5	VÜD	SHL-OA 20	Suzuki Ignis	12.404	2022	Fahrzeug entfernt
Fahrzeug 6	Parkraumbewirtschaftung	SHL-SV 60	Opel Combo	10.025	2021	Peugeot e Expert / Mercedes E-Vito
Fahrzeug 7	Fuhrpark	SHL-SV 83	Opel Astra	6.783	2021	Kia Soul EV / Opel Corsa e
Fahrzeug 8	Hausmeister	SHL-SV 44	VW Caddy	3.260	2021	Peugeot e Expert / Mercedes E-Vito
Fahrzeug 9	Bau- und Stadtentwicklungsamt	SHL-SV 19	Opel Corsa	1.788	2020	Fahrzeug entfernt
Fahrzeug 10	Vermessung	SHL-SV 11	Opel Combo	2.703	2024	Fahrzeug entfernt
Fahrzeug 11	Jugendamt	SHL-SV 222	Opel Astra	9.221	2021	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 12	Bäume	SHL-SV 111	VW Tiguan	7.188	2021	Kia Soul EV / Opel Corsa e
Fahrzeug 13	Förster	SHL-SV 10	Mitsubishi L200 (Pickup) ²⁹	2.783	2024	Kia Soul EV / „Pickup“
Fahrzeug 14	Umweltamt/Müll	SHL-SV 62	VW (Pritschenfahrzeug) ³⁰	4.804	2023	Peugeot e Expert / „Pritschenfahrzeug“
Fahrzeug 15	Hausmeister	SHL-SV 45	Ford	2.742	n. v.	Peugeot e Expert / Mercedes E-Vito
Fahrzeug 16	Bürgerarbeit	SHL-SV 70	Ford	6.331	n. v.	Peugeot e Expert / Mercedes E-Vito
Fahrzeug 17	Fuhrpark	SHL-SV 40	Opel Vivaro	1.831	n. v.	Mercedes EQV 300 / Renault ZE

Quelle [eigene Darstellung]

²⁹ Derzeit keine marktreifen Pickup Förderfähig.

³⁰ Derzeit keine marktreifen Pritschenfahrzeuge Förderfähig (lediglich Umrüstung).

Poolingeinheit

Abbildung 14 gibt einen Überblick der fahrzeugspezifischen Nutzungsintensität (mittlere Tageslaufleistung und zeitliche Auslastung je Nutzungstag) für die 5 Pooling-Fahrzeuge. Die Ergebnisse zeigen eine gewisse Streuung der Tageslaufleistungen (ca. 48 - 118 km), die mittlere Tageslaufleistung je Nutzungstag beträgt 87 km. Die zeitliche Auslastung je Nutzungstag liegt zwar im Schnitt bei immerhin 4-5h, dennoch besteht Ausbaupotenzial. Vor allem werden die Fahrzeuge mit im Mittel ca. 2-3 Fahrten je Kalenderwoche häufig nicht genutzt.

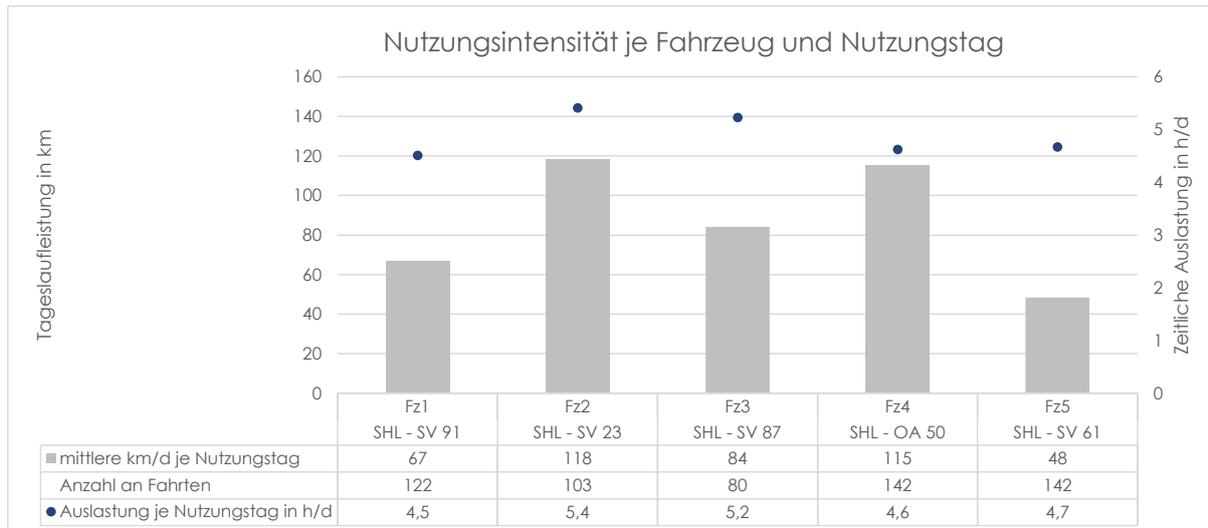


Abbildung 14: Fahrzeugspezifische Nutzungsintensität der Poolingeinheit.

Quelle [eigene Darstellung]

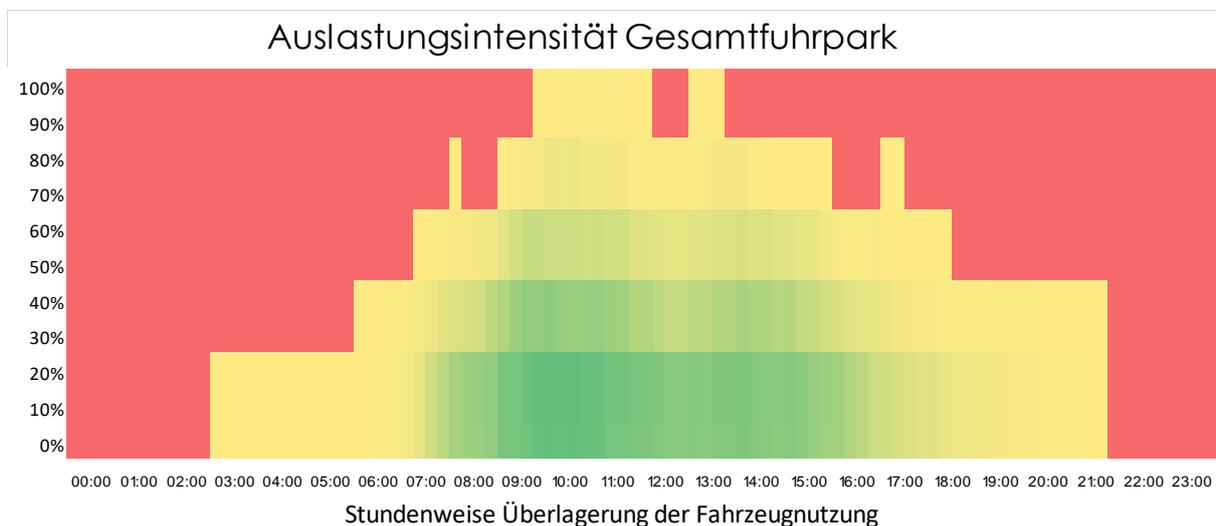


Abbildung 15: Auslastungsintensität der Poolingeinheit.

Quelle [eigene Darstellung]

Basierend auf den Ergebnissen der Analyse wird eine **Fuhrparkverkleinerung um ein Fahrzeug** empfohlen. Da die Fahrzeuge bei einer Poolingeinheit keine spezifische Zu-

ordnung haben, kann **ein beliebiges Fahrzeug entfernt werden**. Wie in Tabelle 12 abgebildet, wird für die weitere Analyse das Fz5 aus der Poolingeinheit entnommen, da sie zu den stark genutzten Zeitpunkten am seltensten in Nutzung war.

Tabelle 12: Verkleinerung der Poolingeinheit.

Fahrzeug-Nr. (Reihenfolge stimmt nicht mit Datenabfrage überein)	Amt	Kennzeichen / anonymisiert	Marke, Model	JLL in km/Jahr	Ersatzbe- schaffung im Jahr	Ersatzbeschaf- fung
Fahrzeug 1	Fuhrpark	SHL-SV 91	Opel Corsa	8.166	2021	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 2	Fuhrpark	SHL-SV 23	Opel Astra	12.175	2021	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 3	Fuhrpark	SHL-SV 87	Opel Astra	9.753	2021	Opel Corsa e / Renault Zoe
Fahrzeug 4	Fuhrpark	SHL-OA 50	Opel Corsa ³¹	16.300	2021	Opel Corsa e / „alt. ICE“
Fahrzeug 5	Fuhrpark	SHL-SV 61	Suzuki Ignis	6.856	2021	Fahrzeug entfernt

Quelle [eigene Darstellung]

3.5 Einbettung und Finalisierung (Pkw)

Die folgenden Betrachtungen basieren auf der **1:1-Substitution und Fuhrparkverkleinerung**. Die Auswertungen wurden jeweils für die Fuhrparkeinheit und Poolingeinheit isoliert durchgeführt.

3.5.1 Beschaffungsplan

Mit der Datenabfrage wurden auch die Zeitpunkte der geplanten Neubeschaffung von Fahrzeugen abgefragt. Bei einigen Fahrzeugen war lediglich die Information der Erstbeschaffung verfügbar - auf diesen Wert wurde der Betrachtungszeitraum von 12 Jahren für die Ermittlung eines Neubeschaffungszeitpunktes aufgeschlagen. Bei Fahrzeugen, zu denen weder Informationen zur Neubeschaffung noch zur Erstbeschaffung vorlagen, wurde in der Analyse das Jahr 2025 als Zeitpunkt der Neubeschaffung angesetzt. Abbildung 16 und Abbildung 17 visualisieren den **sukzessiven Hochlauf der Elektromobilität** im untersuchten Teil des Suhler Fuhrparks.

³¹ Aufgrund der hohen Laufleistung ggf. weiterhin als ICE-Fahrzeug.

Fuhrparkeinheit

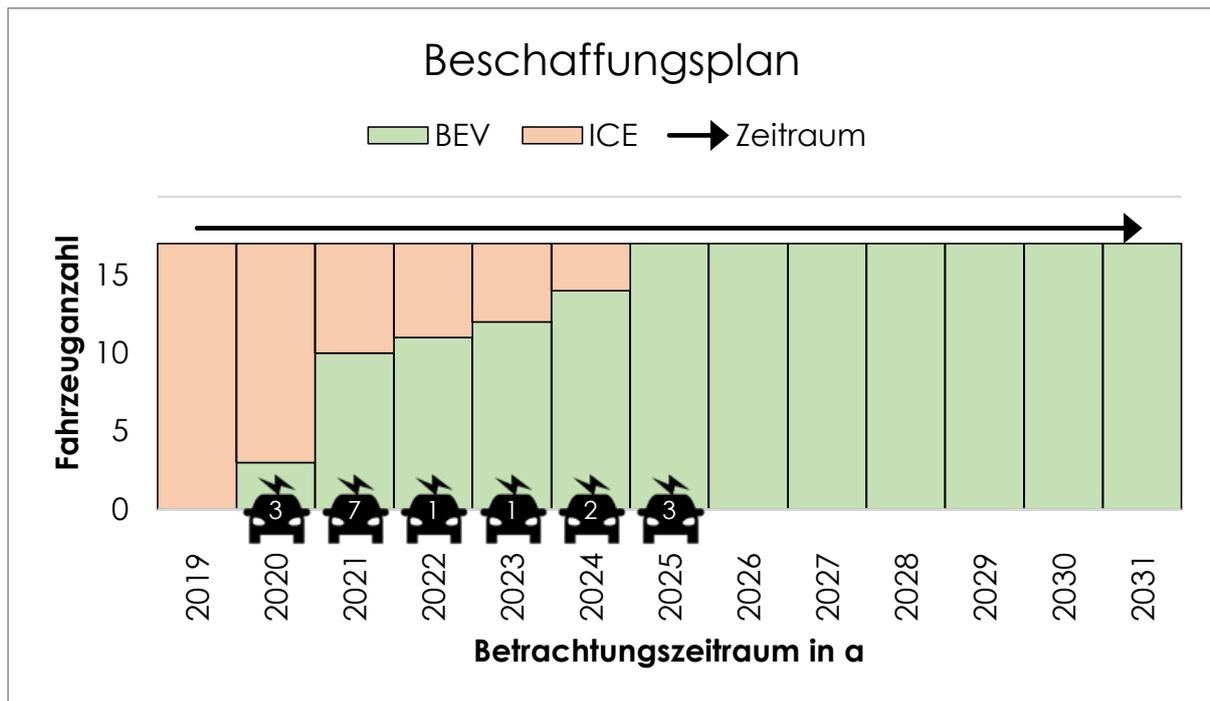


Abbildung 16: Beschaffungsplan der Fuhrparkeinheit.
Quelle [eigene Darstellung]

Poolingeinheit

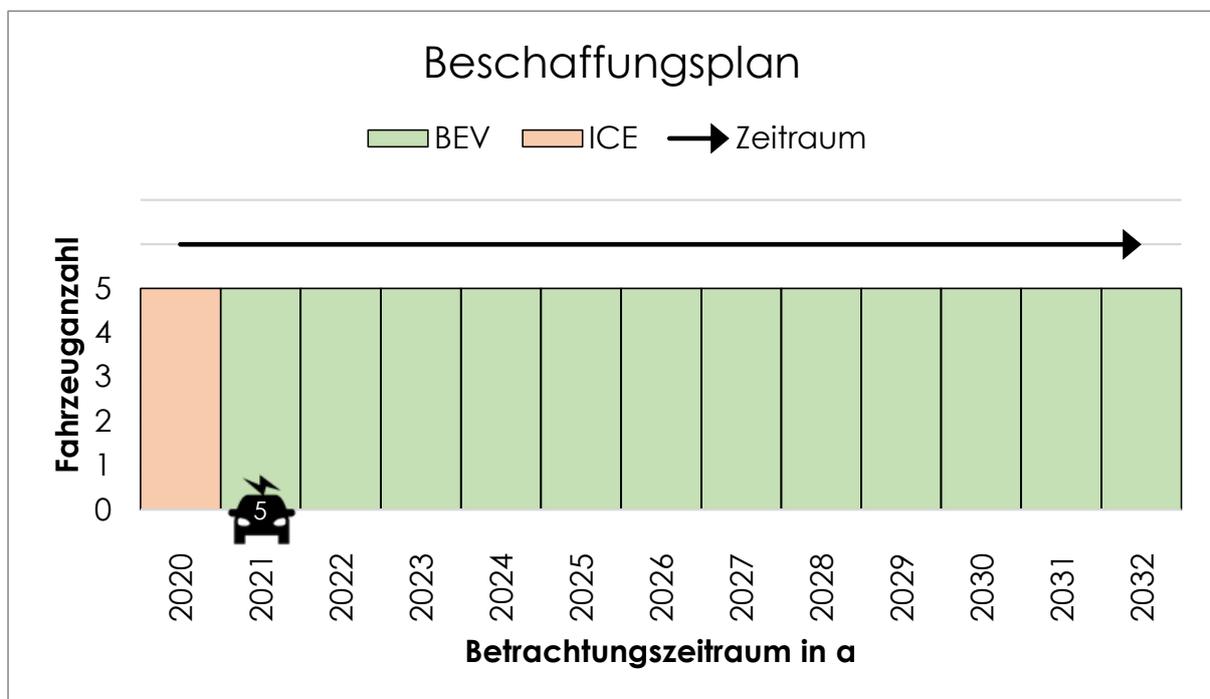


Abbildung 17: Beschaffungsplan der Poolingeinheit.
Quelle [eigene Darstellung]

3.5.2 Kostenanalyse: 1:1-Substitution

Die Kosten werden über den Betrachtungszeitraum von 12 Jahren berechnet. Mit dieser Vorgehensweise können die Restwerte vernachlässigt werden, was den **Vergleich zwischen ICE und BEV** verbessert (derzeit existiert kein Gebrauchtwagenmarkt für BEV) und den **Vergleich von Kauf und Leasing** ermöglicht. Für die Kaufoption werden die Kosten sowohl ohne Berücksichtigung von Förderungen dargestellt als auch bei Nutzung der für Kommunen zugänglichen Förderung „Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur“³². Für den Beschaffungsweg Leasing steht derzeit keine Förderung bereit, auf die Kommunen zugreifen könnten.

Die Gesamtkosten basieren auf folgenden **Kostenpositionen**:

- investitionsgebundene Kosten (Kauf/Leasing),
- verbrauchsgebundene Kosten (anhand von Verbrauchsdaten und JLL),
- betriebsgebundene Kosten (Wartung etc.),
- Steuern sowie
- Kosten für Ladeinfrastruktur (nur für BEV; ein Ladepunkt je Fahrzeug).
- Kosten für Carsharing

Diese Kosten werden für jedes Fahrzeug ermittelt und visualisiert. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es gerade im Bereich Leasing aufgrund unterschiedlicher Vertriebsstrategien im Umgang mit der Elektromobilität zu starken Abweichungen in den Ergebnissen kommen kann. Die Gründe hierfür können vielfältig sein, bspw. indem Leasinggeber die Unsicherheit bzgl. des Wertverlustes von Elektrofahrzeugen (aus Mangel an Erfahrungswerten) in ihre BEV-Angebote einpreisen. Sämtliche Daten der Analyse basieren auf dem Status quo und berücksichtigen keine dynamischen Entwicklungen.

Kauf - Fuhrparkeinheit

Abbildung 18 zeigt eine **deutliche Kostensteigerung** durch die Elektrifizierung. Beim Kauf ergeben sich bei vollständiger Elektrifizierung des Fuhrparks jährliche Mehrkosten von 30 % im Vergleich zum Fuhrpark heute. Hierbei ist festzuhalten, dass keinerlei dynamische Entwicklungen berücksichtigt werden. Aufgrund bereits einsetzender Skaleneffekte ist gerade im Bereich der Elektromobilität von einer weiterhin stattfindenden Kostensenkung über die kommenden Jahre hinweg auszugehen.

In Abbildung 19 wird der heute verfügbare Aspekt der Beschaffungsförderung aufgegriffen. Durch die Nutzung heute bestehender Fördermöglichkeiten ergibt sich ein anderes Bild. Im Zuge der vollständigen Elektrifizierung kann eine jährliche Kostensenkung von 5 % im Vergleich zum Bestandsfuhrpark erzielt werden. Die Ergebnisse können in der Realität von den Modellergebnissen abweichen – sie bieten aber dennoch eine gute Orientierung. Ein weiteres Kostensenkungspotenzial besteht in der **Verwendung selbst erzeugten Stroms** (bspw. aus BHKW- oder PV-Anlagen) oder darin, bei den nicht analysierten ICE eine entsprechende Datenbasis zu schaffen, um die Elektrifizierung auch dort vorantreiben zu können (bspw. durch die Verwendung entsprechender Fuhrparksoftwares, s. Kapitel 3.6.).

³² <https://www.ptj.de/projektfoerderung/elektromobilitaet-bmvi/invest>

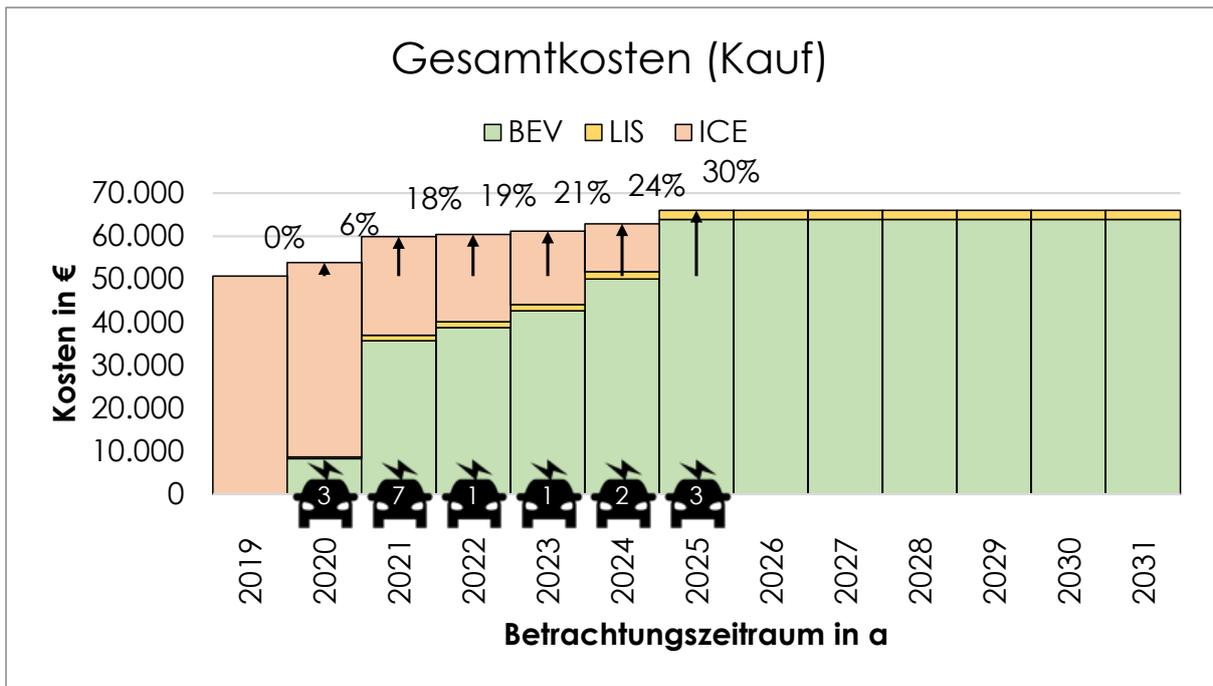


Abbildung 18: Kostenverlauf Elektrifizierung der Fuhrparkeinheit (Kauf).
Quelle [eigene Darstellung]

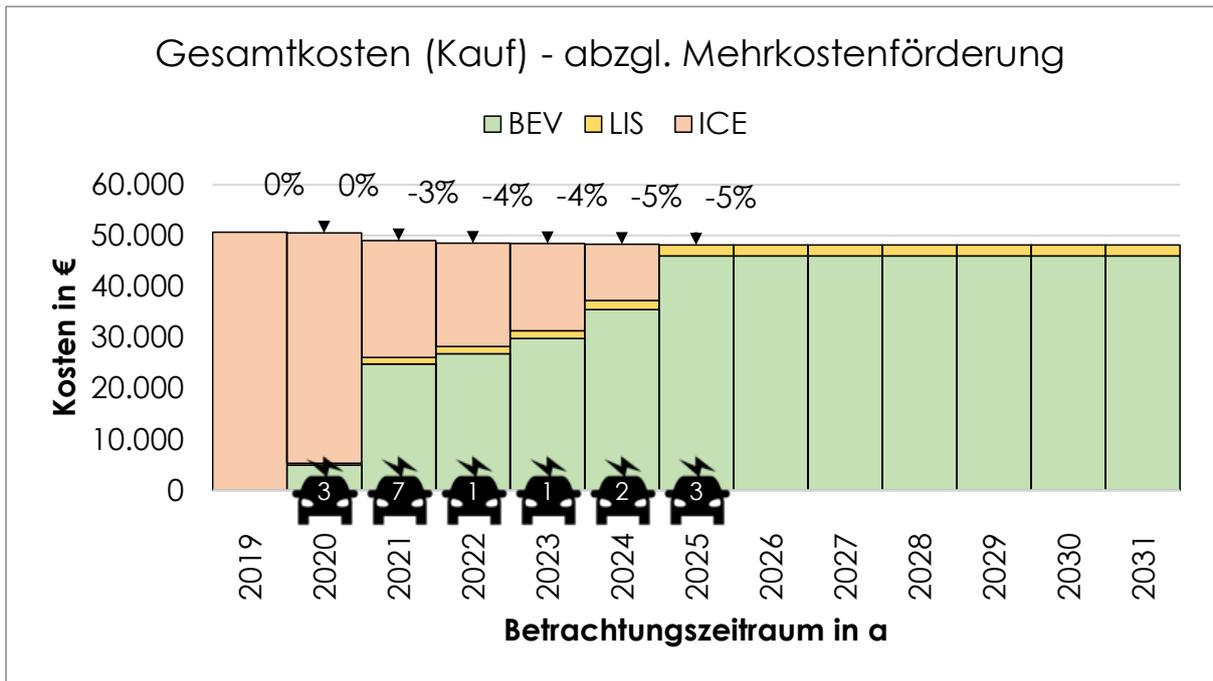


Abbildung 19: Kostenverlauf Elektrifizierung der Fuhrparkeinheit (Kauf inkl. Förderung)
Quelle [eigene Darstellung]

Leasing - Fuhrparkeinheit

Abbildung 20 zeigt auch für Leasing eine **deutliche Kostensteigerung** durch die Elektrifizierung. Beim Leasing resultieren bei vollständiger Elektrifizierung des Fuhrparks jährliche Mehrkosten von 19 % aus der Analyse. Da heute keine Mehrkostenförderung für die Elektrifizierung auf dem Leasingweg verfügbar ist, erfolgt hierzu keine Berechnung.

Die Mehrkosten von Elektrofahrzeugen beim Leasing fallen gemeinhin höher aus als beim Kauf. Die Angebote der Leasinggeber sind in diesem Kontext intransparent, da hier keine vergleichbaren Festpreise vorliegen, sodass entsprechende Sensitivitäten im Ergebnis enthalten sein dürften.

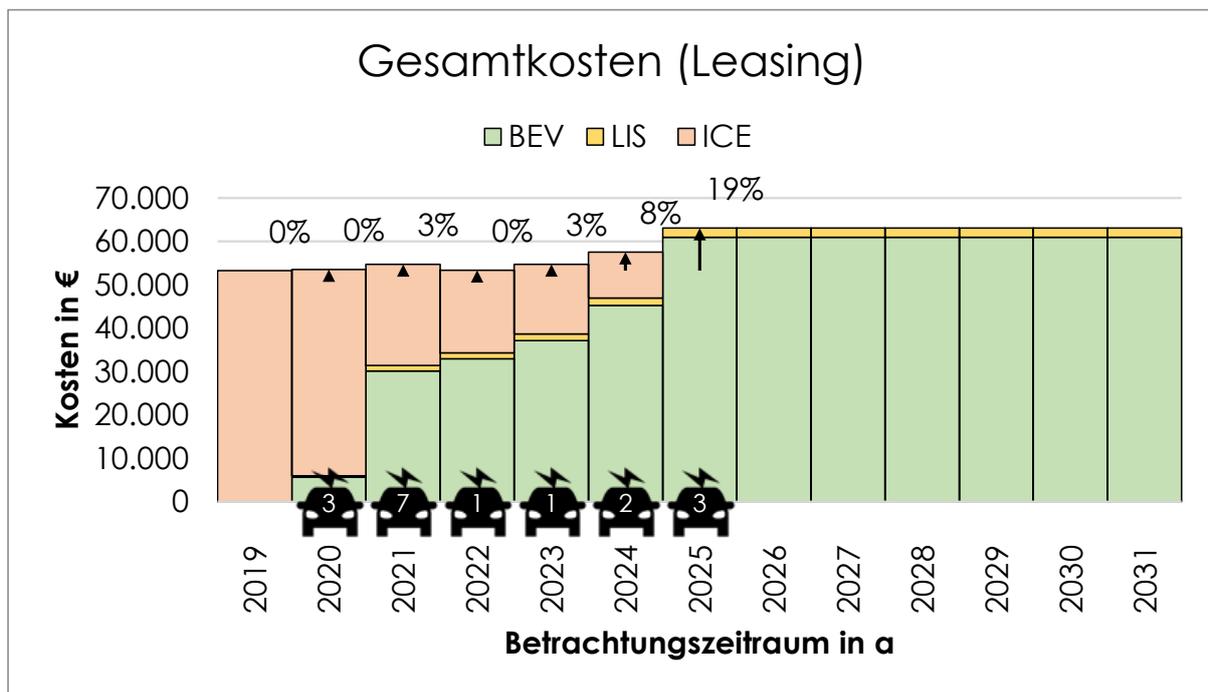


Abbildung 20: Kostenverlauf Elektrifizierung der Fuhrparkeinheit (Leasing)
Quelle [eigene Darstellung]

Kauf - Poolingeinheit

Abbildung 21 zeigt eine **deutliche Kostensteigerung** durch die Elektrifizierung. Beim Kauf ergeben sich bei vollständiger Elektrifizierung des Fuhrparks jährliche Mehrkosten von 40 % im Vergleich zum Fuhrpark heute. Abbildung 22 zeigt, dass durch Nutzung heute bestehender Fördermöglichkeiten allerdings eine jährliche Kostensenkung von 7 % im Vergleich zum Bestandsfuhrpark erzielt werden kann.

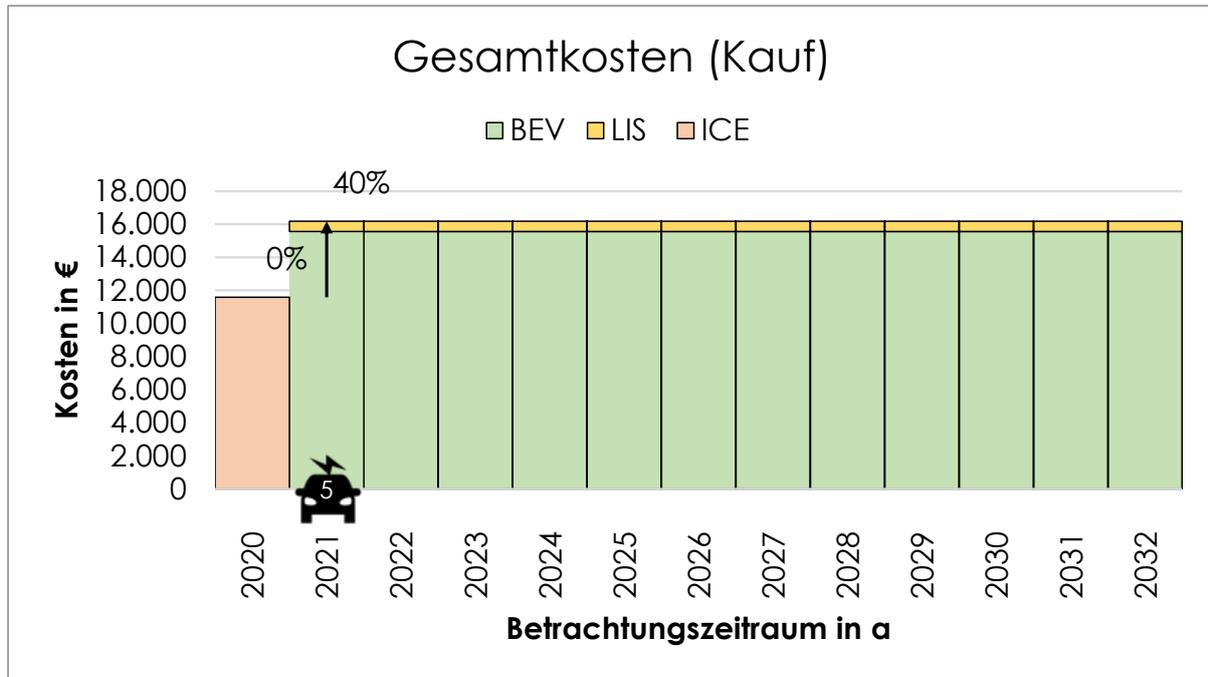


Abbildung 21: Kostenverlauf Elektrifizierung der Poolingeinheit (Kauf)
Quelle [eigene Darstellung]

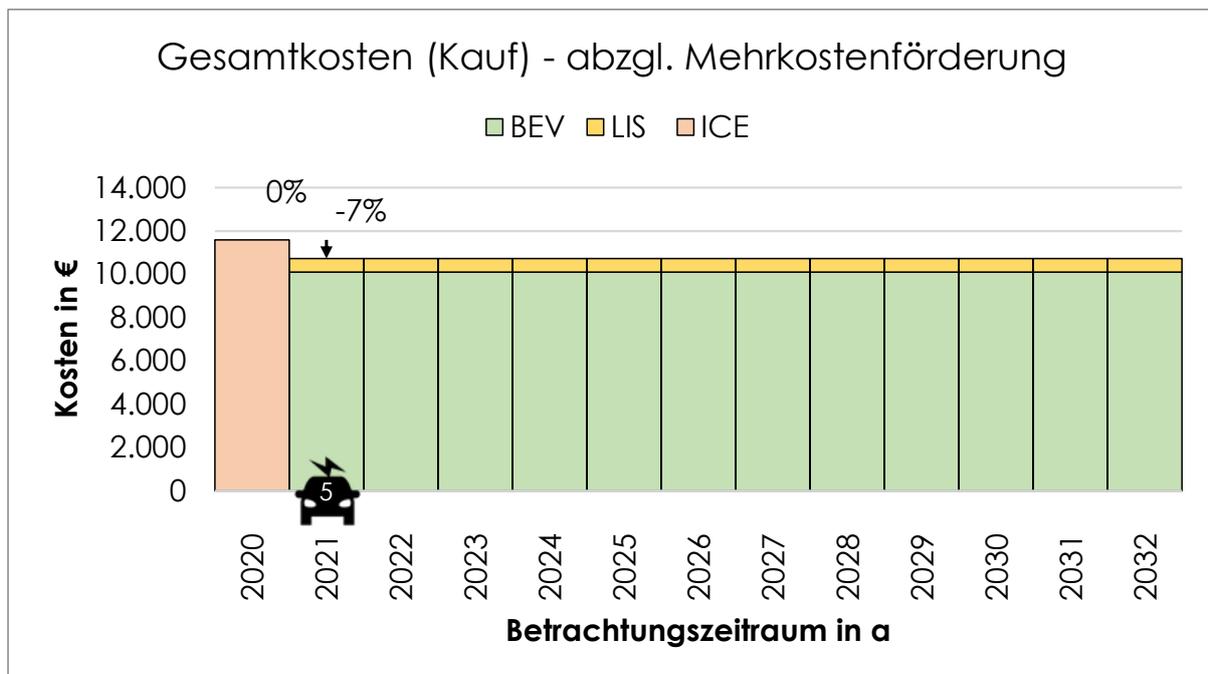


Abbildung 22: Kostenverlauf Elektrifizierung der Poolingeinheit (Kauf inkl. Förderung)
Quelle [eigene Darstellung]

Leasing - Poolingeinheit

Abbildung 23 zeigt auch für Leasing eine **deutliche Kostensteigerung** durch die Elektrifizierung. Beim Leasing resultieren bei vollständiger Elektrifizierung des Fuhrparks jährliche Mehrkosten von 28 %. Da heute keine Mehrkostenförderung für die Elektrifizierung auf dem Leasingweg verfügbar ist, erfolgt hierzu keine Berechnung.

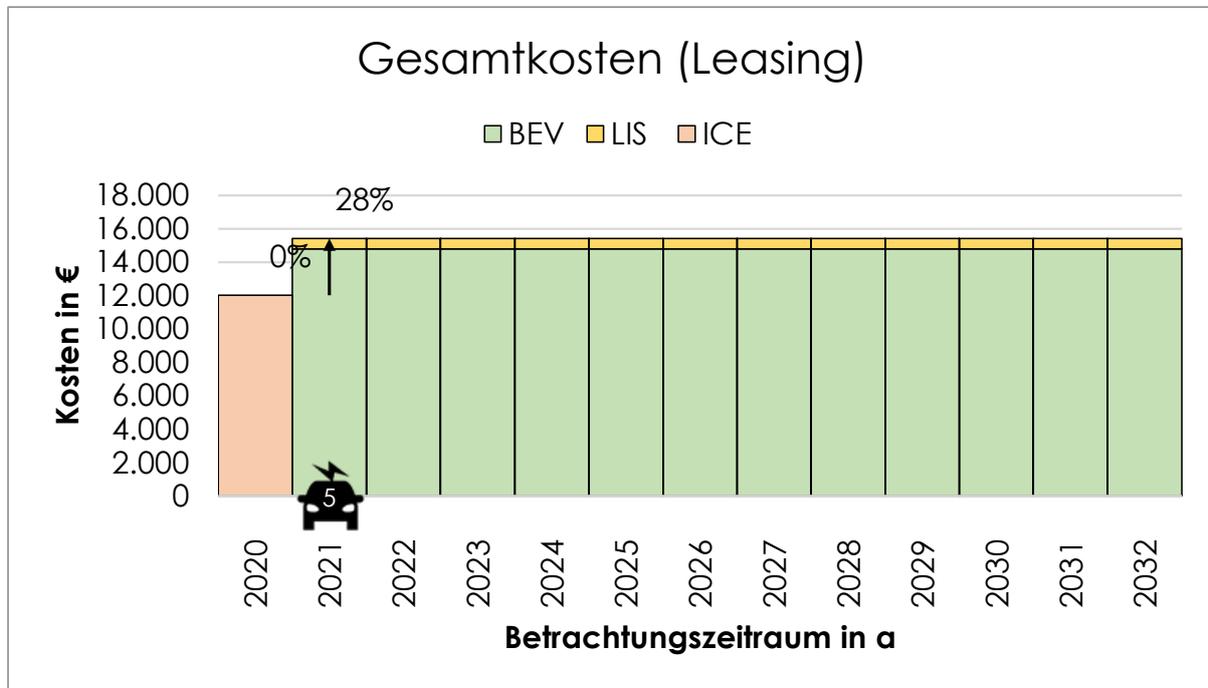


Abbildung 23: Kostenverlauf Elektrifizierung der Poolingeinheit (Leasing)
Quelle [eigene Darstellung]

3.5.3 Kostenanalyse: Fuhrparkverkleinerung

Bei der **Fuhrparkverkleinerung und -diversifizierung** werden Fahrzeuge aus dem Fuhrpark entfernt und damit einhergehende Effizienzsteigerungen und Kosteneinsparungen ermittelt. Die Laufleistungen der entfernten Fahrzeuge werden durch Carsharing³³ aufgefangen (im realen Fall auch durch verbleibende Fahrzeuge). In der nachfolgenden Untersuchung werden verschiedene Szenarien dargestellt.

³³ Alternative Betrachtung möglich: Taxi, ÖV

Fuhrparkeinheit

Im **Szenario A** wird die Fuhrparkeinheit **um ein Fahrzeug verkleinert**, wodurch sich bereits eine Kostensenkung gegenüber der 1:1-Substitution einstellt. In Abbildung 24 und Abbildung 25 zeigt sich, dass im Vergleich zur 1:1-Substitution (Kapitel 3.5.2) jährliche Kostensenkungen von 5 % ohne und 3 % mit Förderung erzielt werden kann.

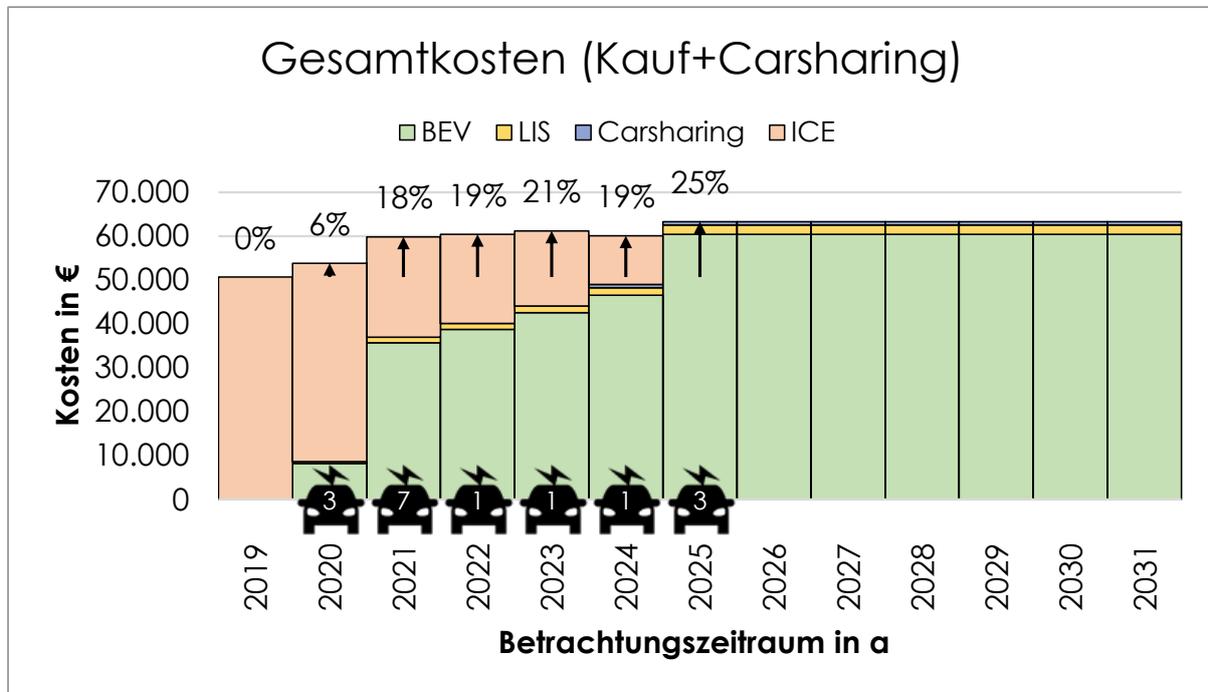


Abbildung 24: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario A, Kauf)
Quelle [eigene Darstellung]

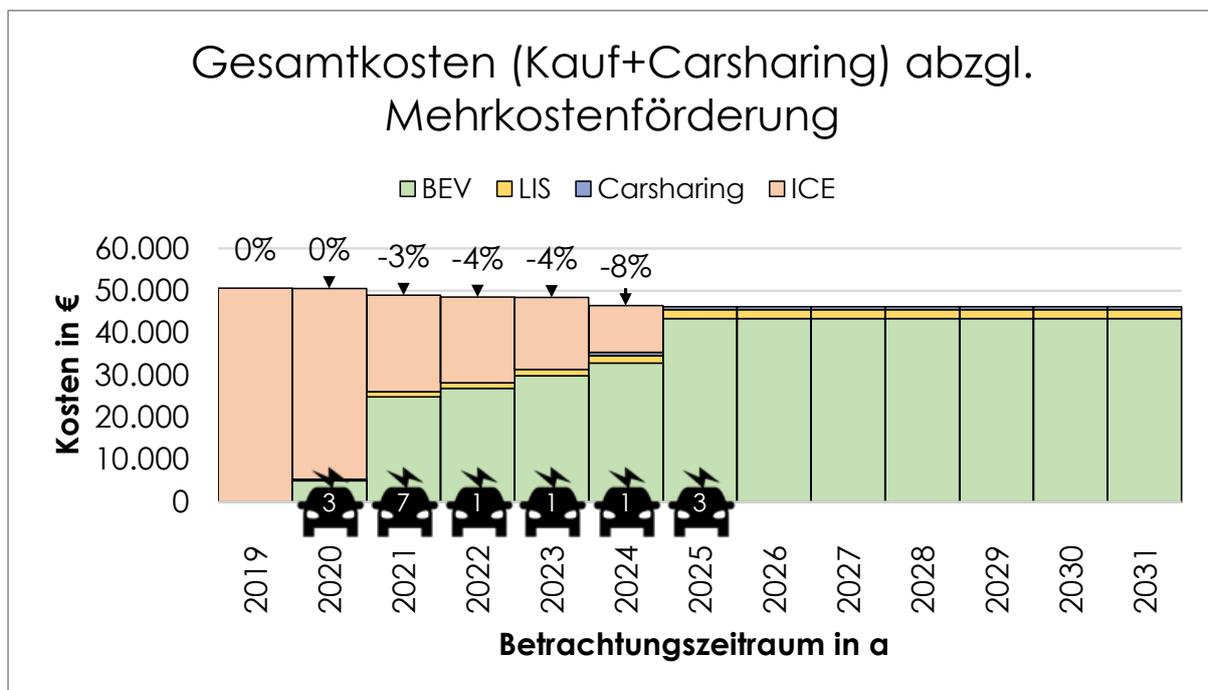


Abbildung 25: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario A, Kauf inkl. Förderung)
Quelle [eigene Darstellung]

Im **Szenario B** wird die Fuhrparkeinheit **um zwei Fahrzeuge verkleinert**, wodurch sich eine weitere jährliche Kostensenkung gegenüber Szenario A einstellt. In Abbildung 26 und Abbildung 27 zeigt sich, dass im Vergleich zur 1:1-Substitution (Kapitel 3.5.2) jährliche Kostensenkungen von 8 % ohne und 4 % mit Förderung erzielt werden kann.

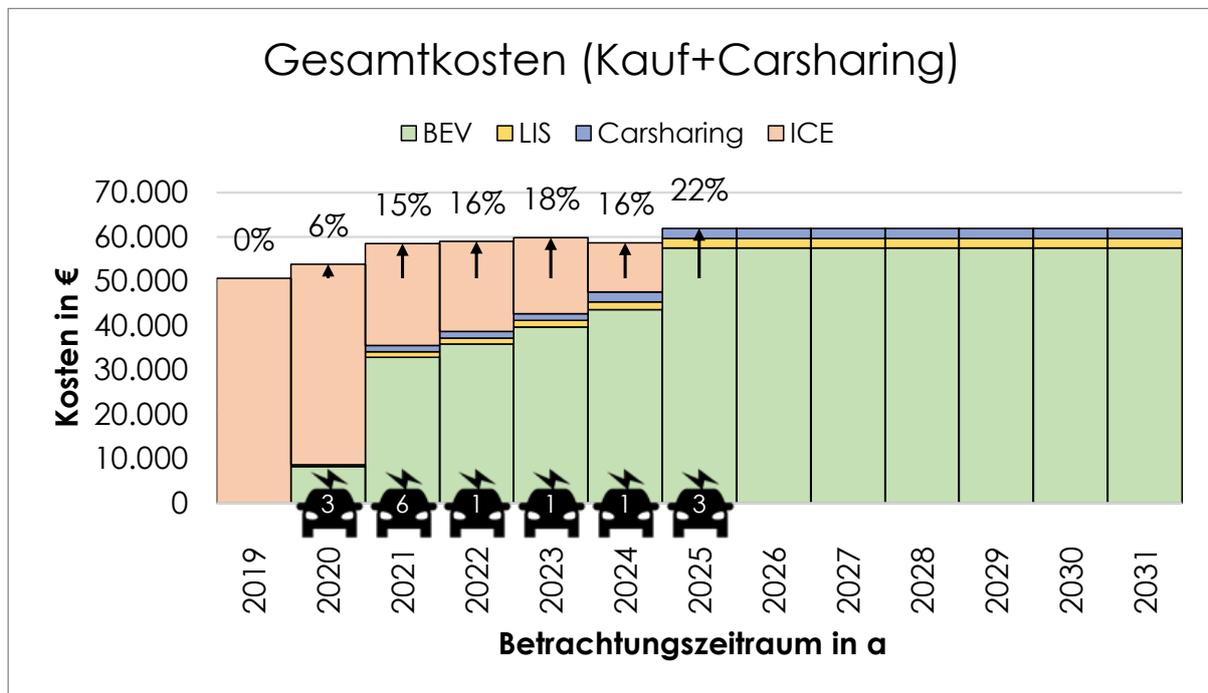


Abbildung 26: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario B, Kauf)
Quelle [eigene Darstellung]

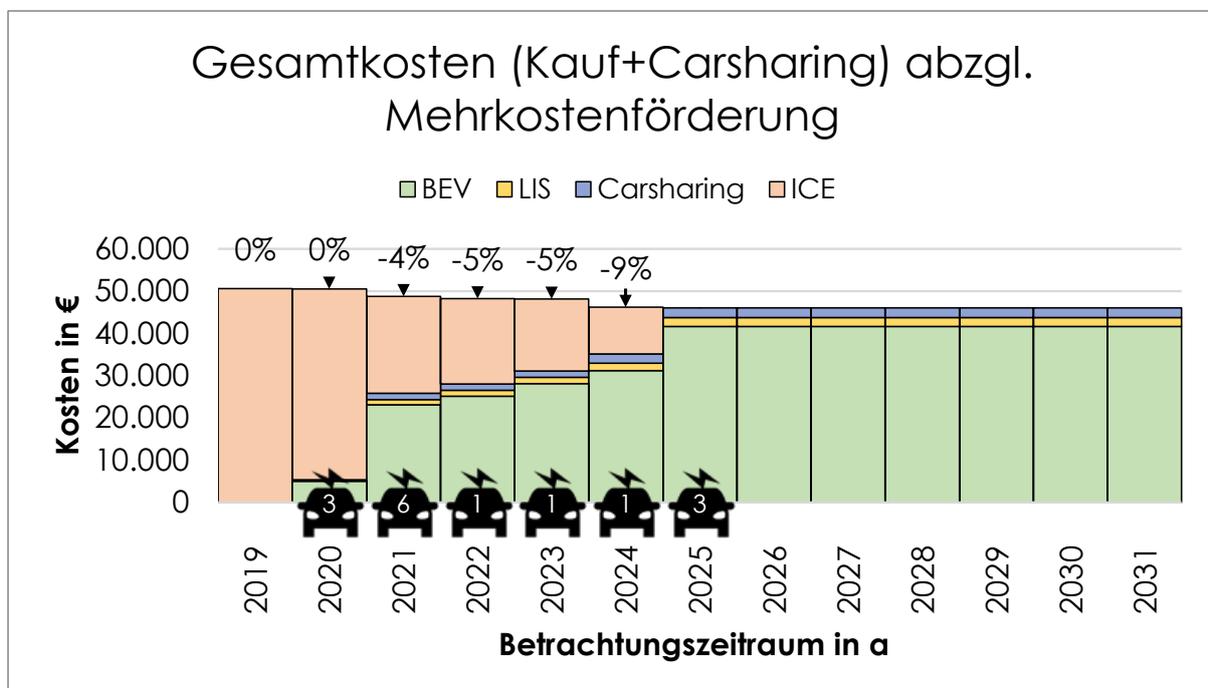


Abbildung 27: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario B, Kauf inkl. Förderung)
Quelle [eigene Darstellung]

Im **progressiven Szenario C** wird die Fuhrparkeinheit **um drei Fahrzeuge verkleinert**, wodurch sich eine Kostensenkung gegenüber Szenario A und B einstellt. In Abbildung 28 und Abbildung 29 zeigt sich, dass im Vergleich zur 1:1-Substitution (Kapitel 3.5.2) jährliche Kostensenkungen von 12 % ohne und 6 % mit Förderung erzielt werden können.

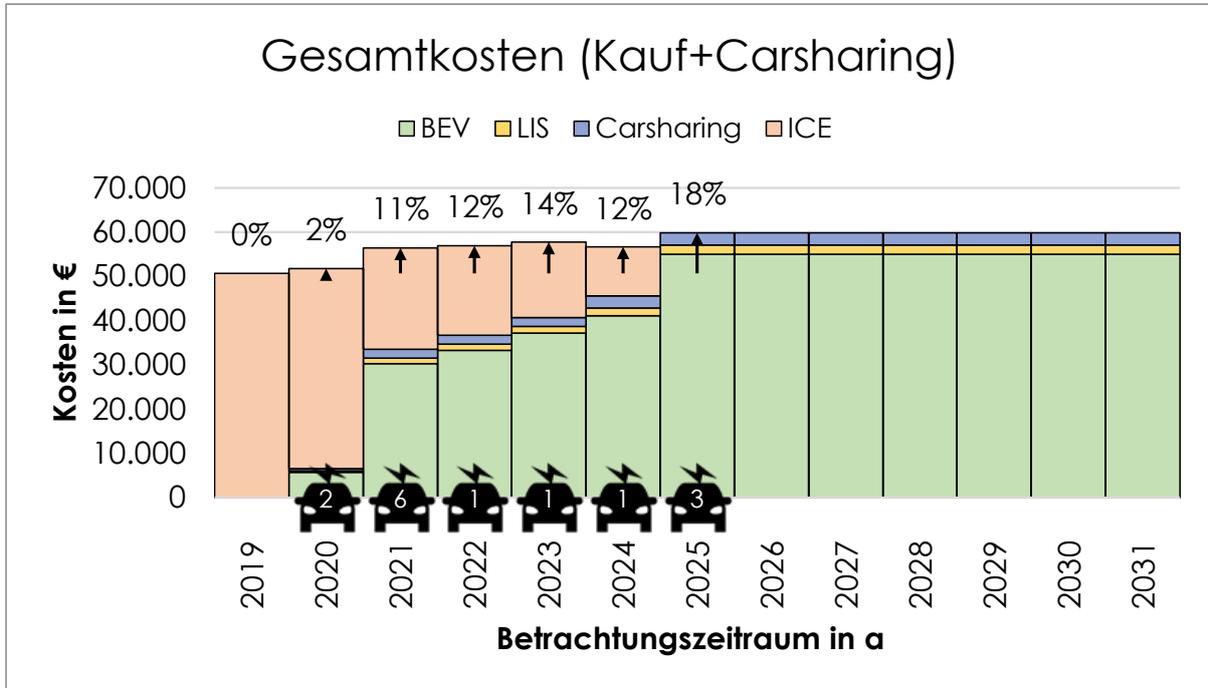


Abbildung 28: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario C, Kauf)
Quelle (eigene Darstellung)

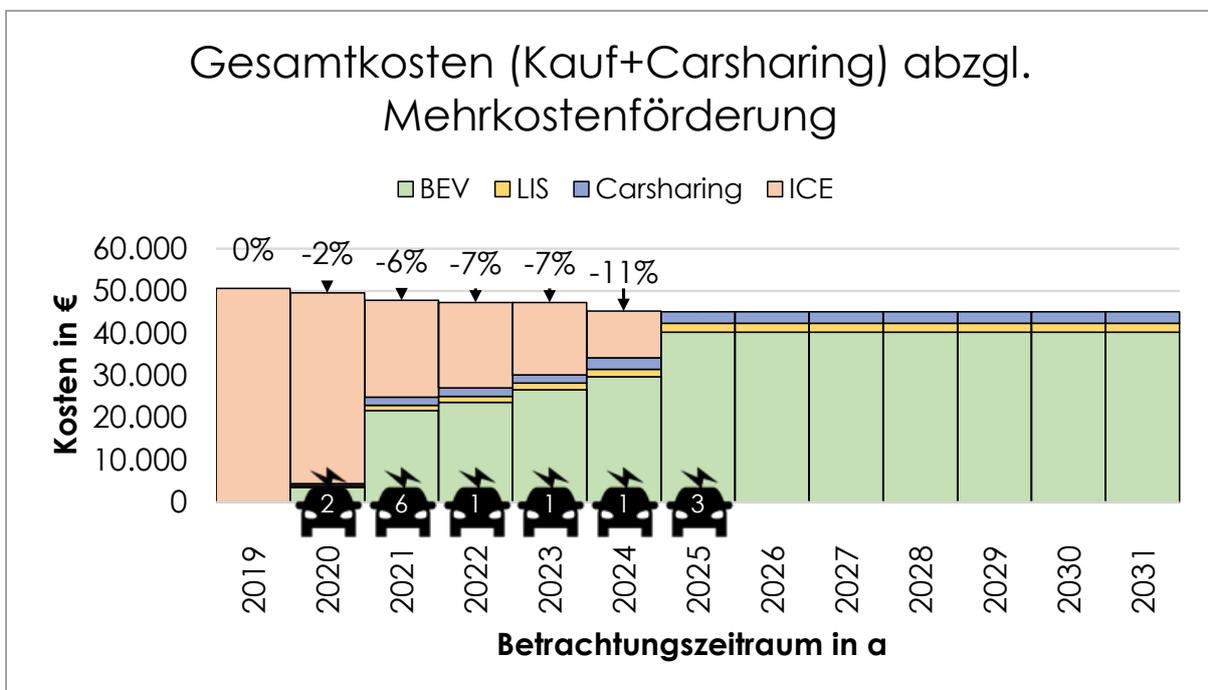


Abbildung 29: Kostenverlauf Verkleinerung der Fuhrparkeinheit (Szenario C, Kauf inkl. Förderung)
Quelle [eigene Darstellung]

Poolingeinheit

Im **Szenario A** wird die Poolingeinheit um **ein Fahrzeug verkleinert**, wodurch sich allerdings keine eindeutige Kostensenkung gegenüber der 1:1-Substitution einstellt. Dies liegt darin begründet, dass die Fahrten des entnommenen Fz5 in der Analyse vollständig durch Carsharing zurückgelegt werden. In der Realität würde ein Großteil dieser Fahrten durch die verkleinerte Poolingeinheit aufgefangen werden und deshalb eine Kostensenkung im Vergleich zur 1:1-Substitution (Kapitel 3.5.2) eintreten.

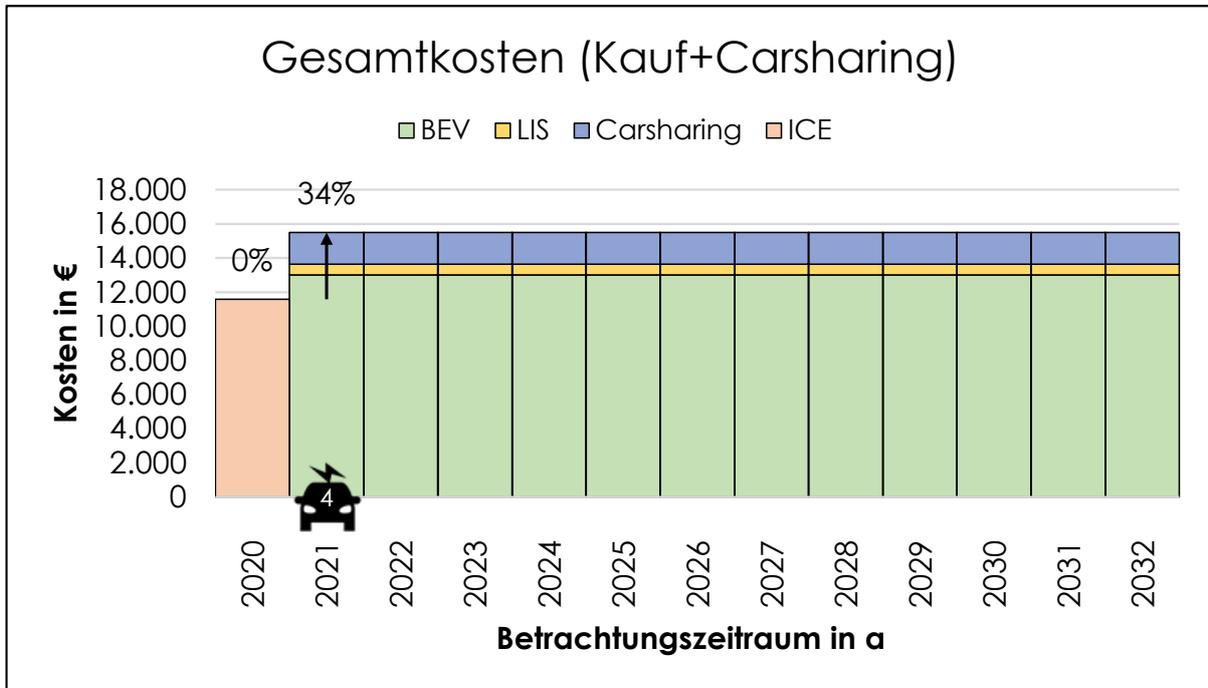


Abbildung 30: Kostenverlauf Verkleinerung der Poolingeinheit (Szenario A, Kauf)
Quelle [eigene Darstellung]

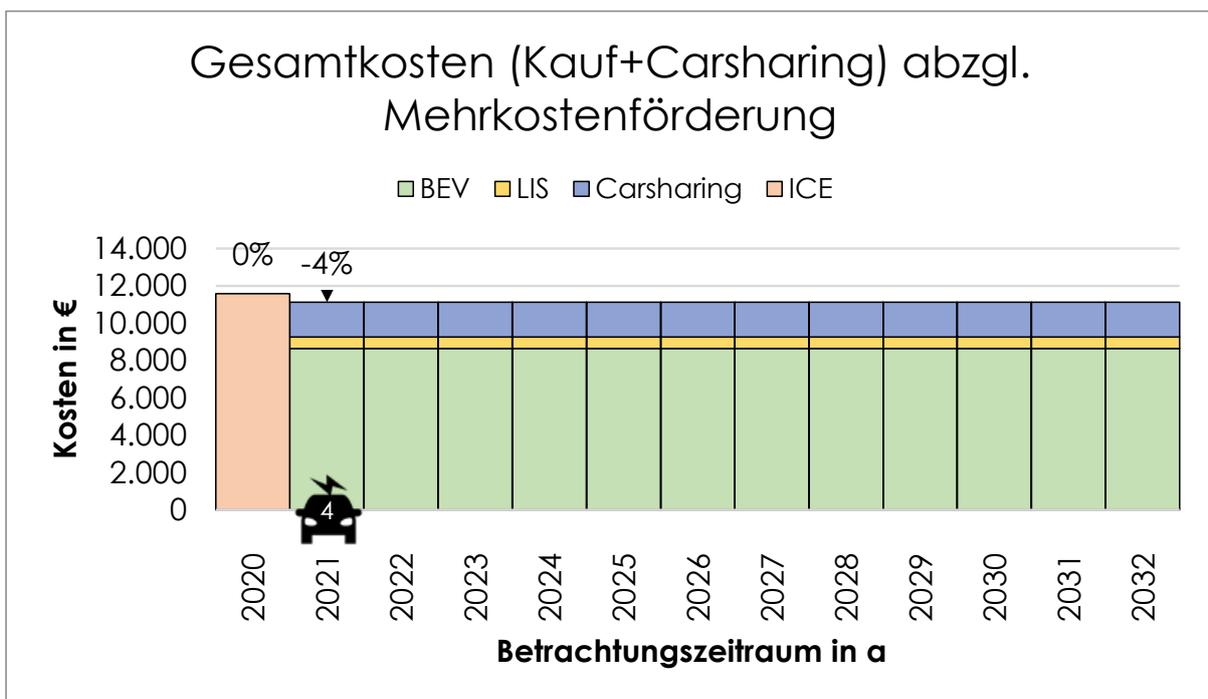


Abbildung 31: Kostenverlauf Verkleinerung der Poolingeinheit (Szenario A, Kauf inkl. Förderung)
Quelle [eigene Darstellung]

3.5.4 CO₂-Emissionen

Wie in Kapitel 2.5 ausgeführt sind die **produktionsspezifischen CO₂-Emissionen** von Elektrofahrzeugen aufgrund der Batterieherstellung höher als bei Verbrennerfahrzeugen. Die Produktionsemissionen je kWh Batteriekapazität werden mit **106 kg CO_{2eq}/kWh** angenommen [10]. Mit der Massenproduktion von Fahrzeugbatterien hat sich dieser Wert bereits deutlich verbessert. Durch den zunehmenden Einsatz erneuerbarer Energien in Batteriefabriken (mit regional starken Unterschieden) sind weitere Verbesserungen wahrscheinlich.

Die **verbrauchsgebundenen CO₂-Emissionen** resultieren bei Elektrofahrzeugen aus dem aktuellen CO₂-Emissionsfaktor des deutschen Strommix, der im Jahr 2019 bei 427 g/kWh liegt [11]. In Abhängigkeit vom weiteren Ausbau regenerativer Energien in Deutschland wird dieser Wert weiter sinken und die Klimabilanz der Elektrofahrzeuge verbessern. Bei einem klimaneutralen Strombezug – welcher bspw. bei Inanspruchnahme von Fördermitteln ohnehin eine Voraussetzung darstellt – kann zudem eine deutliche Emissionsminderung erzielt werden.

Fuhrparkeinheit

Beim Einsatz des deutschen Strommix führt die Umsetzung des Beschaffungsplans in der Fuhrparkeinheit zu einer CO₂-Emissionsminderung von jährlich 26 % (Abbildung 32). Aus der Verwendung von 100 % zertifiziertem Ökostrom resultiert eine CO₂-Emissionsreduzierung von 61 % (Abbildung 33).

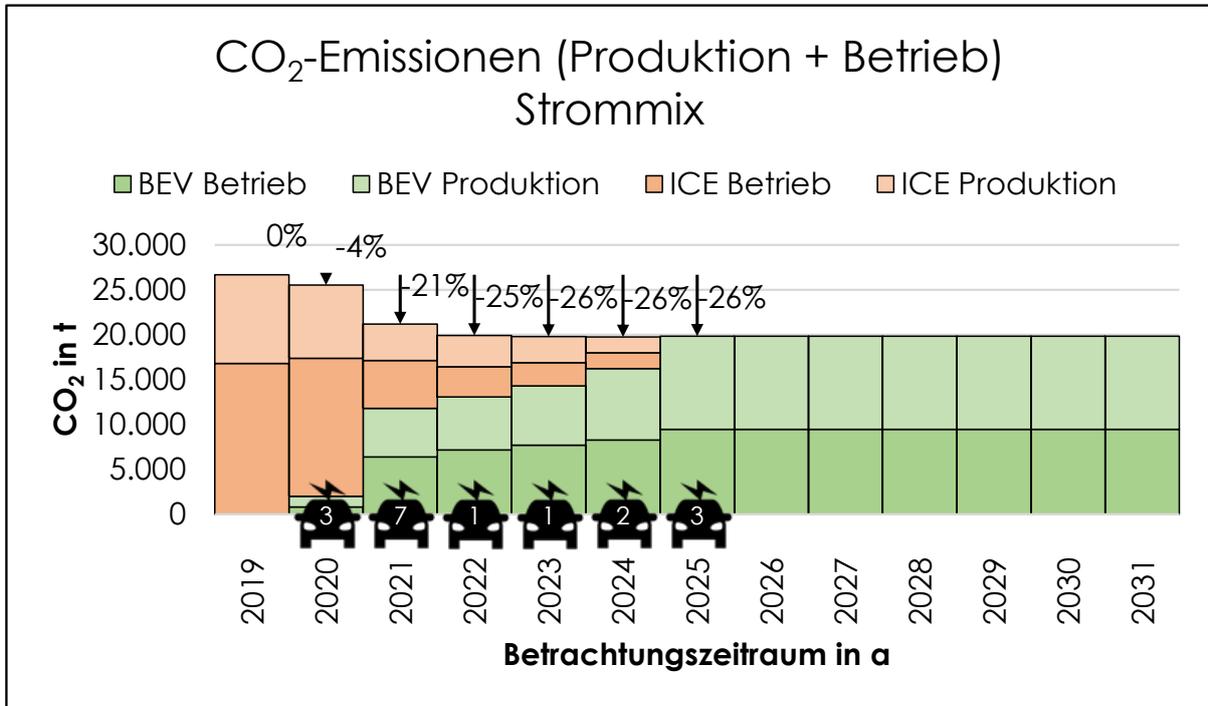


Abbildung 32: CO₂-Emissionen der Fuhrparkeinheit (Strommix).
Quelle [eigene Darstellung]

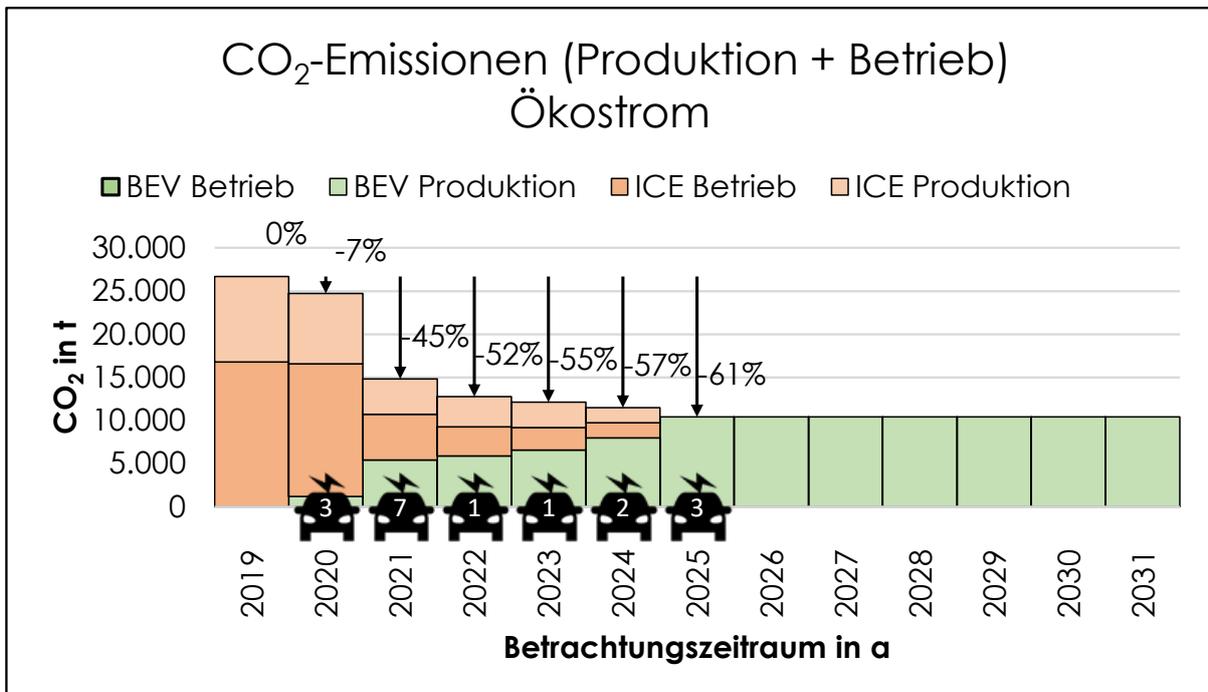


Abbildung 33: CO₂-Emissionen der Fuhrparkeinheit (zertifizierter Ökostromtarif).
Quelle [eigene Darstellung]

Poolingeinheit

Beim Einsatz des deutschen Strommix führt die Umsetzung des Beschaffungsplans in der Poolingeinheit zu einer CO₂-Emissionsminderung von jährlich 39 % (Abbildung 33). Aus der Verwendung von 100 % zertifiziertem Ökostrom resultiert eine CO₂-Emissionsreduzierung von 79 % (Abbildung 36).

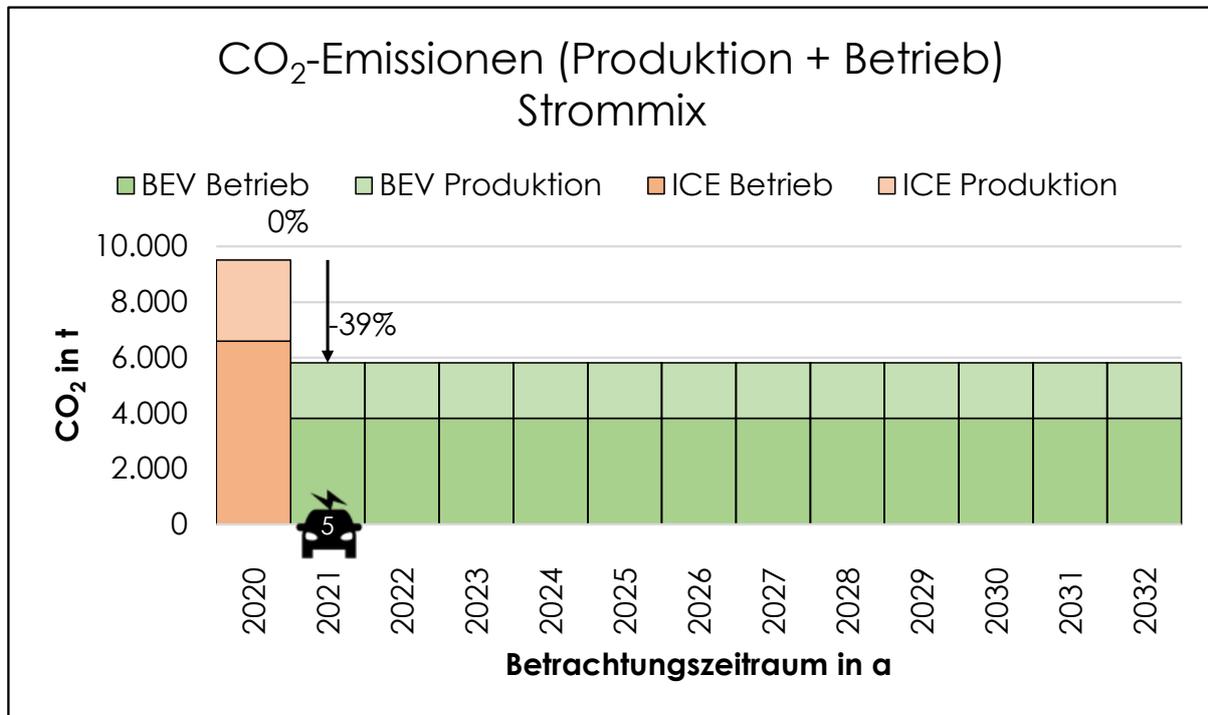


Abbildung 34: CO₂-Emissionen der Poolingeinheit (Strommix).
Quelle [eigene Darstellung]

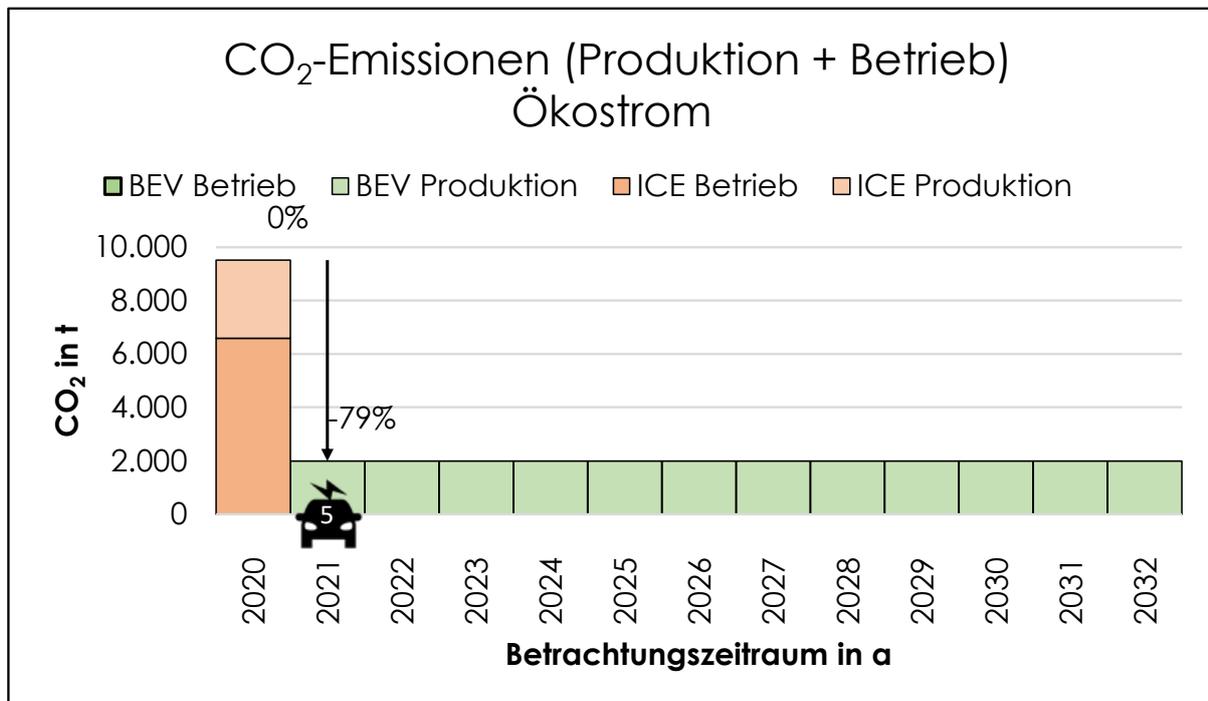


Abbildung 35: CO₂-Emissionen der Poolingeinheit (zertifizierter Ökostromtarif).
Quelle [eigene Darstellung]

3.6 Relevanz der Elektrifizierung für das Fuhrparkmanagement

Fuhrparks, besonders im kommunalen Kontext, bestehen häufig aus gewachsenen Strukturen, die weniger auf einer ganzheitlichen Planung beruhen, sondern auf **individuellen Bedarfsmeldungen**. Dies liegt schlicht darin begründet, dass Kommunen – häufig auch Unternehmen – keine Mittel für die explizite Verwaltung v.a. der Pkw zur Verfügung haben. Das führt einerseits dazu, dass Fuhrparks häufig mehr Fahrzeuge umfassen als nötig. Andererseits ergeben sich dadurch auch häufig ineffiziente Organisationsstrukturen, in denen nicht selten auch grundlegende Fragen wie bspw. Haftungsfragen im Kontext der Haltereigenschaft ungeklärt sind. Hierzu soll das folgende Kapitel Handlungsmöglichkeiten aufzeigen. Wesentliche Aspekte hierbei beziehen sich nicht explizit auf die Elektromobilität, sondern sollten grundsätzlich umgesetzt werden. Bestehen spezifische Anforderungen an die Elektromobilität, wird dies speziell hervorgehoben.

Unfallverhütungsvorschriften

Bislang existiert keine Vorschrift, nach der die Unterweisung bzgl. Elektrofahrzeugen abweichende Inhalte zu herkömmlichen Fahrzeugen umfasst. Insofern sind zunächst die allgemein gültigen Bestimmungen des Arbeitsschutzgesetzes und der Betriebssicherheitsverordnung zur Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung – und daraus abgeleitet die Fahrerunterweisung – zu beachten. Es empfiehlt sich aber dringend, den Mitarbeitenden wiederholt **Ausprobierangebote** zu unterbreiten, bei denen sowohl gefahren als auch geladen wird. Die Erfahrung zeigt: Selbst bei grundsätzlich vorhandenem Interesse an der Elektromobilität wird im Arbeitsalltag ein Risiko oder zumindest ein vermeidbarer Stressfaktor bzgl. der Einhaltung von Terminen in der neuen Technologie gesehen.

Gefährdungsbeurteilung

Ggf. bestehende Gefährdungsbeurteilungen sind zu überprüfen und anzupassen, falls sich die betrieblichen Gegebenheiten durch die Elektromobilität gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren verändert haben. Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung fließen in die Fahrerunterweisung ein und bestimmen deren Inhalte.

Die folgenden Aspekte sind zu adressieren:

- **Parken und Laden** des Elektrofahrzeugs
- **Geräuschemission:** Aufgrund des lautlosen Elektroantriebs sind Elektrofahrzeuge bei geringen Geschwindigkeiten gar nicht oder nur spät zu hören. Fahrer sollten sich deshalb auf unerwartete Reaktionen von Fußgängern und Verkehrsteilnehmern einstellen. Seit dem 1. Juli 2019 müssen BEV zum Schutz von Fußgängern bis zu einer Geschwindigkeit von 20 km/h Geräusche von sich geben, welche vom sogenannten AVAS (Acoustic Vehicle Alerting System) generiert

werden. Nach einer ersten Gewöhnungsphase sind sich ElektrofahrzeugnutzerInnen dieses Umstands bewusst und passen ihr Fahrprofil – analog zu Radfahrenden – daran.

- **Gewichtsverteilung:** Die im Unterboden verbauten, schweren Batterien bedingen ein vom Verbrennerfahrzeug abweichendes Fahrverhalten, das sich auf längere Bremswege und das Kurvenfahren auswirken kann. Fahrer gewöhnen sich sehr schnell an diese Gegebenheiten, Anfängern sollten sie dennoch kommuniziert werden.
- **Rekuperationsstufen:** Einige Elektrofahrzeuge verfügen über mehrere Intensitätsstufen zur Rückgewinnung von Bremsenergie. Diese können während der Fahrt angepasst werden und führen bei geübten Fahrern dazu, dass kaum mehr aktiv über das Bremspedal gebremst werden muss. Beim Wechsel zwischen diesen Stufen kann sich die Geschwindigkeit allerdings plötzlich reduzieren bzw. die Bremswirkung fällt weg. Beides könnte bei Fahrern, die dieses Verhalten nicht kennen, zu Gefahrensituationen mit anderen Verkehrsteilnehmern führen.
- **Spannung:** In Elektrofahrzeugen liegen Spannungen bis zu 800 Volt an, weshalb Fahrer keine (v.a.: orangefarbenen) Leitungen des Hochvoltsystems anfassen sollten und sie ausschließlich geprüfte Ladekabel benutzen dürfen.
- **Deformation der Batterie bei einem Unfall:** Unfallhelfer und Rettungskräfte sollten auf den Elektroantrieb hingewiesen werden. Eine Deformation der Batterie kann unter bestimmten Gegebenheiten zu Erhitzung und einem „thermal runaway“ (Ausgasen und Brand der Zellen) führen. Jedes Fahrzeug sollte im Fall eines Unfalls verlassen werden.
- **Richtlinie einhalten:** Beim Einsatz von Elektrofahrzeugen ist zu beachten, dass die Ladekabel und Elektroadapter als bewegliche Arbeitsmittel durch Elektrofachkräfte auf Betriebssicherheit, Arbeitssicherheit sowie Verkehrssicherheit geprüft werden (Prüfungsgrundlage „ECE R 100“). Elektrofahrzeugnutzer können lediglich per Sichtprüfung eventuelle Defekte von Ladekabeln feststellen.

Es empfiehlt sich generell, in jedem Fuhrparkfahrzeug einen laminierten Fahrzeugflyer zu hinterlegen, der die folgenden Informationen enthält:

- **Vor Fahrtantritt/Schichtbeginn:** Mängelprüfung durch Rundgang um den Pkw. Erläuterung der Aspekte, auf die zu achten ist.
- Hinweis darauf, das **Vorhandensein folgender Fahrzeugbestandteile** zu prüfen: Warnwesten/Warnschutzjacken, Verbandskasten, Wagenheber
- Erläuterung zum **Verhalten bei Unfällen** sowie im Fall eines nötigen Bergens/Schleppens die zuständige Hotline Nummer
- Hinweise zum **Abstellen** von Fahrzeugen
- Hinweis auf **Verbot von Handynutzung** im Kfz sowie Verweis auf die Haftung
- Speziell für Elektrofahrzeuge: Hinweise zum **Laden von Fahrzeugen** am Dienstort UND außerhalb (Ladekarte, ggf. Kostenauslage)

Auch eine **Betriebsanweisung** zum Tragen von Warnwesten sollte von jedem Fahrzeugnutzer unterschrieben werden. Hierin ist geregelt, unter welchen Umständen die Warnweste zu tragen ist. Dies dient einerseits der Information, andererseits der klaren Zuordnung der Haftung bei Unterlassung.

Softwares

Um die **Verfügbarkeit** und **Buchung** der Fahrzeuge im Fuhrpark zu optimieren und eine **strukturierte Datenerfassung** zu ermöglichen, empfiehlt sich die Nutzung von Fuhrparksoftwares. Die zentralen Aspekte, die mit solchen Programmen adressiert werden können, sind die Buchungsfunktion sowie die Fuhrparkverwaltung.

Bisher gibt es bei der **Buchung der Fahrzeuge** kein abgestimmtes koordiniertes Vorgehen. Daher kann die Nutzung eines **Online-Buchungssystems den Zugriff auf die Fahrzeuge erleichtern und verbessern**. Aufgrund der Elektrifizierung der Fahrzeuge ist es wichtig, die **Ladezustände der Fahrzeuge online einsehen zu können**. Zusätzlich sind auch Informationen wie Baujahr, Führerscheine, Mitarbeiter, Kilometerlaufleistung, Kosten, Fahrtenaufzeichnung, Kategorisierung von Fahrten etc. nützlich. Ziel ist es, eine **effizientere** und **nutzerfreundlichere** Nutzung des Fuhrparks zu ermöglichen.

Tabelle 13 zeigt zwei Fuhrparkverwaltungssoftwares, die über breite Leistungsspektren und umfassende Testzeiträume verfügen. Die Buchungsoption kann alternativ aber auch über gängige Kalendersysteme (Lotus Notes, Microsoft Office etc.) integriert werden. In Suhl wird bereits Vimcar und Lotus Notes verwendet, aus dem Workshop ging hervor, dass eine unterschiedliche Nutzung an den einzelnen Standorten durchaus erwünscht ist.

Tabelle 13: Kurzinformation Fuhrparksoftware

Vimcar <small>34</small> (FLEET)	<p>Nutzung: Internetbasiert Verwaltungsfunktionen: Stammdatenverwaltung/Führerscheinkontrolle, digitale Fahrzeugakte, digitales Fahrtenbuch Clients: Webbrowser, App Herausgeber: Vimcar GmbH mit Sitz in Berlin Kostenlose Testphase: 30 Tage Preis: Allgemein 2,90 €/Monat Einstiegs Version / zusätzliche (15,90 €/Monat pro Fahrzeug inkl. Hardware für Fahrzeug – automatische Aufzeichnung von Fahrten) Sonstiges: Übersichtliche Statistiken, Alle Fahrzeugkosten auf einen Blick</p>
Carano (Fleet+ Compact) <small>35</small>	<p>Nutzung: On-Premises, Cloudbasiert Verwaltungsfunktionen: Policies, Beschaffung für Leasing- oder Kauf, Buchungskalender, Reichweitenmanagement, Automatische Umbuchung bei Verspätung, Fahrerunterweisung, Führerscheinkontrolle Clients: Webbrowser, Desktopanwendung Herausgeber: Carano Software Solutions GmbH Kostenlose Testphase: 30 Tage Preis: Allgemein 1,90 €/Monat zusätzlich pro Fahrzeug Sonstiges: Fleet+ Compact für kleinere Flotten</p>
Lotus Notes // MS Office etc.	<p>Gängige Kalender- und Ressourcensoftwares können zwar keine Elemente der Fuhrparkverwaltung abbilden. Dennoch lässt sich die Buchung von Fahrzeugen, die einem Pooling zugeordnet sind, hierüber personenunabhängig umsetzen. Für die Einrichtung im jeweils durch die Verwaltung verwendeten Programm fallen gemeinhin keine weiteren Sachkosten an.</p>

Quelle [eigene Darstellung]

³⁴ <https://www.softwareabc24.de/fuhrparkmanagement-software/>
<https://vimcar.de/>

³⁵ <https://www.softwareabc24.de/fuhrparkmanagement-software/>
<https://www.carano.de/>

4 Schwerpunkt 2: Ladeinfrastrukturkonzept für die Elektrifizierung des kommunalen Fuhrparks

Im Zuge der **Elektrifizierung von Fahrzeugen** wird auch Ladeinfrastruktur benötigt. Basierend auf Informationen wie Standort, Fahrzeuganzahl, bestehende Ladepunkte, Netzanschlussleistung und Fahrtenbüchern lassen sich Lastprognosen simulieren. Hierfür werden neben dem „ISME-Tool Lastgangprognosen“ auch die Fahrtenbücher zur Ableitung typischer Tagesprofile genutzt. Die Lastprognosen zeigen den maximalen täglichen Peak an einem durchschnittlichen Nutzungstag an. Ist die Last höher als die mögliche Netzanschlussleistung, können die Peaks durch Lastspitzenglättung (Lastmanagement) gekappt werden. Die Fahrzeuge laden dann entsprechend länger, gemeinhin in die Nacht hinein.

Für jeden Standort wird eine **minimal nötige Netzanschlussleistung** hergeleitet. Dieser Wert dient als Orientierung und ist lediglich eine Empfehlung. In der Theorie können stets höhere Lastspitzen entstehen (bspw. im Extremfall, wenn alle Fahrzeuge eines Standorts zum exakt gleichen Zeitpunkt an ihre Ladepunkte gehen, um zu laden).

Je nach Standort und Anzahl der Elektrofahrzeuge wird ein Ausbau von Ladeinfrastruktur nötig. Nutzungskonzepte, bei denen mehrere Fahrzeuge an den gleichen Ladepunkten geladen werden, haben sich in der realen Nutzung als großes Hemmnis und als fehleranfällig gezeigt. Aus diesem Grund sollte **für jedes Elektrofahrzeug ein eigener, fest zugeordneter Ladepunkt zur Verfügung stehen**. Auf diese Weise werden keine Umparkvorgänge nötig und das Risiko minimiert, dass Fahrzeuge nicht mit dem Ladepunkt verbunden werden. Basierend auf der Nutzung der Fahrzeuge tagsüber und ggf. abends kann ein standardmäßiges Nachladen unterstellt werden. Für die Ladeinfrastruktur wird eine Ladeleistung **bis maximal 11 kW (AC)** empfohlen. Diese Ladeleistung bietet die optimale Kombination aus einer ausreichenden Ladeleistung zur Deckung der Ladebedarfe sowie einer netzfreundlichen Integration des Gesamtladebedarfs. Vor der Auslegung eines Ladeinfrastruktursystems ist es wichtig, die der Elektromobilität **zuteilbare Netzanschlussleistung mit dem Netzbetreiber vor Ort abzuklären bzw. über mehrtägige Testmessungen durch einen für Elektromobilität zertifizierten Elektroinstallationsbetrieb zu eruieren. Integrierte Lastmanagementsysteme**, welche die Spitzenlast limitieren und die Lastverteilung der einzelnen Ladepunkte steuern lassen, **sind am Markt technischer Standard**. Diese Funktion wird an Standorten mit mehreren Ladepunkten benötigt.

Was den **Ladebedarf** betrifft, können die täglich ca. 50 km ermittelte Tageslaufleistung je Fahrzeug bei 11 kW Ladeleistung innerhalb einer Stunde nachgeladen werden (Fahrzeugverbrauch: ca. 20 kWh/100 km). Durch ein Lastmanagement können die Standzeiten der Fuhrparkfahrzeuge (deutlich über 8h nachts) genutzt werden, weshalb im Mittel auch eine Ladeleistung von **ca. 2 kW je Ladepunkt** und Fahrzeug ausreicht. Aus technischer Sicht sollte allerdings mind. eine **Netzanschlussleistung von 4 kW je Ladepunkt** berücksichtigt werden. Für ggf. vorkommende sehr weite Fahrten werden die Ladebedarfe auswärts an DC-/HPC-Standorten geladen (analog tanken heute). Ein Lastmanagement regelt die Gesamtlast für die Elektromobilität bei einem vordefinierten Wert ab; dieser ist so zu wählen, dass die Funktionen am Gebäude stets problemlos betrieben werden können.

4.1 Ist-Analyse kommunale Ladeinfrastruktur

Eine Herausforderung für **die Elektrifizierung des Fuhrparks** wird die Installation ausreichender Ladepunkte für Fuhrpark- und Mitarbeiterfahrzeuge über den Markthochlauf hinweg.

Standort Rathaus:

Derzeit kann selbst die zusätzliche Last durch den Anschluss kleiner elektronischer Endgeräte **die Netzanschlussleistung ans Limit bringen**. Daher wird es wichtig sein, die Bedarfe der Elektromobilität hier strategisch einfließen zu lassen. Zweifellos muss die Netzanschlussleistung – schon ohne Elektromobilität – vergrößert werden. Basierend auf den Ergebnissen der Lastprognosen müssen interne Lösungen gefunden werden. Generell ist festzuhalten, dass eine höhere Netzanschlussleistung für den Aufbau von Ladeinfrastruktur notwendig ist. Ein möglicher Ansatz, der bereits diskutiert wird, wäre ein separates Stromhaus.

Standort Eigenbetrieb:

Eine theoretisch mögliche Anschlussleistung am Standort sind 150 kW. Der aktuelle Puffer für die Elektromobilität beträgt 25 kW (2x 11 kW + 1x 3,6 kW). Mit 25 kW lassen sich nach Einsatz eines Lastmanagements ca. 6-8 Ladeplätze versorgen. Es ist davon auszugehen, dass die Fahrzeuge überwiegend in der Nacht geladen werden. Die Ballenpresse beansprucht im Vollbetrieb bereits eine Last von 35 kW, wird allerdings tagsüber betrieben. Aufgrund der hohen Anzahl an Fahrzeugen ist für eine vollständige Elektrifizierung des Fuhrparks die Netzanschlussleistung zu vergrößern.

4.2 Lastgangprognosen

4.2.1 Pkw

Am Standort Friedrich-König-Straße 7 und 42 befinden sich mit 22 Fahrzeuge ausreichend viele Fahrzeuge verortet, um Lastgangprognosen durchzuführen. Die ausgewählte Leistung der LIS liegt bei 11 kW (AC). Abbildung 36 zeigt das Lastprofil bei einer – laut Fahrtenbücher – **mittleren Tageslaufleistung** von 51 km/Tag (graue Fläche). Selbst bei einer Deckelung der gesamten Ladeleistung auf 20 kW (grüne Fläche) kann der Ladebedarf problemlos gedeckt werden, indem in den Abend und ggf. auch in die Nacht hinein geladen wird.

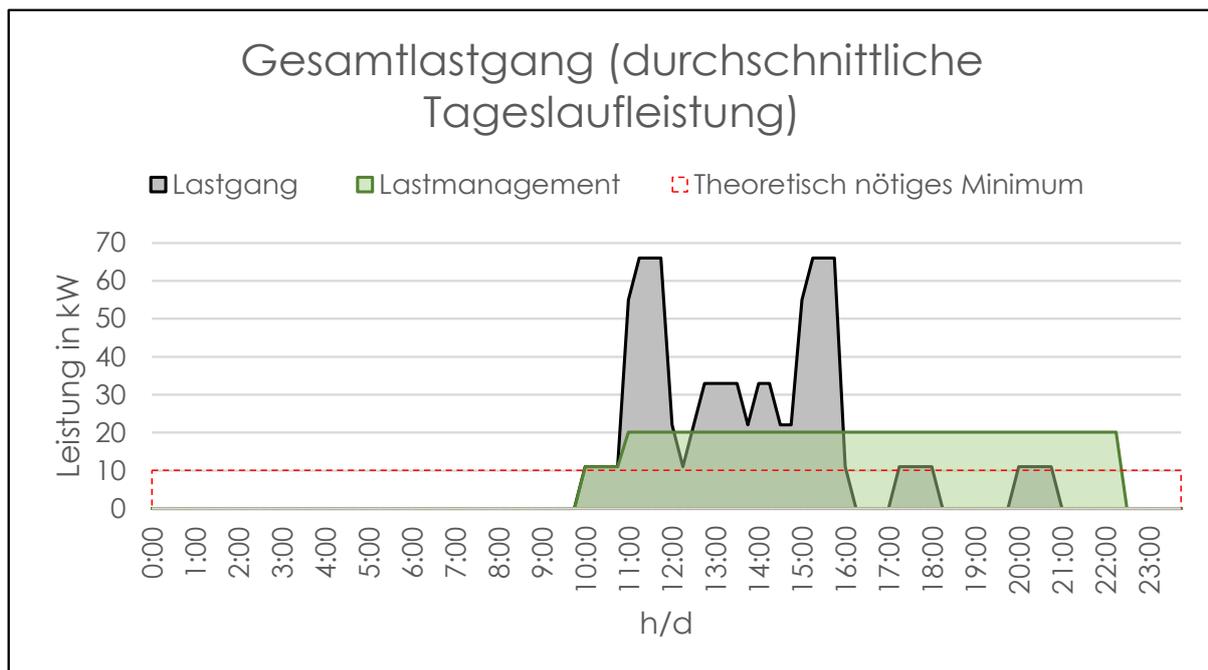


Abbildung 36: Lastgang im Normalszenario (mittlere TLL aller Fahrzeuge)

Quelle [eigene Darstellung]

Abbildung 37 zeigt darüber hinaus das Lastprofil bei einer mittleren Tageslaufleistung von 271 km/Tag. Für dieses **Extremszenario** wird angenommen, dass alle Fahrzeuge am gleichen Tag die jeweils im Betrachtungszeitraum **maximal aufgetretene Tageslaufleistung zurücklegen**. Die Deckelung der Lastspitzen, die durch ein Lastmanagement erfolgt, wurde beispielhaft auf 100 kW festgelegt. Da bereits in den Abendstunden alle Fahrzeuge vollgeladen sind, könnte der Ladebedarf auch mit geringerer Anschlussleistung (unter 100 kW) gestillt werden.

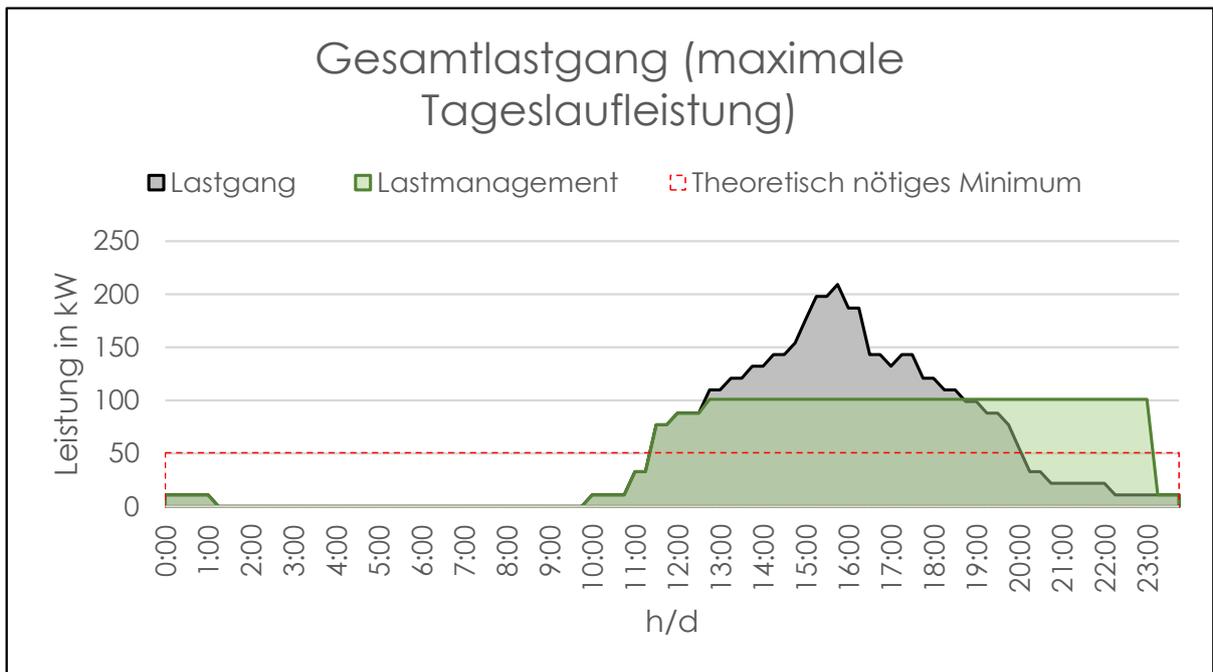


Abbildung 37: Lastgang im Extremszenario (maximale TLL aller Fahrzeuge).
Quelle [eigene Darstellung]

Für die nachfolgenden Standorte erfolgt keine Detailbetrachtung, siehe Tabelle 14.

Tabelle 14: Netzanschlussbedarfe der weiteren Standorte.

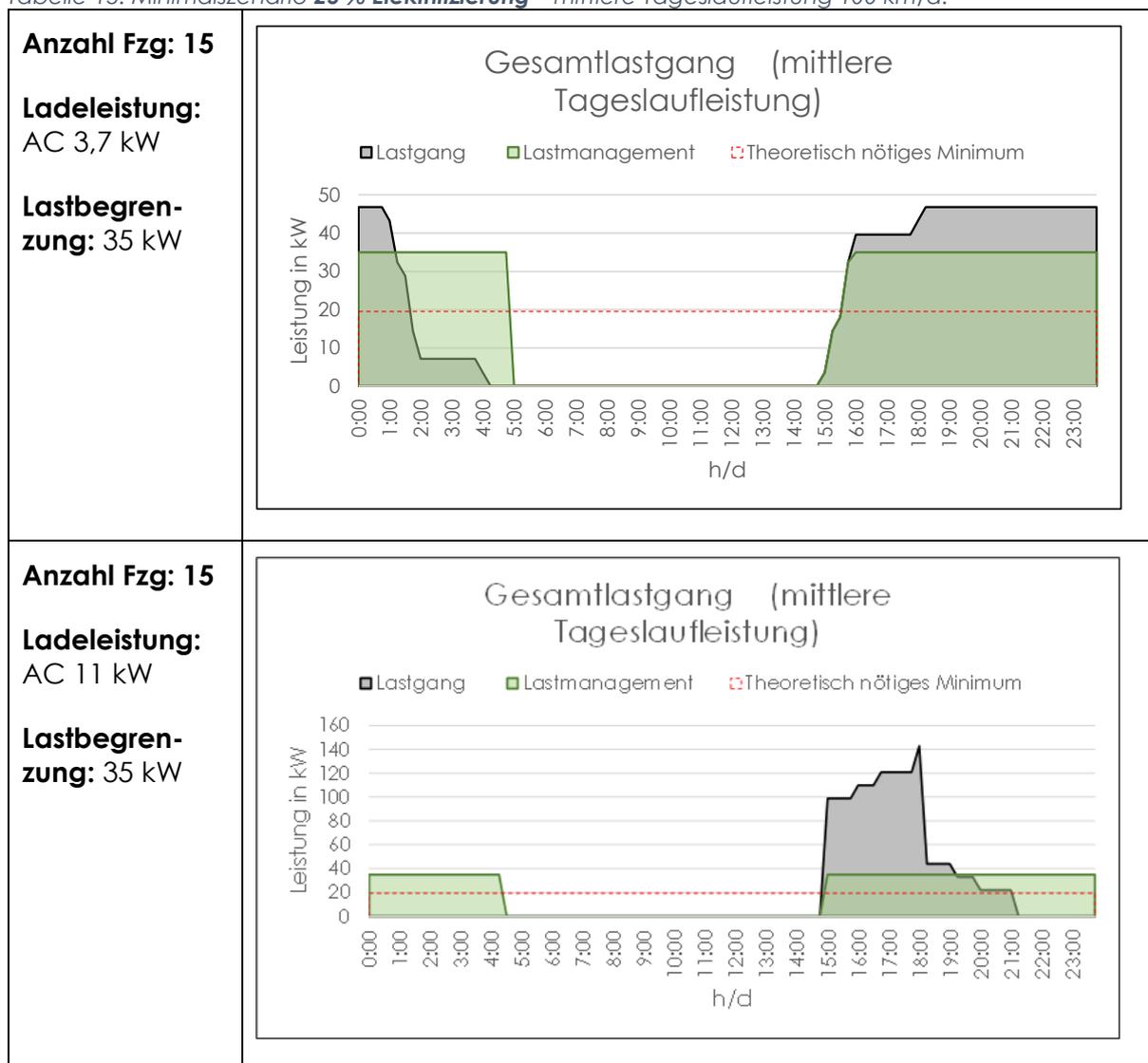
Standort	Anzahl Fzg.	Lastgangprognosen
Friedensstraße	1	Aufgrund der jeweils geringen Anzahl an Fahrzeugen findet für die nebenstehenden Standorte keine Visualisierung der Lastgänge statt. Eine vorgehaltene Ladeleistung von ca. 4 kW je Fahrzeug reicht für die aus den Fahrtenbüchern hervorgehenden Bedarfe aus.
Gehlberg	2	
Goldlauter	1	
Lauter 42	5	
Mäbendorf	1	
Marktplatz 1	1	
Schleusingen	2	
Schmiedefeld	4	
Straße der Opfer des Faschismus	4	
Vesser	1	
Werner-Seelenbinder-Str. 8	2	

Quelle [eigene Darstellung]

4.2.2 Nutzfahrzeuge

Am **Standort „Am fröhlichen Mann“** befinden sich etwa 60 Fahrzeuge (teilweise auch Anlagen). Im nachfolgenden werden die drei Szenarien (Minimal, Mittel und Maximal) simuliert. Zusätzlich zum Szenario werden **Tageslaufleistungen und Ladeleistungen** variiert, um umfangreiche Ergebnisse zu erhalten. Die Lastbegrenzungen sind frei gewählt und können durchaus höher oder niedriger angesetzt werden. Die Daten für die Prognosen stammen aus einer **eigens für Nutzfahrzeuge durchgeführten Abfrage**, welche überwiegend auf Schätzungen der Fuhrparkleitung zu Tageslaufleistungen und Standzeiten basiert und teilweise auch auf zur Verfügung gestellten Fahrtenbüchern. Die tatsächlichen Tageslaufleistung können in realem Gebrauch durchaus abweichen und eher niedriger ausfallen.

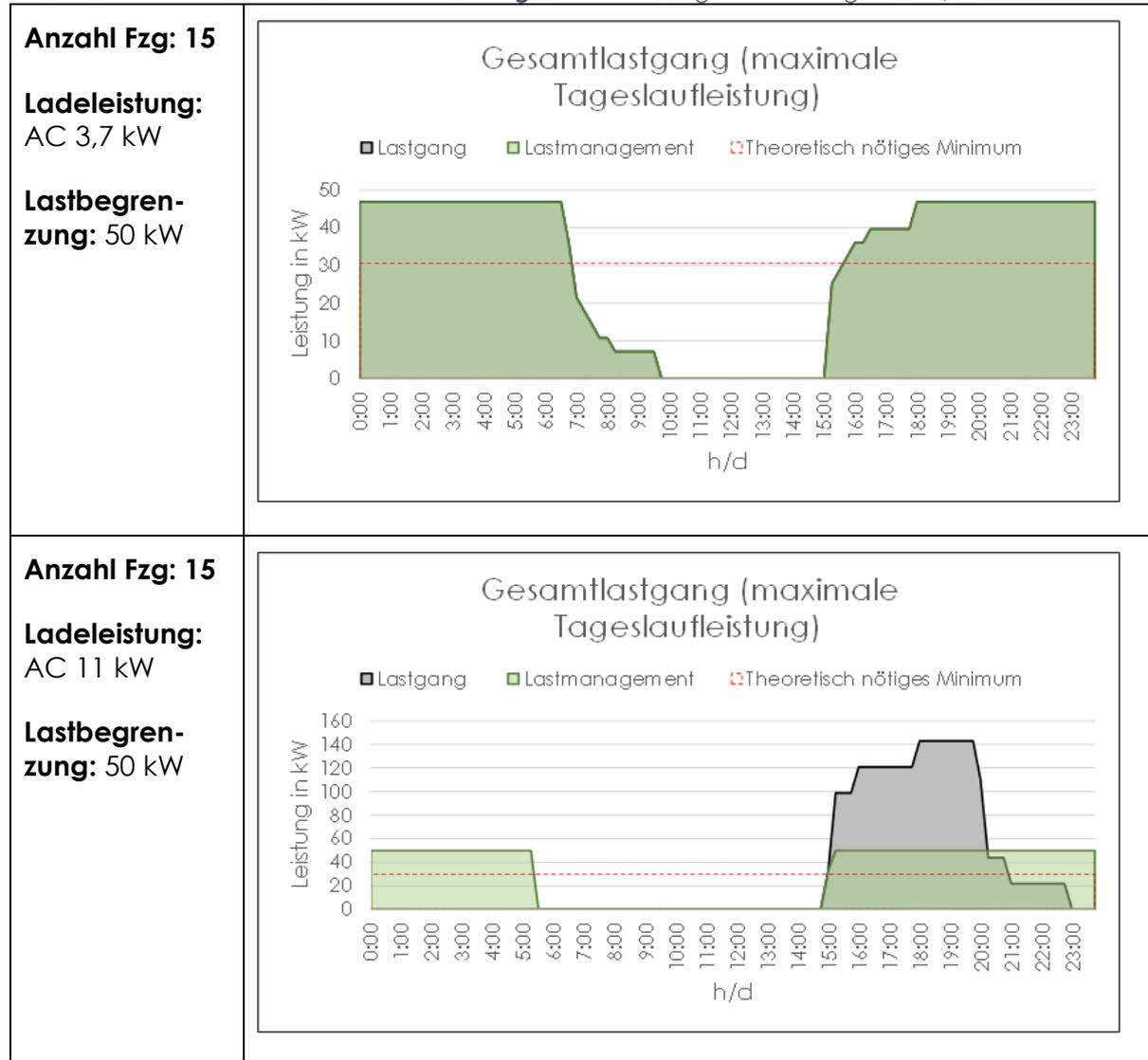
Tabelle 15: Minimalszenario **25 % Elektrifizierung** – mittlere Tageslaufleistung 100 km/d.



Quelle [eigene Darstellung]

In Tabelle 15 ist zu sehen, dass selbst durch eine Lastbegrenzung auf 35 kW die Lademengen durch **nächtliches Laden problemlos abgedeckt werden können**. Das gilt sowohl für eine Ladeleistung von 3,7 kW sowie 11 kW AC.

Tabelle 16: Minimalszenario **25 % Elektrifizierung** – maximale Tageslaufleistung 157 km/d.

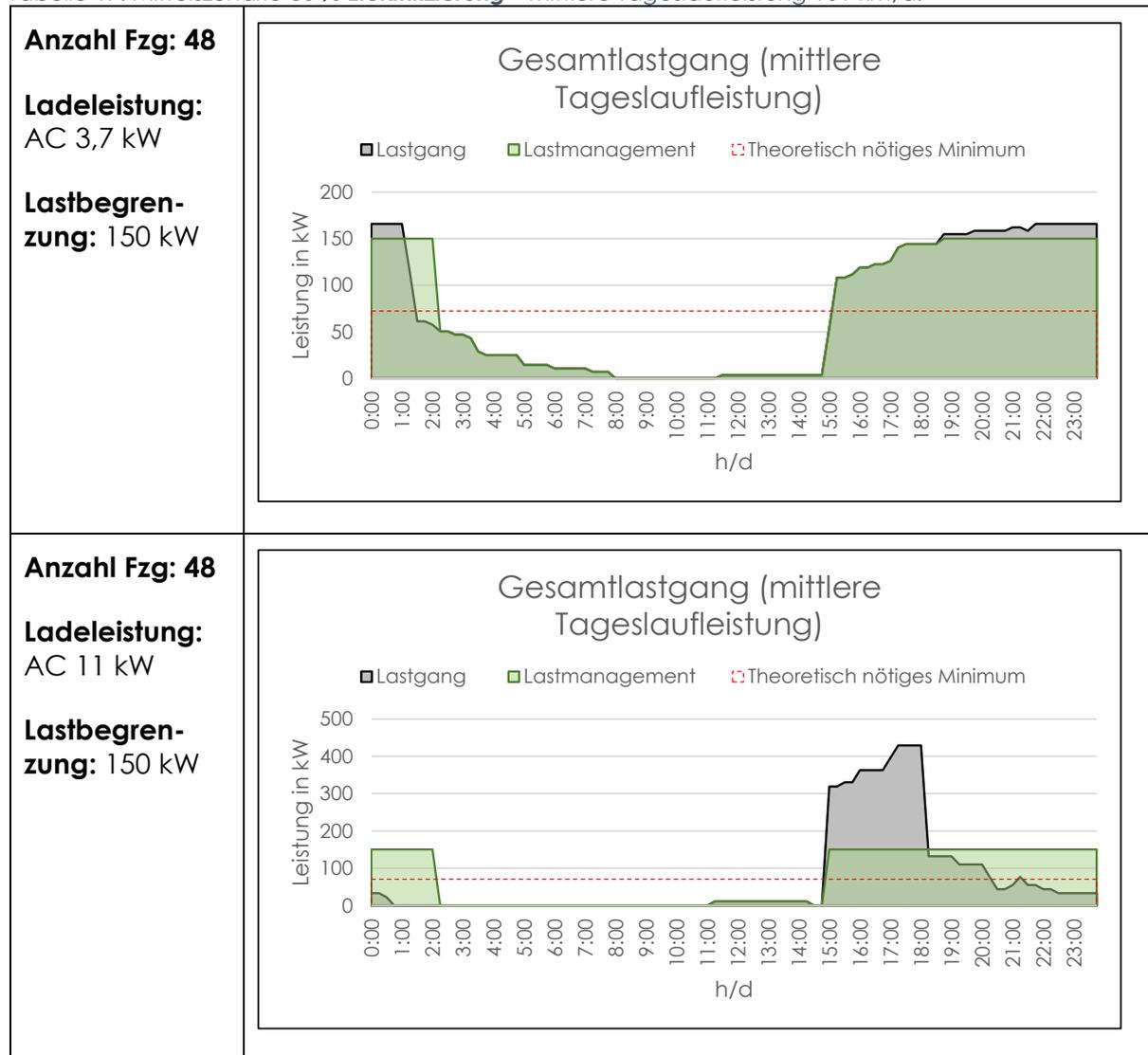


Quelle [eigene Darstellung]

In Tabelle 16 wird die Lastbegrenzung aufgrund der **höheren Tageslaufleistungen auf 50 kW erhöht**. Auch hier zeigt sich, dass die Lademengen durch nächtliches Laden grundsätzlich abgedeckt werden können, mithin bei einer Ladeleistung von 11 kW je Ladepunkt. Bei der oberen Ladeleistung von 3,7 kW endet der Ladezyklus erst gegen 10:00 Uhr vormittags, was sich in der Praxis nicht abbilden lassen dürfte.

In der Realität wird sich keine einheitliche Ladeleistung realisieren lassen, da fahrzeugseitig häufig Limitierungen vorliegen. So werden sich bei Vorhaltung von Ladepunkten mit einheitlich 11 kW Ladeleistung Lastgänge ausbilden, die zwischen den jeweiligen Abbildungen liegen.

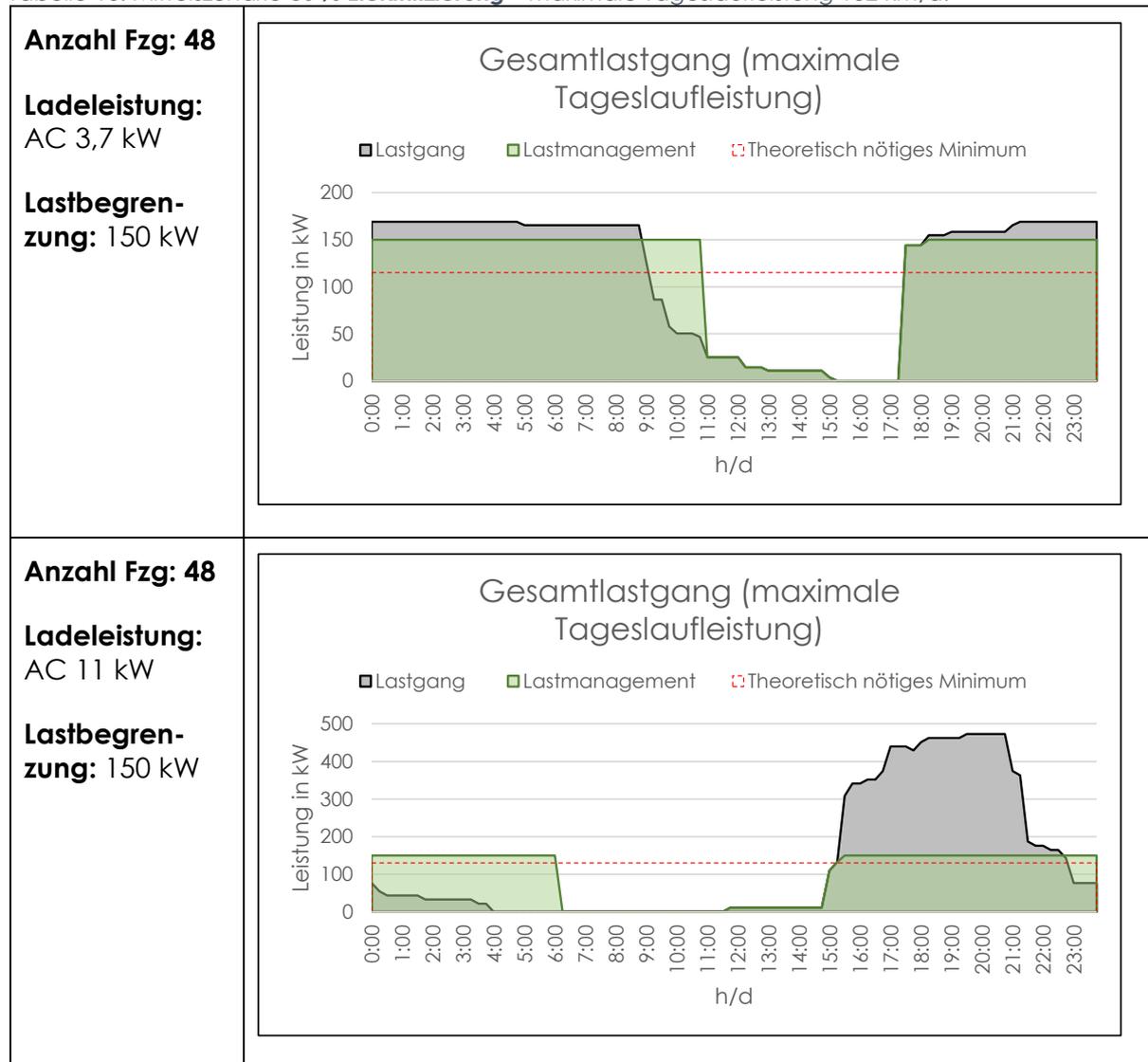
Tabelle 17: Mittelszenario **80 % Elektrifizierung** – mittlere Tageslaufleistung 101 km/d.



Quelle [eigene Darstellung]

In einem zukünftigen ggf. realisierbaren Szenario, in dem 80 % der Fahrzeuge am Fröhlichen Mann vollelektrisch betrieben werden, ist eine netzseitige Ladeleistung von 150 kW vorzuhalten. Tabelle 17 zeigt, dass die Lademengen dann **problemlos durch nächtliches Laden abgedeckt werden können**. Das gilt sowohl für eine Ladeleistung von 3,7 als auch 11 kW AC.

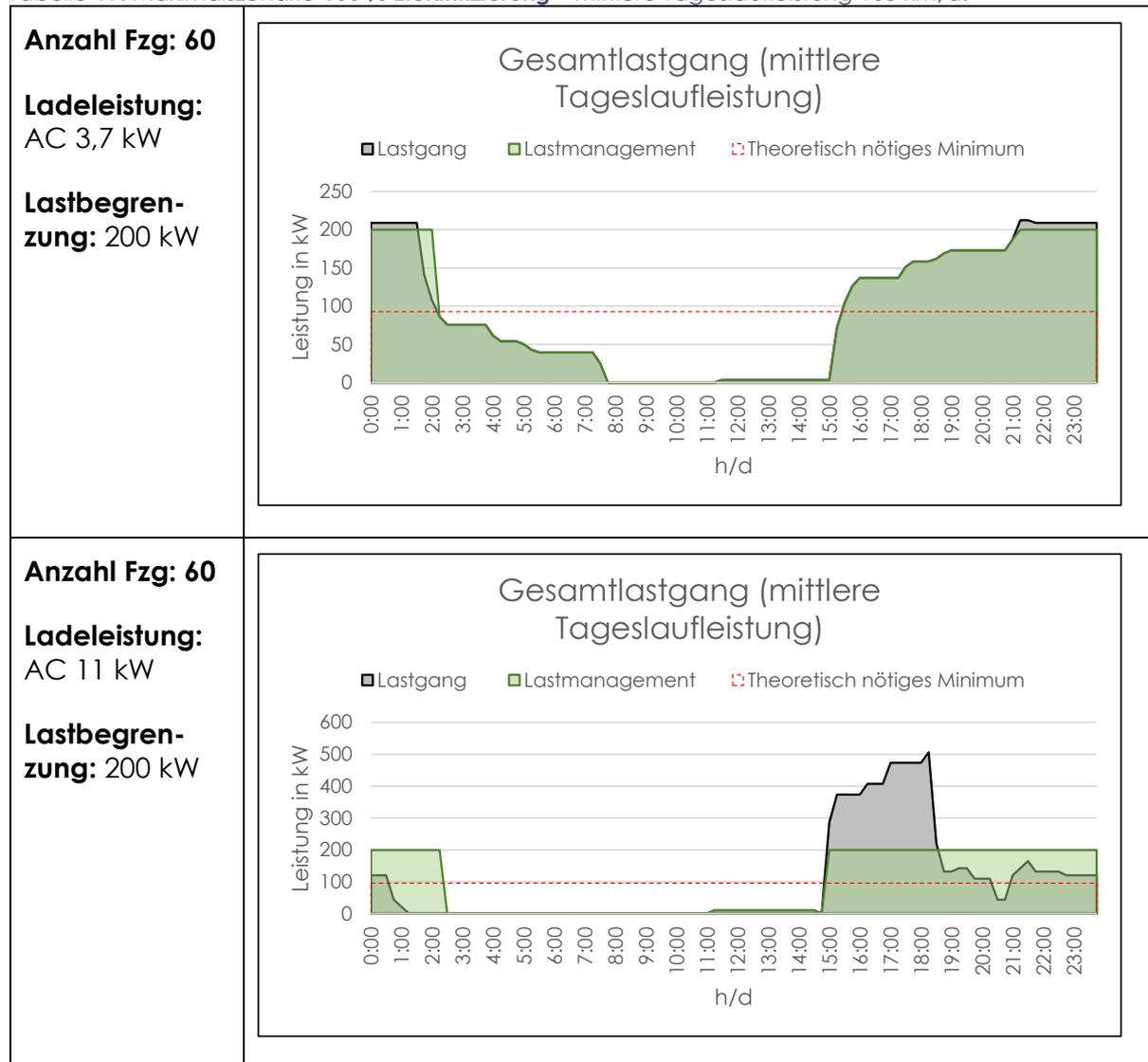
Tabelle 18: Mittelszenario **80 % Elektrifizierung** – maximale Tageslaufleistung 182 km/d.



Quelle [eigene Darstellung]

In Tabelle 18 wird die Lastbegrenzung aufgrund der **höheren Tageslaufleistungen auf 150 kW erhöht**. Hier wären bei einer einheitlichen 11 kW Ladeleistung über alle Fahrzeuge hinweg durchaus morgens alle Fahrzeuge vollgeladen. Da nur ein Teil der Fahrzeuge mit 11 kW laden können wird, muss von einem Lastgang ausgegangen werden, dessen Ladezyklus zwischen den beiden Abbildungen endet. Insofern erscheint es wahrscheinlich, dass 150 kW Netzanschlussleistung für die Elektromobilität nicht ausreichen dürfte.

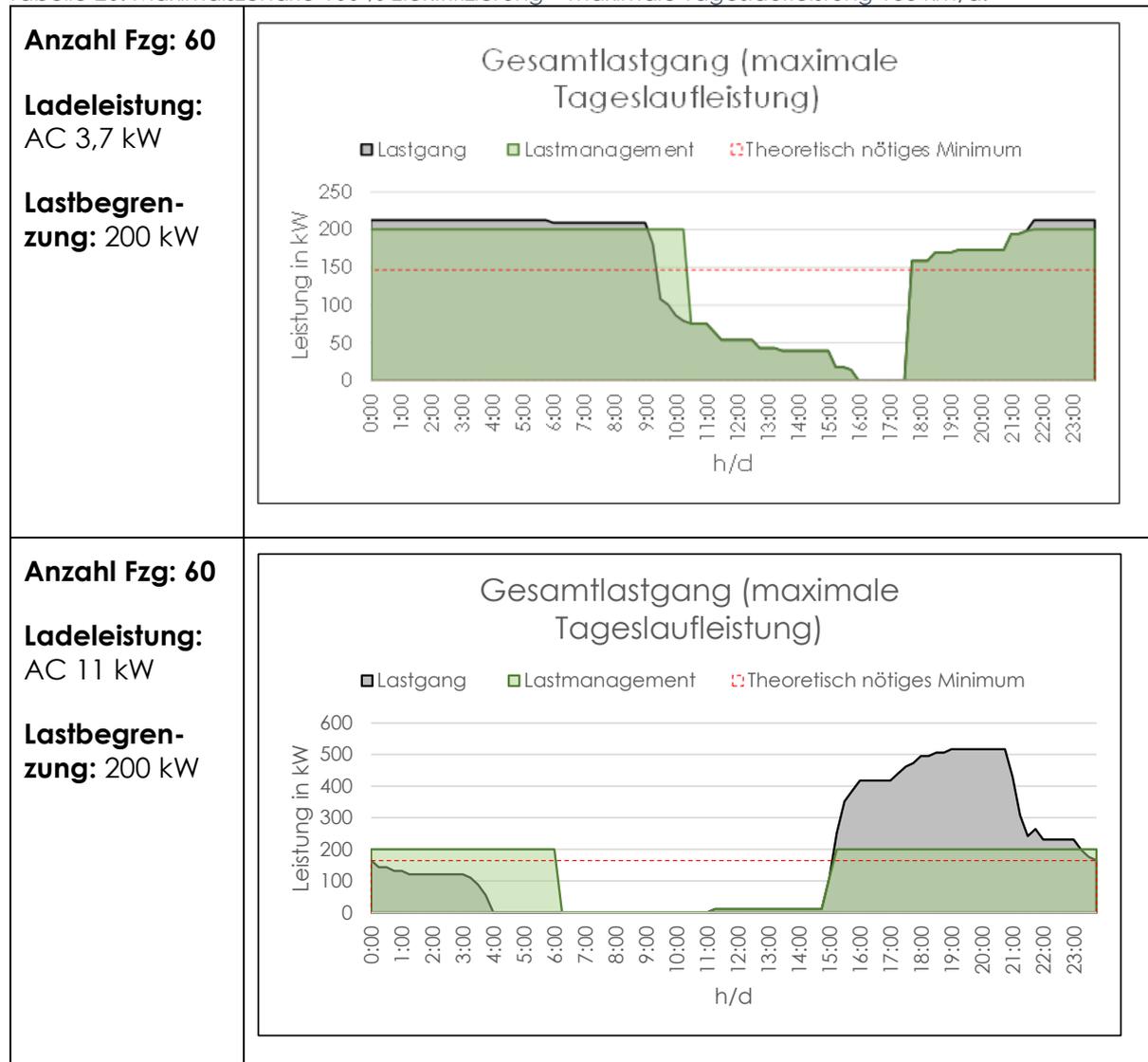
Tabelle 19: Maximalszenario **100 % Elektrifizierung** – mittlere Tageslaufleistung 105 km/d.



Quelle [eigene Darstellung]

Im Maximalszenario, das langfristig eine – wenngleich nicht sehr realistische – vollständige Elektrifizierung unterstellt, werden 200 kW Lastbegrenzung angenommen. In Tabelle 19 zeigt sich, dass die Lademengen dann **durch nächtliches Laden problemlos abgedeckt werden können**. Es zeigt sich allerdings, dass durch Vorhaltung von einheitlich 3,6 kW Ladeleistung je Ladepunkt (obere Darstellung) kaum Einflussnahme durch das Lastmanagement möglich ist. Dies kommt erst bei der unteren Darstellung mit einheitlich 11 kW Ladeleistung je Ladepunkt deutlich zur Geltung, was sich in einer erheblich früheren Beendigung des Ladezyklus zeigt.

Tabelle 20: Maximalszenario 100 % Elektrifizierung – maximale Tageslaufleistung 185 km/d.



Quelle [eigene Darstellung]

Auch Tabelle 20, deren Abbildungen die maximal genannten Tageslaufleistungen zugrunde liegen, zeigt, wie wenig Steuerungsmöglichkeit eine einheitliche Ladeleistung je Ladepunkt von 3,6 kW zulässt. Schon durch die Erhöhung der Tageslaufleistungen dauert der Ladezyklus bis in den Nachmittag. Dies ist eine theoretische Betrachtung, da Fahrzeuge, die noch vom Vortag laden, am Folgetag ohnehin nicht fahren können.

Erst durch den Einsatz einer einheitlichen Ladeleistung je Ladepunkt von 11 kW erfolgt die Beendigung des Ladezyklus rechtzeitig morgens gegen 6 Uhr. Vor dem Hintergrund, dass sich fahrzeugseitig ein Gemisch an Ladeleistungen zeigen dürfte, wäre eine etwas höhere Ladeleistung als 200 kW für dieses Extremszenario zu empfehlen.

5 Schwerpunkt 3: Befragung zur Arbeitsmobilität

5.1 Befragung Arbeitsmobilität

Mobilitätsgewohnheiten entwickelt jeder Mensch ganz automatisch und in der Regel erstmal unbedacht. Dies beginnt bereits im Kindesalter und hängt auch davon ab, wo und wie wir aufwachsen. Welche Werte und Möglichkeiten wir vorgelebt bekommen und ganz natürlich im Alltag erleben dürfen. Haben wir festgestellt, dass ein bestimmter Weg gut mit einem Verkehrsmittel bewältigt werden kann, greifen wir meist automatisch auf dieses Verkehrsmittel zurück. Oftmals handelt es sich dabei um den Pkw, der uns als verlässliche Mobilitätsform bereits unser ganzes Leben begleitet. Deshalb spielt Kommunikation und Aktivierung bei der Verbreitung und Etablierung nachhaltiger Mobilität eine besonders wichtige Rolle. Durch Kommunikation und Aktivierung können die Vorteile nachhaltiger Mobilitätsformen mehr in den Fokus rücken und bewusst wahrgenommen werden. Des Weiteren können durch die Verbreitung gut aufbereiteter Informationen Vorurteile abgebaut und Ängsten begegnet werden. Insbesondere bezüglich der Nutzung neuer oder nicht vertrauter Technologien (z.B. elektrifizierte Verkehrsmittel) können Hemmnisse bestehen. Diese können durch nutzergerechte und verständliche Informationsvermittlung abgebaut werden. Neben Informationen helfen Testangebote, neue Mobilitätsformen niederschwellig kennenzulernen und Neugierde zu wecken.

5.2 Befragungsmethodik

Im Rahmen des Projektes wurde vom 09. bis 27. November 2020 eine Befragung zur Arbeitsmobilität durchgeführt. Dabei sollten die Mobilitätsverhaltensweisen der Beschäftigten sowohl im privaten Umfeld als auch für die Ausübung der jeweiligen Tätigkeiten untersucht werden. Hierfür wurde ein teilstandardisierter Fragebogen als Vollerhebung an alle Mitarbeitenden der Suhler Verwaltung, dem Eigenbetrieb „Kommunalwirtschaftliche Dienstleistungen Suhl“ (KDS) und der Suhler Stadtbetrieb GmbH gestellt. Die Befragung wurde sowohl analog als auch digital angeboten. Während des Befragungszeitraumes konnten schriftlich ausgefüllte Fragebögen für Personen ohne eigenen Dienstrechner in einer öffentlich aufgestellten Urne abgegeben werden. Weiterhin wurde eine Online-Version des Fragebogens angelegt, welche per Mail an alle Mitarbeitenden versendet wurde. Zudem wurde der Fragebogen auch im Intranet der Stadtverwaltung verlinkt. Der Gesamtrücklauf belief sich auf 170 ausgefüllte Fragebögen. Die Beteiligung lag bei rund 40 % aller Beschäftigten, wodurch möglich ist, ein Stimmungsbild zu zeichnen. Dessen Ergebnisse können für weitere Überlegungen und Planungen genutzt werden. Eine Verallgemeinerung der Ergebnisse sollte nur für einzelne Fragen gezogen werden, da aufgrund der unterschiedlichen Arbeitsaufgaben und der Zusammensetzung der Teilnehmenden, insbesondere hinsichtlich der Verwendung von Dienstfahrzeugen, Nutzungsanforderungen und das resultierende Verhalten variieren. In diesem Zusammenhang wurde bei einigen Fragen Ergebnisse getrennt nach Arbeitsort betrachtet.

5.3 Struktur des Fragebogens

Der Erhebungsbogen ist in neun zentrale Themenblöcke gegliedert. Im Themenblock **Mobilität Allgemein** wurde die für den Haushalt zur Verfügung stehende Anzahl an Personenkraftwagen und Fahrrädern sowie der mögliche Besitz von Monatskarten für den öffentlichen Personennahverkehr erfragt.

Der Themenblock **Verkehrsmittelwahl/-zugang und Erreichbarkeit** erhob unter anderem, welche Verkehrsmittel für den Arbeitsweg sowohl in Teilabschnitten als auch für den gesamten Weg genutzt werden. Darüber hinaus wurde auch die Begründung für die Verkehrsmittelwahl und die monatlichen Mobilitätskosten thematisiert. Abschließend wurde die Bereitschaft zur Fahrrad- oder Pedelec Nutzung für den Arbeitsweg und das Interesse an einem Dienstrad-Leasing erfragt.

Der Themenblock **Hindernisse/ Barrieren** betrachtete die Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes generell und eine mögliche Belastung des Arbeitsweges.

Im Themenblock **ÖPNV** wurde die Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes mit öffentlichen Verkehrsmitteln erfragt. Insbesondere die Entfernung des Wohnortes zur nächsten Haltestelle, die Anzahl notwendiger Umstiege während des Arbeitsweges und das Interesse an einem Jobticket wurden untersucht.

Der Themenblock **Fahrgemeinschaften** stellte auf die aktuelle Nutzung von Fahrgemeinschaften für den Arbeitsweg ab, die persönlichen Bedingungen für die Gründung neuer Fahrgemeinschaften und die Bereitschaft zur Nutzung von Fahrgemeinschaften nach möglicher Einrichtung eines betrieblichen Organisationssystems.

Innerhalb des Abschnittes **Sharing-Systeme** standen Erfahrungen und Interessen hinsichtlich verschiedener Teilangebote im Fokus.

Im Rahmen des Themenblocks **Innerbetriebliche Mobilität** wurde das für die Ausübung der Tätigkeit relevante Mobilitätsverhalten thematisiert. Insbesondere die mögliche Verwendung eines Dienstfahrzeuges stand im Mittelpunkt. Sofern ein Dienstfahrzeug regelmäßig benötigt wird, wurde erhoben, wie die Zufriedenheit hinsichtlich der Buchung und der Verfügbarkeit ausfällt.

Innerhalb des vorletzten Themenblockes **Elektromobilität** konnten die Befragten angeben, ob sie bereits Erfahrungen mit Elektromobilität gesammelt haben, ob eine perspektivische Kaufabsicht besteht und ob dann Bedarf an Ladeinfrastruktur am Arbeitsort bestünde. Teil des Abschnittes war zudem eine Thesenabfrage, welche die Zustimmung und Ablehnung gegenüber Aussagen zur Elektromobilität umfasste.

Im abschließenden Themenblock **Soziodemografische Kenndaten** wurden persönliche Angaben (bspw. Geschlecht und Alter) der Befragten erhoben. Hierunter wurde auch die Arbeitsstelle (Eigenbetrieb KDS/ Suhler Stadtbetrieb oder Stadtverwaltung Suhl) abgefragt, um in der Analyse Ergebnisse getrennt auswerten zu können.

Des Weiteren bestand am Ende der Befragung für alle Befragten die Möglichkeit, **weitere Anmerkungen zum Thema Arbeitsmobilität** einzureichen.

Anmerkung zum Datenschutz

Die Online-Umfrage wurde mit der Software SoSci Survey erstellt. Diese Software bietet sowohl Datenschutz (Datenschutzkonform nach DSGVO und BDSG) als auch Barrierefreiheit. Die Antworten der Online-Umfrage wurden in einer gesicherten Cloud auf einem speziellen Server für professionelle Online-Umfragen im geschäftlichen Umfeld gesammelt. Zusätzlich sind der Befragungsserver sowie der Betreiber in München stationiert. Außerdem ist die Datenübertragung durchweg SSL-verschlüsselt und es wird täglich ein verschlüsseltes Backup erstellt. Weitere Informationen können hier nachgelesen werden: <https://www.soscisurvey.de/de/pro-server> und <https://www.soscisurvey.de/de/about>

5.4 Ergebnisdarstellung

Persönliche Mobilität

Zunächst wurden die Teilnehmenden dazu befragt, welche Verkehrsmittel in welcher Anzahl in ihrem privaten Haushalt zur Verfügung stehen. Die Mehrheit der Teilnehmenden gab dabei an, dass mindestens zwei Pkw je Haushalt dauerhaft verfügbar sind (92 Nennungen). Bei 51 Nennungen steht ein Pkw zur Verfügung, wohingegen 13 Personen drei oder mehr Pkw im Haushalt zur Verfügung haben. Lediglich bei zwei Personen steht im Haushalt kein Pkw zur Verfügung. Neun Befragte gaben darüber hinaus an, einen batterieelektrischen oder hybridbetriebenen Personenkraftwagen zu verwenden. Dementsprechend hoch fällt auch der Anteil der Pkw-Nutzung für den Arbeitsweg aus. Hier gaben 67 % an, den privaten Pkw als Verkehrsmittel zu nutzen.

Die anschließende Frage nach den im Haushalt zur Verfügung stehenden Fahrrädern, e-Bikes oder Pedelecs ergab, dass 21 Personen über kein eigenes Fahrrad verfügen. In 28 Fällen ist mindestens ein Zweirad im Haushalt verfügbar. Bei 111 der Befragten befinden sich zwei oder mehr Fahrräder im Haushalt. Der Gesamtbestand an Fahrrädern aller Befragten beträgt 370 Fahrräder, verteilt auf 139 Haushalte. Von den 370 Fahrrädern sind insgesamt 50 Räder elektrisch.

Potential Dienstrad

Die Frage nach dem Potential für ein Dienstrad wurde von 162 Befragten beantwortet. Dabei gaben 46 Personen an, grundsätzlich Interesse an einem Dienstrad zu haben. Weitere 37 Personen wünschen sich zusätzliche Informationen über das Konzept Dienstrad-Leasing, wohingegen 71 Personen kein Interesse bekundeten. Als Begründung für das fehlende Interesse gaben diese Personen an, dass die Distanz des Arbeitswegs für eine Radnutzung schlicht zu hoch (24) oder die Topografie zu anstrengend (6) sei. Weiterhin wurden beispielsweise fehlende Radwege (5), fehlende Duschkmöglichkeiten (2) oder die gute fußläufige Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes (3) genannt. Lediglich sieben Personen gaben an, generell eine Fahrradnutzung abzulehnen.

Maßnahmenvorschlag: Das Potential von Leasing-Diensträdern wird auch dadurch unterstrichen, dass Fahrräder und Pedelecs bei der Frage nach dem Wunsch-Verkehrsmittel an zweiter Stelle hinter dem Privat-Pkw genannt wurden. Die Verwaltung hat im Anschluss an den Fuhrpark-Workshop, der im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Konzeptes am 15. März 2021 abgehalten wurde und bei dem u. a. auch Abbildung 38 gezeigt wurde, bereits ein Dienstrad-Leasing eingeführt.

Die Bereitstellung von weiterführenden Informationsmaterialien und eine Qualifizierung der Radwegeverbindungen könnte die Bereitschaft zur Radnutzung ergänzend steigern und die Gesundheitsvorsorge der Beschäftigten fördern. Darüber hinaus steigern sichere Abstellmöglichkeiten und eine entsprechende Ladeinfrastruktur für E-Bikes / Pedelecs die Nutzungsbereitschaft.

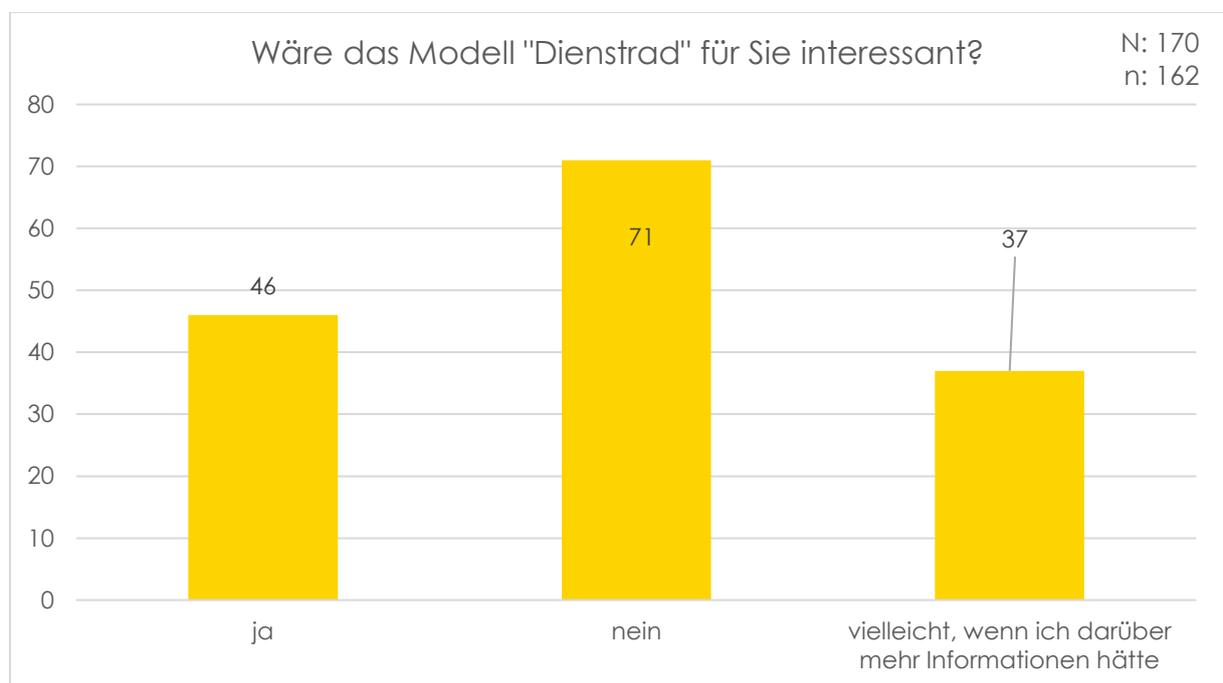


Abbildung 38: Interessensabfrage - Dienstrad-Leasing
Quelle [eigene Darstellung]

Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes

Die Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes wurde überwiegend mit sehr gut (105) bis gut (34) angegeben. Lediglich neun Personen bewerten die Erreichbarkeit als eher schlecht und drei Personen als sehr schlecht. Als Begründung für eine schlechte Erreichbarkeit wurde unter anderem eine hohe Distanz zur nächsten Haltestelle des öffentlichen Personennahverkehrs angegeben (3), dessen schlechter Takt (1) sowie ein unzureichender Ausbau des Radwegenetzes (3) und fehlende Fahrradabstellmöglichkeiten (1). Zu erwähnen ist hierbei, dass überwiegend die Erreichbarkeit unter Nutzung eines Pkws bewertet wurde.

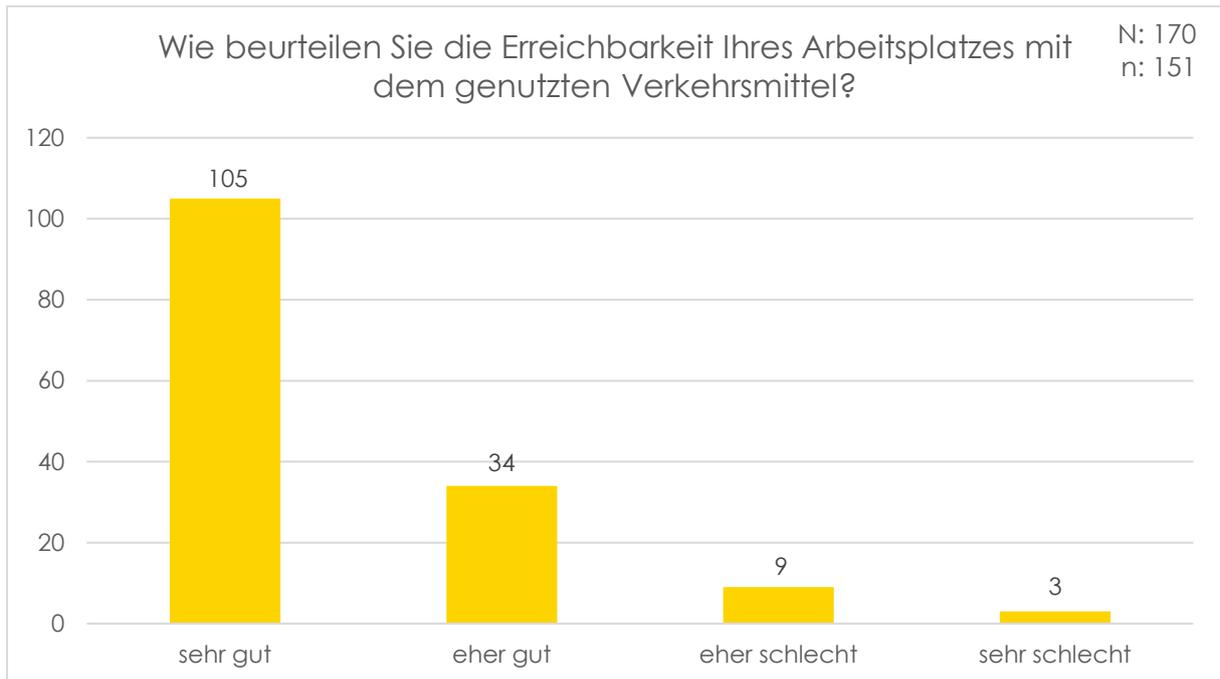


Abbildung 39: Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes
Quelle [eigene Darstellung]

Potential Fahrgemeinschaften und betriebliches Mobilitätsmanagement

Die Frage nach der aktuellen Verwendung von Fahrgemeinschaften zeigte, dass sich bisher nur rund 5 % der Beschäftigten in Fahrgemeinschaften organisieren. Auf die Frage nach der Verwendung von Fahrgemeinschaften mithilfe eines betrieblichen Organisationssystems gaben 35 % der Beschäftigten der Stadtverwaltung und 25 % von KDS und Stadtbetriebe an, sich die gelegentliche bis regelmäßige Bildung von Fahrgemeinschaften vorstellen zu können. Als Bedingung für die Nutzung wurden mehrheitlich die Punkte „Kollegen im Umkreis / geringe Umwege“ (36 Nennungen) und „passende Arbeitszeiten“ (22 Nennungen) genannt. Beide Aspekte lassen sich über ein entsprechendes System begünstigen. Gerade in der Stadtverwaltung, mit mehrheitlich geregelten Arbeitszeiten, besteht ein Potential zur Bildung von Fahrgemeinschaften unter Verwendung eines Organisationssystems. Zudem wird ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet, da von 170 Befragten (67 %) 114 Personen angaben, den täglichen Arbeitsweg mit dem privaten Pkw zu absolvieren und dabei allein im Auto zu sein.

Maßnahmenvorschlag: Potential zur Steigerung besteht in der Einrichtung eines entsprechenden Organisationssystems, welches Mitarbeitenden das Anbieten und Finden von Fahrgemeinschaften erheblich erleichtert. Insbesondere zum Finden von möglichen Kolleg:innen im Umkreis des Wohnortes bietet sich ein solches System an. In diesem können Beschäftigte ihre täglichen Arbeitsrouten mit Startort, Strecke und Zeit angeben. Interessierte können dann mit dem jeweiligen Mitarbeitenden Kontakt aufnehmen und sich gemeinsam zu einer Fahrgemeinschaft organisieren.

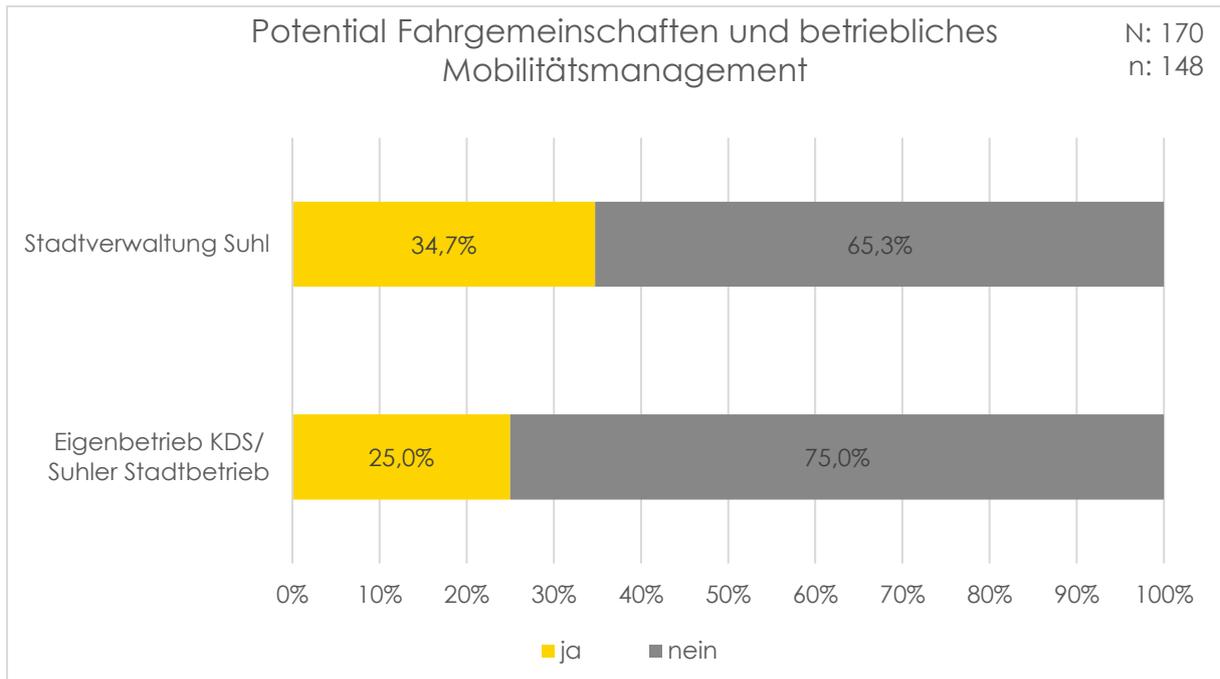


Abbildung 40: Potential für Fahrgemeinschaften bei Einrichtung eines Organisationssystems
Quelle [eigene Darstellung]

Absicht der Anschaffung eines Elektroautos und zugehöriger Ladebedarf

Die Frage nach der Anschaffung eines Elektroautos in den nächsten Jahren beantworteten 147 der 170 Befragten. Dabei gaben 39 Beschäftigte (26,5 %) an, sich wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich ein batterieelektrisches Fahrzeug anschaffen zu wollen, wohingegen 71 Befragte (48 %) dies mit unwahrscheinlich bis sehr unwahrscheinlich bekundeten. 23 Befragte (16 %) beabsichtigen unabhängig der Antriebsform überhaupt keine Neuanschaffung. Lediglich 14 Personen (9,5 %) lehnen die Anschaffung eines batterieelektrischen Fahrzeuges generell ab. Dementsprechend entsteht perspektivisch der nachfolgende Ladebedarf am Arbeitsplatz.

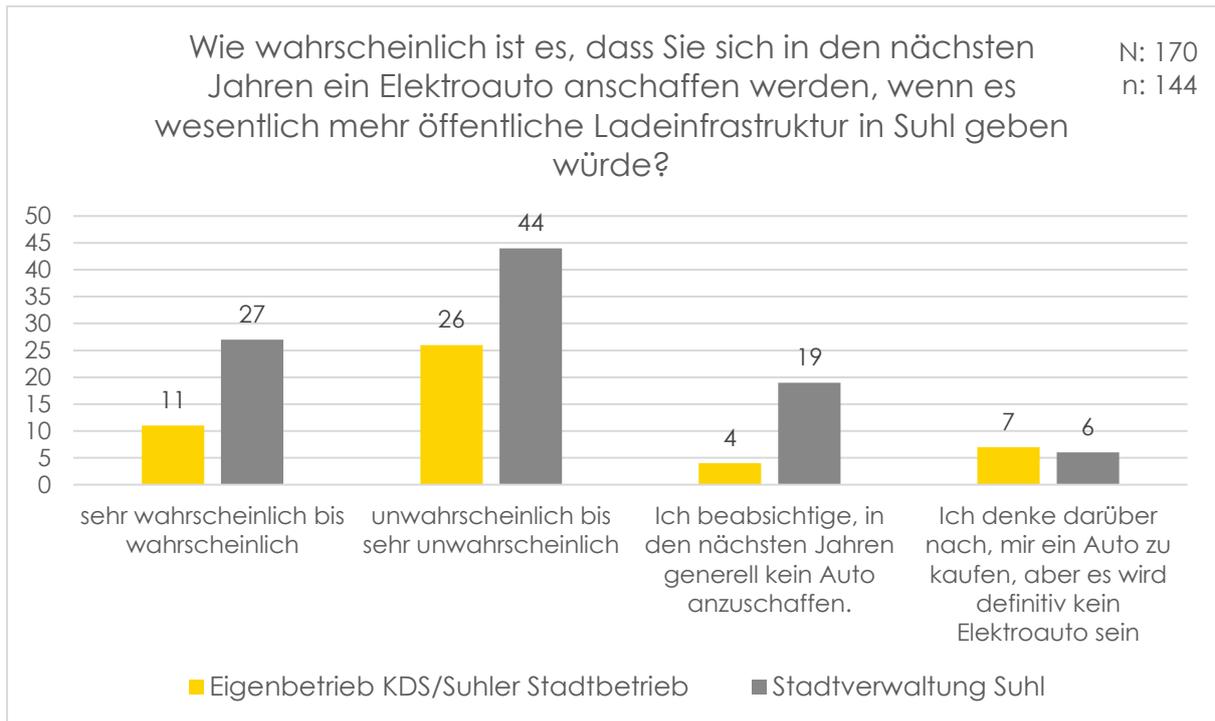


Abbildung 41: Wahrscheinlichkeit der Anschaffung eines Elektroautos
Quelle [eigene Darstellung]

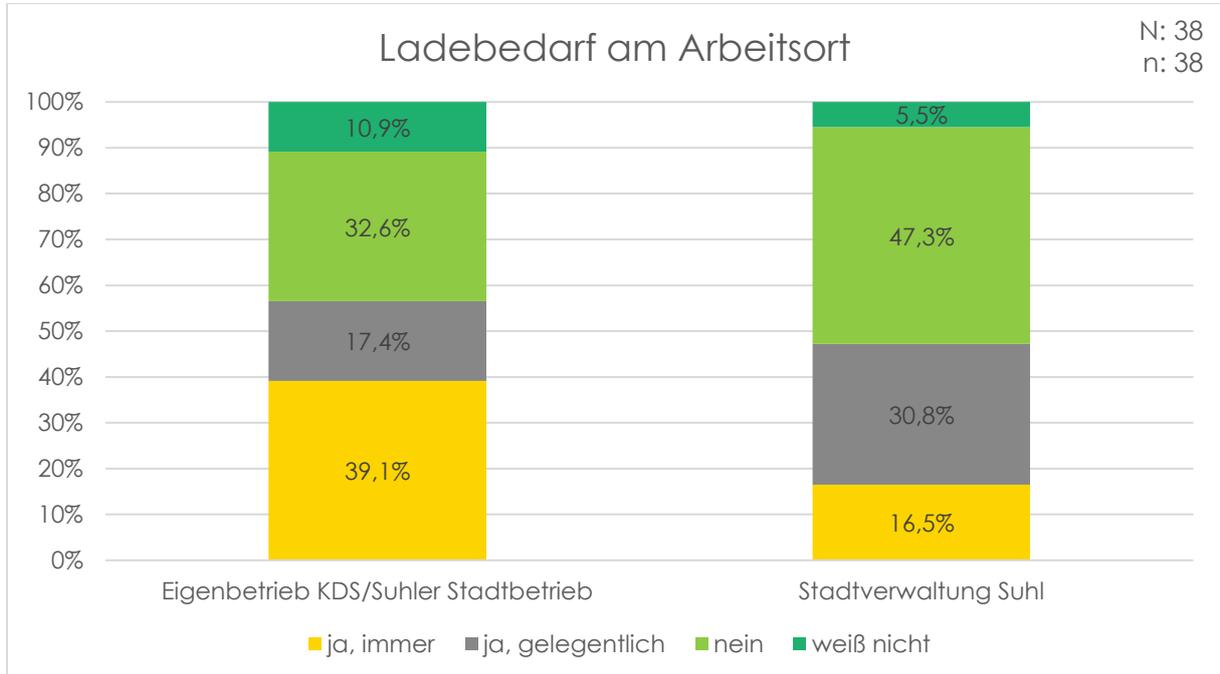


Abbildung 42: Potentieller Ladebedarf je Arbeitsstelle
Quelle [eigene Darstellung]

Verfügbarkeit der Dienstfahrzeuge

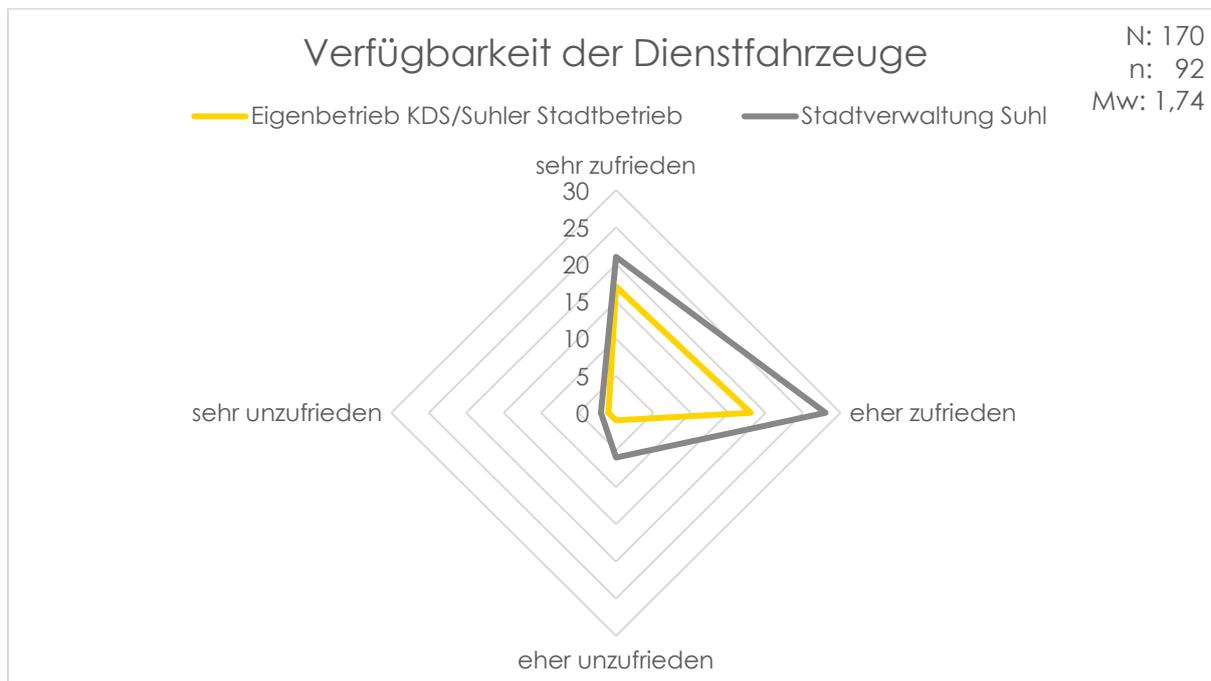


Abbildung 44: Zufriedenheit mit der Verfügbarkeit der Dienstfahrzeuge
Quelle [eigene Darstellung]

Auf die Frage nach der Zufriedenheit mit der generellen Verfügbarkeit der Dienstfahrzeuge gab die überwiegende Mehrheit der Befragten an, dass sie mit der Situation „eher zufrieden“ (48 Nennungen) sind. 38 weitere Nennungen fielen auf die Option „sehr zufrieden“. Lediglich sieben Personen gaben an, „eher unzufrieden“ und drei Personen „sehr unzufrieden“ mit der Verfügbarkeit zu sein. Auf einer Skala von 1,0 („sehr zufrieden“) bis 4,0 („sehr unzufrieden“) liegt somit der Mittelwert bei 1,74. Aufgeschlüsselt nach der Arbeitsstelle zeigt sich jedoch, dass vor allem im Bereich der Stadtverwaltung die Verfügbarkeit schlechter bewertet wurde. Dies lässt sich damit erklären, dass Dienstfahrzeuge der Stadtverwaltung tendenziell nicht für feste Routen eingeplant sind, wie es beispielsweise bei Nutzfahrzeugen der KDS und Stadtbetriebe der Fall ist.

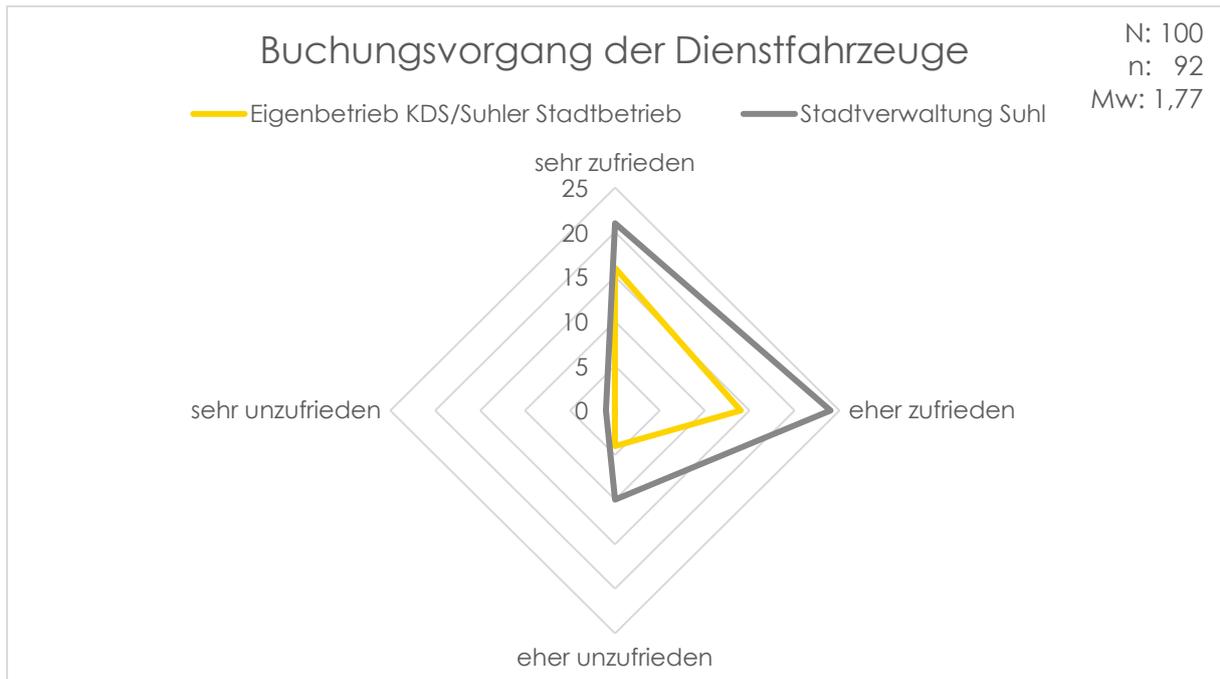


Abbildung 45: Zufriedenheit mit dem Buchungsvorgang von Dienstfahrzeugen
Quelle [eigene Darstellung]

Ähnlich gut wie die Verfügbarkeit von Dienstfahrzeugen wurde auch der Buchungsvorgang bewertet. Hierbei gaben 40 Personen an, mit dem Buchungsvorgang „eher zufrieden“ zu sein. 37 Personen sind „sehr zufrieden“, wohingegen 14 Personen „eher unzufrieden“ und eine Person „sehr unzufrieden“ angab. Der Mittelwert wurde hierbei mit 1,77 bewertet. Zu sehen ist, dass Befragte der Stadtverwaltung das Buchungssystem deutlich schlechter bewerteten. Hier kann davon ausgegangen werden, dass eine niederschwellige Buchung in der Verwaltung nicht möglich ist. Es besteht zudem die Annahme, dass bei der KDS und dem Stadtbetrieb mitunter keine Buchung für Nutzfahrzeuge erforderlich ist, da diese Fahrzeuge fest in Routen eingeplant sind.

Zu beachten ist, dass sowohl die Frage nach der Zufriedenheit mit der Verfügbarkeit als auch die Zufriedenheit mit dem Buchungsvorgang nur von Personen beantwortet wurde, die in einer vorangestellten Filterfrage angaben, für die Ausübung ihrer Tätigkeit ein Dienstfahrzeug zu benötigen.

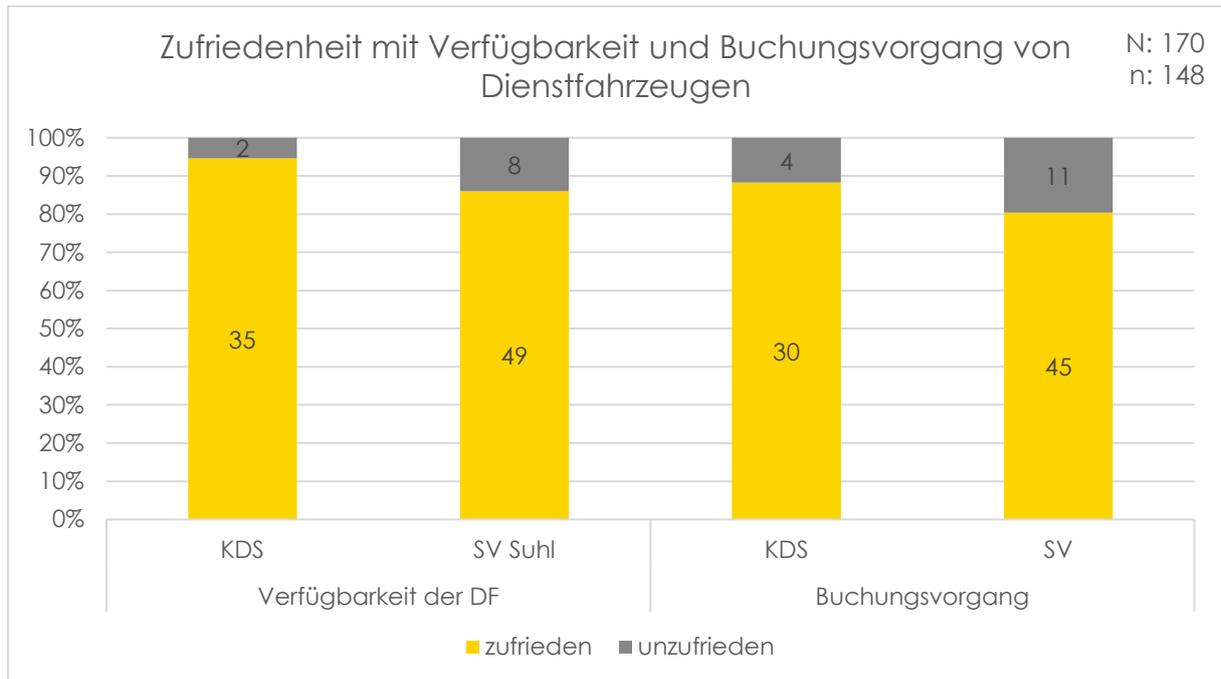


Abbildung 46: Zufriedenheit mit Verfügbarkeit und Buchung von Dienstfahrzeugen je Arbeitsstelle
Quelle [eigene Darstellung]

Bereitschaft zur Nutzung eines Dienstrads zur Ausübung der Tätigkeit

Unter der Kategorie **Weitere Anmerkungen** konnten die Beschäftigten weiterführende Anregungen, Gedanken oder Kritik abgeben. Hier wurde vereinzelt noch einmal das **Interesse** und der Wunsch nach der Einführung eines **Dienstrad-Leasings** bekundet. Darüber hinaus wurden teilweise **Kritiken** gegenüber Elektromobilität und der Elektrifizierung des Fuhrparks geäußert. Des Weiteren wurde ein Parkraumproblem im Bereich des Neuen Rathauses erwähnt, in dessen Umfeld ein Mangel an Stellplätzen vorliegt. Zudem wurde der **Wunsch** nach einem **Job-Ticket** für den ÖPNV bekundet.

Maßnahmenvorschlag: Es bietet sich an, Informationsmaterialien zur **Aufklärung**, beispielsweise hinsichtlich der Reichweiten, Brandgefahren oder der Rohstoffrückgewinnung (Batterie-Recycling) zur Verfügung zu stellen. Dies wirkt den teilweise vorurteilbehafteten Kritiken entgegen und kann die **Akzeptanz** nachhaltiger Mobilität unter den Beschäftigten steigern. Das vorliegende Konzept umfasst in Kapitel 2.5 die gängigsten Kontroversen rund um die Elektromobilität.

Soziodemografische Daten

Die Teilnehmenden der Befragung ordneten sich ausgeglichen den Geschlechtern männlich (53 %) und weiblich (47 %) zu. Der Altersdurchschnitt der Befragten lag bei rund 45 Jahren. Im Detail befanden sich 6 % der Teilnehmenden im Alter der jungen

Erwachsenen (18 bis 30 Jahre), rund 33 % im Alter zwischen 31 bis 40 Jahren. Die Altersklasse 41 bis 50 Jahre war mit 27 % vertreten und 34 % der Befragten gaben an, sich im Alter von 51 bis 65 Jahren zu befinden. Damit ist ein aussagekräftiger Querschnitt der Befragten hinsichtlich des Geschlechtes und des Alters erreicht. In Bezug auf den Arbeitsort gaben 49 Personen (34 %) an, bei dem Eigenbetrieb Kommunalwirtschaftliche Dienstleistungen Suhl beziehungsweise dem Suhler Stadtbetrieb tätig zu sein, wohingegen 96 Personen (66 %) direkt bei der Stadtverwaltung beschäftigt sind.

6 Fazit

Kommunale Pkw

Die im Bericht analysierten Fahrzeuge umfassen nur einen Teil des Fuhrparks der Stadt Suhl. Auf Basis der zur Verfügung gestellten Datengrundlage wurden **22 Pkw** detailliert untersucht.

Generell lässt sich festhalten, dass nahezu alle analysierten Pkw Tageslaufleistungen und Nutzungsanforderungen aufweisen, die mit der aktuell am Markt verfügbaren Produktpalette **vollständig und ohne Komfort- und Nutzungseinbußen** elektrifiziert werden können. Aus diesem Grund findet in der Analyse eine **vollständige Substitution** der Verbrennerfahrzeuge durch Elektrofahrzeuge statt.

Die Ergebnisse der **Kostenbetrachtungen** haben gezeigt, dass die 1:1-Substitution des gesamten Fuhrparks zu **deutlichen jährlichen Mehrkosten von 30-40 %** führt. Durch die Nutzung bestehender Förderung können allerdings **leichte Kosteneinsparungen von ca. 5-7 %** im Vergleich zum heutigen Stand erreicht werden.

Basierend auf den zugrunde liegenden Informationen zur Fuhrparkstruktur wird **eine Fuhrparkverkleinerung vorgeschlagen**. Hierdurch lassen sich laut Berechnung die jährlichen Mehrkosten gegenüber der 1:1-Substitution um weitere **4-12 % senken**. Lediglich bei der Poolingeinheit kam es bei der Betrachtung mit Mehrkostenförderung zu einer leichten Kostensteigerung von 3 %, da in der Analyse unterstellt wird, dass alle Fahrten des entfernten Fahrzeuges durch Carsharing aufgefangen werden (Worst-Case-Betrachtung). In der Realität wird ein Großteil dieser Fahrten durch den verbleibenden Fuhrpark übernommen, weshalb auch hier eine Kosteneinsparung wahrscheinlicher ist als eine Kostensteigerung.

Weitere Stellhebel, um ökonomische und/oder ökologische Einsparungen im Zuge der Fuhrparkelektrifizierung zu generieren, sind:

- 1) Die Nutzung von Strom aus Eigenerzeugung (BHKW) bietet Kostensenkungspotenziale. Durch erneuerbare Energien lassen sich auch die CO₂-Emissionen der Fahrzeugnutzung verringern.
- 2) Bei Ersatzbeschaffungen sollte stets geprüft werden, ob ein Fahrzeug aus einem kleineren Segment für die konkrete Anforderung ebenfalls infrage kommt.
- 3) Für die kommenden Jahre verspricht die Förderkulisse gute Optionen zur Finanzierung der Anschaffungsmehrkosten.

Kommunale Nutzfahrzeuge

Die derzeitige Marktsituation macht es schwierig, präzise 1:1-Substitutionen für Nutzfahrzeuge vorzuschlagen. Es ist davon auszugehen, dass die Marktentwicklung im Nutzfahrzeugsektor in den nächsten Jahren von Modelloffensiven geprägt sein wird. Die Empfehlungen sind lediglich als Vorschläge anzusehen. Um genauere Fahrzeuginformationen zu erhalten, müssen Angebote zu den Fahrzeugen eingeholt werden.

Basierend auf der Datenanalyse lassen sich ca. 25 % des Fuhrparks (Minimalszenario) durch Nutzfahrzeuge ersetzen; zumindest konnten hierzu Fahrzeuge mit identischen Einsatzzwecken recherchiert werden. Das Mittelszenario (80 %) ist bereits sehr progressiv und wird wahrscheinlich erst gegen Ende des Jahrzehnts erreichbar sein. Das Maximalszenario (100 %) dient v.a. dem theoretischen Vergleich der Lastgänge.

Insgesamt wird es wichtig sein die Entwicklung auf dem Nutzfahrzeugmarkt stetig zu beobachten und wenn nötig zu handeln und Fahrzeugsubstitutionen umzusetzen. Der Prozess muss stetig und zielführend ablaufen.

Ladeinfrastruktur

Um die nötigen Rahmenbedingungen zu schaffen, ist eine standortspezifisch ausgelegte Ladeinfrastruktur nötig. Dabei sollte jedem Fahrzeug ein eigener Ladepunkt zur Verfügung gestellt werden, da das Teilen von Ladepunkten Stellplatzwechsel nach sich zieht, die im Alltag als störend empfunden werden und die ggf. auch vergessen werden – was zur Folge haben könnte, dass Fahrzeuge am nächsten Morgen nicht geladen wären. Besteht die Option des Ladens über Nacht, reicht eine **mittlere Anschlussleistung von ca. 2-4 kW je Fahrzeug** vollkommen aus, um den Ladebedarf der Fahrzeuge zu decken. Der jeweilige Ladepunkt sollte eine **Anschlussleistung von 11 kW** aufweisen.

Vor der Errichtung von Ladeinfrastruktur ist das jeweilige technische Gebäudemanagement in die Betrachtung einzubeziehen.

Fuhrparkmanagement

Zur verbesserten Organisation des Fuhrparks wird die Einführung **eines zentralen Fuhrparkmanagements sowie einer Fuhrparksoftware** für die Fahrzeugverwaltung einerseits und für Buchungsprozesse andererseits angeregt. Es werden Empfehlungen für die Berücksichtigung der Elektromobilität im Fuhrparkmanagement gegeben.

Nach der Etablierung erster Elektrofahrzeuge im Fuhrpark ist es von zentraler Bedeutung, die Mitarbeiter:innen durch **wiederholte Ausprobierangebote zum Fahren und Laden** zu animieren. Nur wenn die hier natürlicherweise bestehenden Unsicherheiten abgebaut werden, kann die neue Technologie im Arbeitsalltag Einzug halten.

Arbeitsmobilität

Auch aus der **Belegschaft resultiert Ladepunktbedarf**, der im Zuge der Errichtung von LIS für die Fuhrparke berücksichtigt werden sollte. Zwei Befragte der Stadtverwaltung

und sechs Befragte am Standort KDS gaben Interesse an der Beschaffung eines Elektrofahrzeugs in Kombination mit einem unmittelbaren Ladebedarf beim Arbeitgeber an. Ladestrom für Elektrofahrzeuge (und für E-Bikes/Pedelecs) darf kostenlos an Mitarbeiter:innen abgegeben werden, ohne dass ein geldwerter Vorteil entsteht. Sollte der Strom berechnet werden, empfiehlt es sich, diesen ohne Gewinn an die Mitarbeiter:innen abzugeben. Mittelfristig kann die Bereitstellung von Lademöglichkeiten für Mitarbeiter:innen ein Kriterium im Fachkräftemangel sein.

Bereits während der Projektlaufzeit hat die Verwaltung auf den Wunsch der Belegschaft reagiert und ein **Dienstrad-Leasing** realisiert. Hier sollten ergänzend weiterführende Informationsmaterialien angeboten sowie mittel- und langfristig die Qualität der Radwegeverbindungen verbessert werden. Darüber hinaus steigern sichere Abstellmöglichkeiten und eine entsprechende Lademöglichkeit für E-Bikes / Pedelecs die Nutzungsbereitschaft.

Im Kontext von **Fahrgemeinschaften** besteht Steigerungspotential durch die Einrichtung eines entsprechenden Organisationssystems, welches Mitarbeitenden das Anbieten und Finden von Fahrgemeinschaften erheblich erleichtert.

Weiterhin besteht großer Aufklärungsbedarf zur Rolle der Elektromobilität. In Kapitel 2.5 werden zentrale Kontroversen zur Elektromobilität behandelt. Darüber hinaus erscheint es angebracht, Informationsmaterialien zur **Aufklärung**, beispielsweise hinsichtlich der Reichweiten, Brandgefahren oder der Rohstoffrückgewinnung (Batterie-Recycling) zur Verfügung zu stellen. Dies wirkt den teilweise vorurteilbehafteten Kritiken entgegen und kann die **Akzeptanz** nachhaltiger Mobilität unter den Beschäftigten steigern.

7 Literaturverzeichnis

- [1] S. S. (Hg.), „Stadt Suhl - Zahlen und Fakten,“ 13.11.2018. [Online]. Available: <https://www.suhltrifft.de/content/view/25/1409/>. [Zugriff am 18.5.2021].
- [2] T. L. f. S. (Hg.), „Tourismus in Thüringen. Zahlen. Daten. Fakten.,“ 2020. [Online]. Available: https://statistik.thueringen.de/webshop/pdf/2020/80115_2020_51.pdf. [Zugriff am 18.5.2021].
- [3] S. S. /Thür., „Angebotsaufforderung Erstellung Elektromobilitätskonzept Stadt Suhl,“ Eigenbetrieb Kommunalwirtschaftliche Dienstleistungen Suhl, Suhl, 2019.
- [4] A. Windt und O. Arnhold, *Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf*, N. Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur, Hrsg., Berlin, 2020.
- [5] W. Olle, D. Plorin, D. Vogel, A. Wächtler und R. Chmelik, „Elektromobilität trotz der Automobilkrise - Entwicklungen in Europa 2020–2025,“ *Autoland Sachsen*, Nr. 2020-2, 2020.
- [6] NPE, „Fortschrittsbericht 2018 Elektromobilität,“ Nationale Plattform Elektromobilität, 2018.
- [7] M. H. T. G. P. Plötz, „Fuhrparkoptimierung für Elektrofahrzeuge,“ Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 2015.
- [8] B. f. V. u. d. I. (BMVI), „Gesamtkonzept Klimafreundliche Nutzfahrzeuge,“ BMVI, Berlin, 2020.
- [9] BMVI, „Ad-hoc-Task-Force zu Mindeststandards bei der Umrüstung von konventionellen Nutzfahrzeugen auf alternative Antriebe,“ BMVI, Berlin, 2021.
- [10] M. Wietschel, „Ein Update zur Klimabilanz von Elektrofahrzeugen,“ Fraunhofer-Gesellschaft, Karlsruhe, 2020.

- [11] G. K. Petra Icha, „Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 -2019,“ Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2020.
- [12] A. Bunzel, D. Coulmas und G. Schmidt-Eichstaedt, Städtebauliche Verträge - ein Handbuch, Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik (Difu), 2007.

Anhang

A. Fuhrpark

A.1 Modellbildung

Die übergeordnete Zielsetzung der Fuhrparkanalyse ist eine **effizienz- und kostenorientierte Vorgehensweise**. Als zweites Element werden Einsparpotenziale von **CO₂-Emissionen** untersucht. Dabei ist stets Prämisse, dass die Elektrifizierung eines Fahrzeugs nur dann vorgeschlagen wird, wenn daraus keine Nutzungsnachteile resultieren, bspw. Notwendigkeit zum Teilen von zu wenigen Ladepunkten, Transport von (Anhänger-)Lasten, benötigter Ladevolumina, Winterreichweite etc. Die Fahrzeugwahl der Substitution basiert auf manuell gewählten Entscheidungskriterien. Jedem hinterlegten Verbrennerfahrzeug des Fuhrparks wird ein Referenz-Elektrofahrzeug zugeteilt – diese Zuteilung dient als Grundlage für das Modell.

A.2 Hintergrund

Die Fuhrparkanalyse basiert einerseits auf **Fahrtenbüchern**, welche **je Fahrt Eintragungen zu Datum, Uhrzeit und gefahrenen Kilometern** beinhalten müssen, und andererseits auf fahrzeug- und organisationsspezifischen Informationen (Fahrzeugmodell, Nutzergruppe(n), Zuordnung, Verantwortlichkeiten etc.). Schlecht geführte Fahrtenbücher erlauben keine ausreichende Analysetiefe, weshalb dann lediglich die Prüfung der **1:1-Substitution** (im Sinne eines direkten Ersatzes eines spezifischen Verbrennerfahrzeuges durch ein Elektrofahrzeug) erfolgen kann. Die Fahrtenbücher werden in das Modell eingepflegt und anschließend mit dem **ISME-Fuhrparktool** analysiert. Einen ersten Anhaltspunkt bzgl. der Verkleinerung des Fuhrparks stellt die fahrzeug- und fuhrparkspezifische **Nutzungsintensität** dar, welche vom ISME-Fuhrparktool mit den folgenden Darstellungen ausgegeben werden.

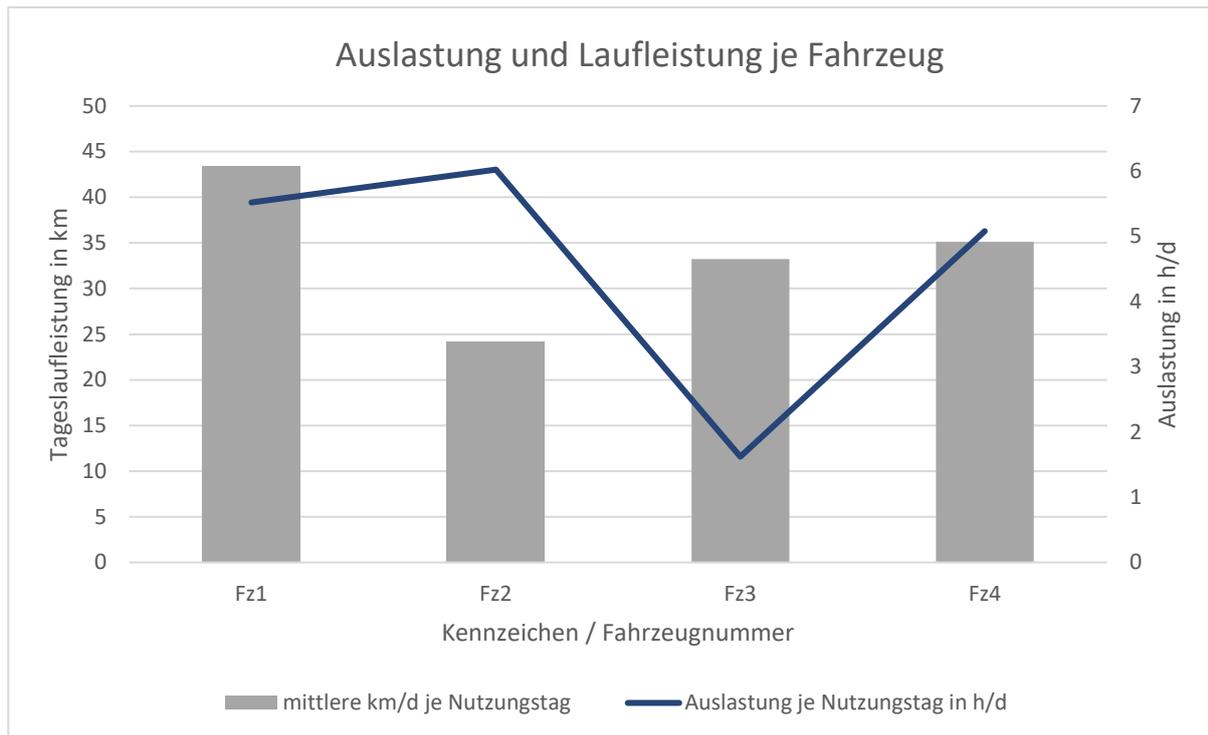


Abbildung 47: Ausschnitt fahrzeugspezifische Nutzungsintensität (keine Ergebnisse)
Quelle [eigene Darstellung]

Die durchschnittlichen Kilometer je **Nutzungstag** und die zeitliche **Auslastung während der Nutzungstage** basieren auf den Betrachtungszeiträumen der Fahrtenbücher. Dabei handelt es sich um die Auslastung in Stunden/Tag. Anhand der fahrzeugspezifischen Nutzungsintensität (s. Abbildung 47) kann die 1:1-Substitution abgeschätzt werden. Um den Fuhrpark ganzheitlich zu optimieren, wird die fuhrparkspezifische Nutzungsintensität in Form einer **zeitlichen Überlagerung** der einzelnen Fahrzeuge untersucht und als **Heat-Map** aufbereitet (s. Abbildung 48) .

Die X-Achse zeigt die Uhrzeit von 0-23 Uhr. Die Y-Achse beschreibt die prozentuale Auslastung des Fuhrparks anhand der Fahrzeuganzahl, welche zum jeweiligen Zeitpunkt in Nutzung sind. Die **Farbskala stellt die Häufigkeitsdichte** dar. Je stärker die Farbe vom gelben ins Grüne reicht, desto höher ist die Anzahl an Tagen, an denen die jeweilige Fuhrparkauslastung erreicht wird. In den roten Bereichen findet **an keinem Tag im Betrachtungszeitraum eine Auslastung** statt. Auf dieser Basis werden Vorschläge erarbeitet, **welche Fahrzeuge elektrifiziert oder aus dem Fuhrpark entnommen werden**. Diese Vorschläge werden mit dem Auftraggeber (im Dialog oder in Form eines Workshops mit den relevanten Akteuren) abgestimmt und entsprechend angepasst.

- Zu diesem Zeitpunkt des Tages tritt diese Auslastung **nie** auf
- Die Auslastung tritt auf, aber **selten**
- Die Auslastung tritt **häufig** auf
- Die Auslastung tritt **meist bis immer** auf

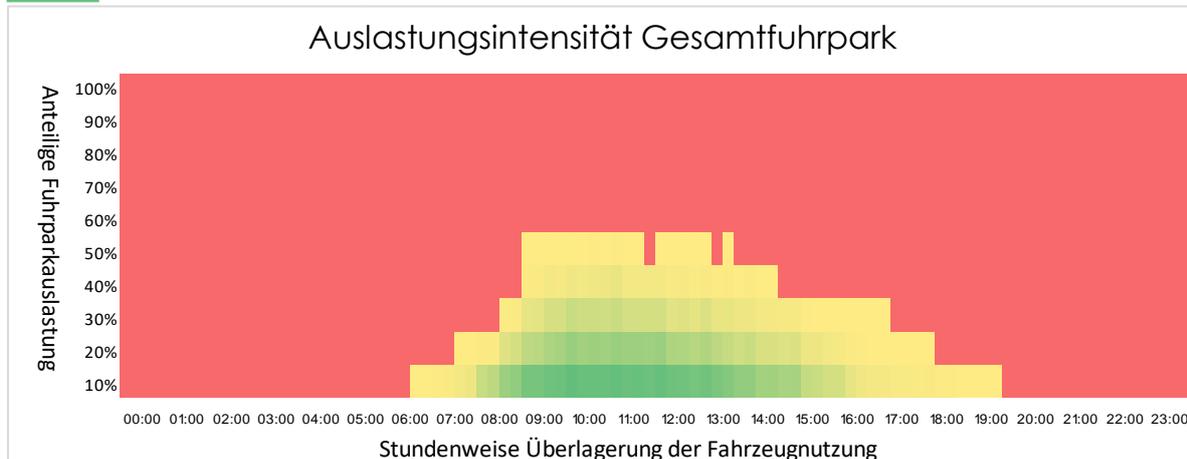


Abbildung 48: Ausschnitt fuhrparkspezifische Nutzungsintensität (keine Ergebnisse).
Quelle [eigene Darstellung]

Im Rahmen einer Fuhrparkverkleinerung wird das Fahrzeug mit der **geringsten Überlagerung** aus dem Fuhrpark entnommen. Die Fahrten des entfernten Fahrzeugs werden teilweise auf den **verkleinerten Fuhrpark** und teilweise auf **Carsharing, ÖPNV und Taxi verlagert**. Je geringer die zeitliche Nutzungsüberlagerung eines Fahrzeugs ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass andere Fahrzeuge als Puffer bereitstehen.

Das ISME-Fuhrparktool ersetzt die Fahrten eingesparter Fahrzeuge durch entweder 100 % Carsharing oder 100 % Taxi. Zwar ist davon auszugehen, dass sich im realen Betrieb ein **Großteil der Fahrten** auf die verbleibenden Fuhrparkfahrzeuge verteilen wird, dies lässt sich allerdings aus Fahrtenbüchern nicht zweifelsfrei ableiten. Auch Effekte wie die Verlagerung von Wegen auf den Umweltverbund (Fuß, Fahrrad, ÖPNV) lassen sich nicht allgemeingültig ableiten. Mit der beschriebenen Vorgehensweise werden deshalb die maximal aus der Fuhrparkoptimierung resultierenden Kosten bestimmt (Worst-Case-Analyse). Die genannten Aspekte werden in der Realität zu geringeren Kosten führen.

A.3 Fahrzeugdaten

Um auf **ökonomische, ökologische und technische Faktoren** Bezug nehmen zu können, werden Fahrzeugparameter benötigt (s. Tabelle 21). Anhand dieser Parameter erfolgt anschließend die Berechnung im Simulationsmodell.

Tabelle 21: Übersicht der verkehrsträgerspezifischen Parameter.

Parameter	Elektrofahrzeug	Verbrennerfahrzeug	Carsharing	Taxi
Verbrauch Elektrofahrzeug in kWh/km	fahrzeugspezifisch (10-30 kWh)	/	fahrzeugspezifisch	/
Konventioneller Verbrauch in l/km	/	fahrzeugspezifisch	fahrzeugspezifisch	/
Anschaffungskosten	fahrzeugspezifisch	fahrzeugspezifisch	/	
Leasingkosten	fahrzeugspezifisch	fahrzeugspezifisch	/	
Kfz-Steuer in €/a	/	122	/	/
Wartungskosten in €/km	0,071	0,214	/	/
Kosten LIS €/a (12 a)	166	/	/	/
Strombezugskosten in €/kWh	0,3	/	0,3	/
Kraftstoffbezugskosten in €/l	/	1,37	1,37	/
Zeitgebundene Kosten €/min	/	/	0,35	1
Streckengebundene Kosten €/km	/	/	0,45	1,5

Quelle [eigene Darstellung]

A.4 Kostenermittlung

Es werden die jährlichen Kosten des entsprechenden Fahrzeugbestandes zum jeweiligen Zeitpunkt übereinandergelegt. Dabei werden sämtliche Kostenpunkte über den Betrachtungszeitraum von 12 Jahren ermittelt. Der Zeitraum von **12 Jahren** wurde gewählt, da hier der Restwert der gekauften Fahrzeuge **vernachlässigbar gering** ist und daher ein nur geringer Fehler im Vergleich zu Leasing resultiert. Die Kosten **werden inklusive und exklusive Förderprogrammen ermittelt**.

Der Kostenbetrachtung liegen Referenzfahrzeuge zugrunde, nicht die realen Kosten des bestehenden Fuhrparks. Die Ergebnisse sind aufgrund **lokaler Preisunterschiede** gerade im Bereich Leasing nur als Annäherungswerte zu verstehen. Sie bieten aber dennoch eine gute Orientierung und stellen eine fundierte Entscheidungsgrundlage dar.

A.5 Vorgehensweise

Tabelle 22 zeigt die übliche Vorgehensweise im Rahmen der Konzepterstellung zur Elektrifizierung von Fuhrparks. Je nach Umfang und speziellen Eigenschaften des Fuhrparks erfolgt eine Anpassung der einzelnen Schritte.

Tabelle 22: Vorgehensweise Fuhrparkanalyse.

Methodisches Vorgehen	
Ist-Analyse	<ul style="list-style-type: none">• Abfrage Fahrzeuge und Fahrtenbücher• Digitalisierung, Plausibilitätsprüfung und Konsolidierung der Fahrtenbücher• Gliederung der Standorte und Einteilung von Fahrzeugen ins Pooling ja/nein• Implementierung der Fahrtenbücher ins ISME-Tool Fuhrpark
1:1-Substitution im Fuhrpark	<ul style="list-style-type: none">• Einzelabgleich entsprechend Tageslaufleistung
Einbettung und Finalisierung	<ul style="list-style-type: none">• Beschaffungsplan• Kostenanalyse (Kauf und Leasing)• CO₂-Emissionen
Ableitung Lastprofil und Aufbastrategie LIS	<ul style="list-style-type: none">• Resultierende Lastgänge• Vorschläge über benötigte Netzanschlussleistung• Berücksichtigung der Elektrifizierung im Fuhrparkmanagement (Car Policy, Gefährdungsbeurteilung, Buchungs- & Fuhrparkverwaltungssoftwares)

Quelle [eigene Darstellung]

A.6 Fahrzeugliste BEV

In Tabelle 23 sind die **batterieelektrischen Fahrzeuge (BEV) aufgeführt**, welche im ISME-Fuhrparktool zur Auswahl stehen. Jedem Elektrofahrzeug ist ein Referenzfahrzeug (Verbrenner-Fahrzeug) zugeordnet, welches als Vergleichsbasis verwendet wird. Die förderfähigen Ausgaben beziehen sich auf der Differenz zwischen Elektrofahrzeug und Referenzfahrzeug und entstammen dem Bundesförderprogramm „Elektrofahrzeuge und Infrastruktur“³⁶.

Tabelle 23: Fahrzeugliste Tool

Fahrzeugtyp	Förderfähigen Ausgaben (Brutto)	Leasing/a	Verbrauch kWh/100km	Anschaffungskosten (Brutto)	Batteriekapazität in kWh	Fahrzeugart
Citroën C-Zero	11.100,00 €	242,00 €	17	21.800,00 €	14,5	Kleinwagen
Audi e-tron 50 Quattro	8.050,00 €	500,00 €	27,75	69.100,00 €	71	Geländewagen / SUV
Audi e-tron 55 Quattro	18.850,00 €	600,00 €	26,3	79.900,00 €	95	Geländewagen / SUV
Audi Q5 TFSI e quattro	6.450,00 €	500,00 €	18,3	60.450,00 €		Geländewagen / SUV
BMW i3 (42,2 kWh, 37,9 kWh nutzbar)	8.500,00 €	245,00 €	16,3	38.000,00 €	37,9	Kleinwagen (PKW)
BMW i3s (42,2 kWh, 37,9 kWh nutzbar)	7.250,00 €	300,00 €	16,5	41.600,00 €	37,9	Kleinwagen (PKW)
Citroën E-JUMPY M 50kWh	10.413,00 €	309,00 €	21	41.947,50 €	50	Utility (N1) (NFZ)
Citroën E-JUMPY M 75kWh	16.363,00 €		21	47.870,00 €	75	Utility (N1) (NFZ)
Citroën E-Mehari	9.780,00 €		20	25.270,00 €	30	Kleinwagen (PKW)
DS3 Crossback E-Tense	8.900,00 €	169,00 €	18,3	38.390,00 €	50	Geländewagen / SUV
Ego-Life 20	5.910,00 €		14,5	15.900,00 €	20	Mini (PKW)
Ego-Life 40	7.410,00 €		18,7	17.400,00 €	21,5	Mini (PKW)
Ego-Life 60	9.910,00 €		15,5	19.900,00 €	21,5	mini (PKW)
EVUM aCar (alle Varianten)	15.098,00 €		15,9	34.498,10 €		Utility (NFZ)
Fiat E-Ducato 47 kWh (alle Versionen)	29.940,00 €		33,3	66.640,00 €	47	Utility (N1) (NFZ)
Fiat E-Ducato 79 kWh (alle Versionen)	50.170,00 €		35,2	86.870,00 €	79	Utility (N1) (NFZ)

³⁶ <https://www.ptj.de/projektfoerderung/elektromobilitaet-bmvi/invest>

Honda e	16.560,00 €	254,00 €	19	33.850,00 €	35	Kleinwagen (PKW)
Hyundai IONIQ Elektro	10.650,00 €	100,00 €	13,8	33.300,00 €	38,3	Kompaktklasse (PKW)
Hyundai Kona Elektro (alle Versionen)	14.000,00 €	100,00 €	15	34.600,00 €	39,2	Geländewagen / SUV
ISEKI Goupil G4 (13,8 kWh)	24.359,00 €		12	40.059,00 €	13,8	Utility (N1) (NFZ)
ISEKI Goupil G4 (9 kWh)	19.859,00 €		12	35.559,00 €	9	Utility (N1) (NFZ)
ISEKI Goupil G5 (11,5 kWh)	25.911,00 €		12	41.611,00 €	11,5	Utility (N1) (NFZ)
ISEKI Goupil G5 (19,2 kWh)	37.011,00 €		12	52.711,00 €	19,2	Utility (N1) (NFZ)
Jaguar I-Pace	21.490,00 €	399,00€	18,8	78.240,00 €	90	Geländewagen / SUV
Kia e-Niro 39,2 kWh	11.200,00 €	135,00 €	15,3	34.290,00 €	39,2	Kompaktklasse (PKW)
Kia e-Niro 64 kWh	15.000,00 €	199,00 €	15,9	38.090,00 €	64	Kompaktklasse (PKW)
Kia Soul EV	12.250,00 €	185,00 €	14,7	29.490,00 €	27	Mini-Van (PKW)
Mercedes Benz A 250 e	6.188,00 €	209,00 €	14,6	36.943,55 €	15,6	Kompaktklasse (PKW)
Mercedes Benz A 250 e (Limousine)	6.188,00 €		14,6	37.300,55 €	15,6	Kompaktklasse (PKW)
Mercedes Benz EQC 400 4MATIC	17.695,00 €	499,00 €	22,7	71.281,00 €	80	Geländewagen / SUV
Mercedes Benz EQV 300 (alle Varianten)	19.765,00 €	603,00 €	27	72.457,91 €	90	Großraum- Van (PKW)
Mercedes Benz eSprinter 35 kWh (alle Varianten)	25.484,00 €	424,00 €	37,1	64.141,00 €	35	Utility (N1) (NFZ)
Mercedes Benz eSprinter 47 kWh (alle Varianten)	34.258,00 €	500,00 €	32,5	72.914,87 €	47	Utility (N1) (NFZ)
Mercedes Benz eVito (alle Varianten)	31.535,00 €	299,00 €	21	53.538,10 €	35	Utility (N1) (NFZ)
Mercedes Benz eVito Tourer (alle Varianten)	29.978,00 €	299,00 €	21	65.726,08 €	35	Großraum- Van (NFZ)
Mercedes Benz smart forfour electric drive (alle Versionen)	10.775,00 €		17,3	22.600,00 €	17,6	Kleinwagen (PKW)
Mercedes Benz smart fortwo ED (alle Versionen)	10.775,00 €		15,2	21.940,00 €	17,6	Mini (PKW)
Mini Cooper SE 3-Türer Trim S	3.550,00 €	256,00 €	14,8	32.500,00 €	28,9	Kleinwagen (PKW)
Nissan e-NV200 Evalia 5-Sitzer	20.143,00 €	203,00 €	25,9	43.433,00 €	40	Großraum- Van (NFZ)
Nissan e-NV200 Evalia 7-Sitzer	19.010,00 €	282,00 €	25,9	44.230,00 €	40	Großraum- Van (NFZ)
Nissan e-NV200 Kasten	15.839,00 €	394,00 €	16,5	34.105,40 €	40	Utility (N1) (NFZ)
Nissan Leaf ZE1 (40 kWh)	18.310,00 €	187,00 €	17,1	36.800,00 €	40	Kompaktklasse (PKW)
Nissan Leaf ZE1 e+ (62 kWh)	26.210,00 €	234,00 €	18,5	44.700,00 €	62	Kompaktklasse (PKW)
Opel Ampera-E Plus	18.375,00 €	267,00 €	16,5	42.990,00 €	50	Kompaktklasse (PKW)

Opel Corsa-e Edition	13.120,00 €	140,00 €	16,8	30.650,00 €	16,7	Kleinwagen (PKW)
Peugeot e-2008 (alle Versionen)	12.000,00 €	130,00 €	17,8	35.250,00 €	47,5	Geländewagen / SUV
Peugeot e-208 Allure	11.800,00 €	130,00 €	17,6	32.200,00 €	47,5	Kleinwagen (PKW)
Peugeot E-Expert L2 50kWh	10.413,00 €	320,00 €	24,9	41.947,50 €	50	Utility (N1) (NFZ)
Peugeot E-Expert L2 75kWh	16.363,00 €	350,00 €	27	47.897,50 €	75	Utility (N1) (NFZ)
Peugeot iOn	9.350,00 €	200,00 €	12,6	21.800,00 €	14,5	Mini (PKW)
Peugeot Partner électrique (L1)	5.892,00 €	230,00 €	17,7	25.335,10 €	22,5	Utility (N1) (NFZ)
Peugeot Partner électrique (L2)	3.880,00 €		17,7	26.584,60 €	22,5	Utility (N1) (NFZ)
Polaris Ranger EV	2.860,00 €			16.450,00 €		Utility (N1) (NFZ)
Polestar 2	7.700,00 €	599,00 €	19,3	59.900,00 €	72,5	Mittelklasse (PKW)
Porsche Taycan 4S	7.854,00 €	899,00 €		105.607,00 €		Obere Mittelklasse (PKW)
Renault Kangoo Maxi Z.E. 33 2-Sitzer	14.899,00 €	274,00 €	18	37.032,80 €	31	Utility (N1) (NFZ)
Renault Kangoo Maxi Z.E. 33 2-Sitzer, Batterie zur Miete	4.070,00 €	274,00 €	18	26.203,80 €	31	Utility (N1) (NFZ)
Renault Kangoo Maxi Z.E. 33 5-Sitzer	14.661,00 €	274,00 €	18	37.984,80 €	33	Utility (N1) (NFZ)
Renault Kangoo Maxi Z.E. 33 5-Sitzer, Batterie zur Miete	3.832,00 €	274,00 €	18	27.155,80 €	31	Utility (N1) (NFZ)
Renault Kangoo Z.E. 33 2-Sitzer	18.576,00 €	274,00 €	18	35.604,80 €	33	Utility (N1) (NFZ)
Renault Kangoo Z.E. 33 2-Sitzer, Batterie zur Miete	7.747,00 €	274,00 €	18	24.775,80 €	33	Utility (N1) (NFZ)
Renault Kangoo Z.E. 33 Doppelkabine	14.843,00 €	274,00 €	18	38.460,80 €	33	Utility (N1) (NFZ)
Renault Kangoo Z.E. 33 Doppelkabine, Batterie zur Miete	4.014,00 €	274,00 €	18	27.631,80 €	33	Utility (N1) (NFZ)
Renault Master Z.E. Kasten (alle Versionen)	38.604,00 €	620,00 €	21	76.160,00 €	33	Utility (N1) (NFZ)
Renault Master Z.E. Plattform-FG (alle Versionen)	40.317,00 €	620,00 €		73.780,00 €	33	Utility (N1) (NFZ)
Renault Twizy 45 - Life, Intens, Cargo (5PS)	4.000,00 €		5,8	6.950,00 €	6,1	Leichtfahrzeug (LFZ)
Renault Twizy Life - Intens, Cargo (18PS)	4.000,00 €		6,3	7.650,00 €	6,1	Leichtfahrzeug (LFZ)
Renault Zoe (52 kWh, 108 PS)	16.500,00 €	99,00 €	19	31.990,00 €	52	Kleinwagen (PKW)
Renault Zoe (52 kWh, 108 PS), Batterie zur Miete	8.410,00 €	99,00 €	19	23.900,00 €	52	Kleinwagen (PKW)
Renault Zoe (52 kWh, 135 PS)	14.900,00 €		16,8	35.990,00 €	52	Kleinwagen (PKW)
Renault Zoe (52 kWh, 135 PS), Batterie zur Miete	6.810,00 €		16,8	27.900,00 €	52	Kleinwagen (PKW)
Renault Zoe Life (22 kWh)	14.410,00 €		17,9	29.900,00 €	22	Kleinwagen (PKW)

Renault Zoe Life (22 kWh), Batterie zur Miete	6.410,00 €		13,3	21.900,00 €	22	Kleinwagen (PKW)
Renault Zoe Life (41 kWh)	18.610,00 €		17,2	34.100,00 €	41	Kleinwagen (PKW)
Renault Zoe Life (41 kWh), Batterie zur Miete	10.610,00 €		17,2	26.100,00 €	41	Kleinwagen (PKW)
SAIC MAXUS EV 80 (Cargo Mobile)	30.000,00 €	745,00 €	ka	57.715,00 €	56	Utility (N1) (NFZ)
Seat Mii electric	8.590,00 €	109,00 €	14,4	20.650,00 €	32,3	Mini (PKW)
Skoda Citigo-e iV (alle Versionen)	9.850,00 €	99,00 €		20.950,00 €	36,8	Kleinwagen (PKW)
Tesla Model 3 75D Long Range / Performance	11.630,00 €	600,00 €	14,1	56.380,00 €	75	Mittelklasse (PKW)
Tesla Model 3 Standard-Reichweite	3.550,00 €		14,7	44.500,00 €	50	Mittelklasse (PKW)
Tesla Model S Maximal-Reichweite	18.080,00 €	736,00 €	-	86.980,00 €	-	Oberklasse (PKW)
Tesla Model S Maximal-Reichweite (Einsatz als Taxi)	21.471,00 €		-	86.980,00 €	-	Oberklasse (PKW)
Tesla Model S Standard-Reichweite	13.080,00 €		-	81.980,00 €	-	Oberklasse (PKW)
Tesla Model S Standard-Reichweite (Einsatz als Taxi)	30.161,00 €		-	81.980,00 €	-	Oberklasse (PKW)
Tesla Model X Maximal-Reichweite	12.300,00 €		20,8	91.000,00 €	100	Geländewagen/ SUV
Volkswagen Abt-e T6.1 Transporter / Caravelle / Kombi	29.969,00 €	399,00 €	27,-32,6	0,00 €	37	Utility (N1) (NFZ)
Volkswagen e-Crafter	48.338,00 €	449,00 €	21,54	82.747,84 €	35,8	Utility (N1) (NFZ)
Volkswagen e-Golf	12.385,00 €	224,00 €	15,8	35.900,00 €	35,8	Kompaktklasse (PKW)
Volkswagen e-load up	12.845,00 €	159,00 €	12,7	23.895,00 €	32,3	Mini (PKW)
Volkswagen e-up	11.140,00 €	64,00 €	12,7	22.975,00 €	32,3	Mini (PKW)
VW ID.3 Pro 58 kWh	8.765,00 €	618,00 €	15,8	36.495,00 €	58	Kompaktklasse (PKW)
VW ID.3 Pro S 77 kWh	14.265,00 €	552,00 €	15,9	41.995,00 €	77	Kompaktklasse (PKW)
Zhidou D2S (17 kWh)	5.140,00 €			18.500,00 €	17	Mini (PKW)
Zhidou D2S (27 kWh)	6.240,00 €			21.500,00 €	27	Mini (PKW)

Quelle: Förderprogramm „Elektrofahrzeuge und Infrastruktur“ (BMVI) ³⁷

³⁷ https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/5657/live/lw_file/anlage2_efa_2021_02.xlsx

A.7 Detailabbildungen der Kostenanalyse

Fuhrparkeinheit

Aus den folgenden Abbildungen können die Kosten aus Kapitel 3.5.2 in höherem Detaillierungsgrad abgelesen werden.

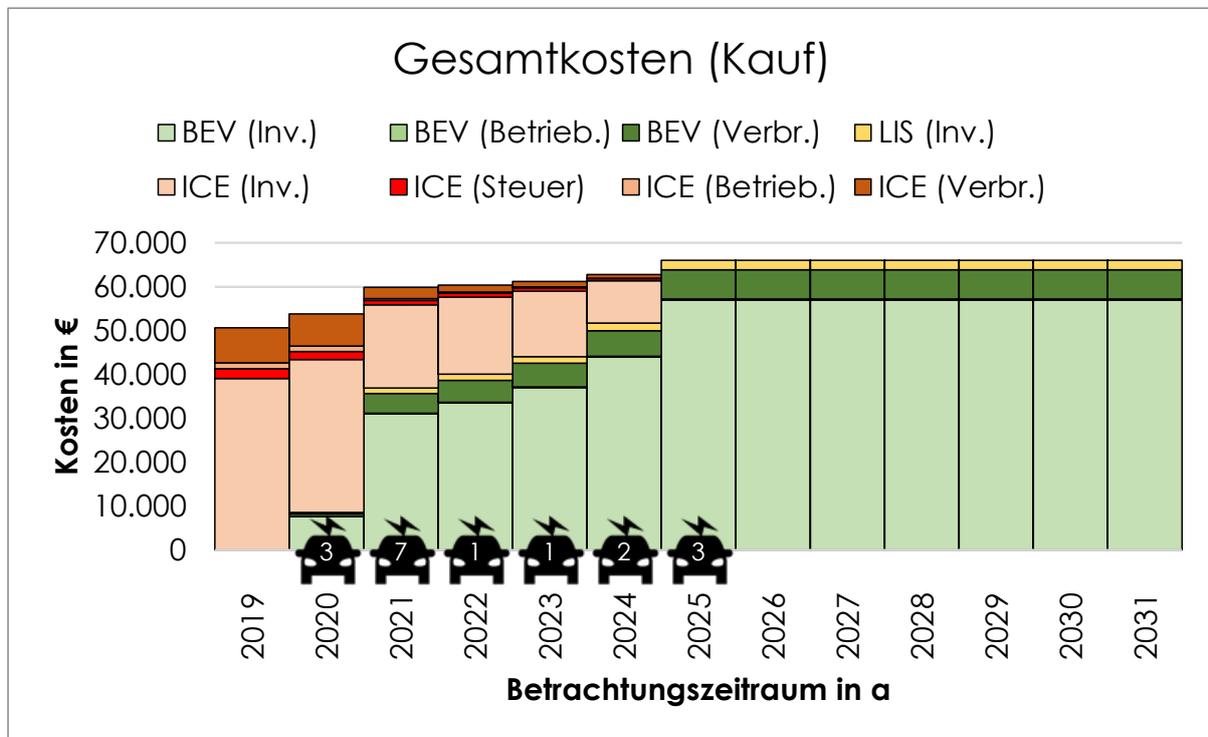


Abbildung 49: Detaillierte Gesamtkosten (Kauf).
Quelle [eigene Darstellung]

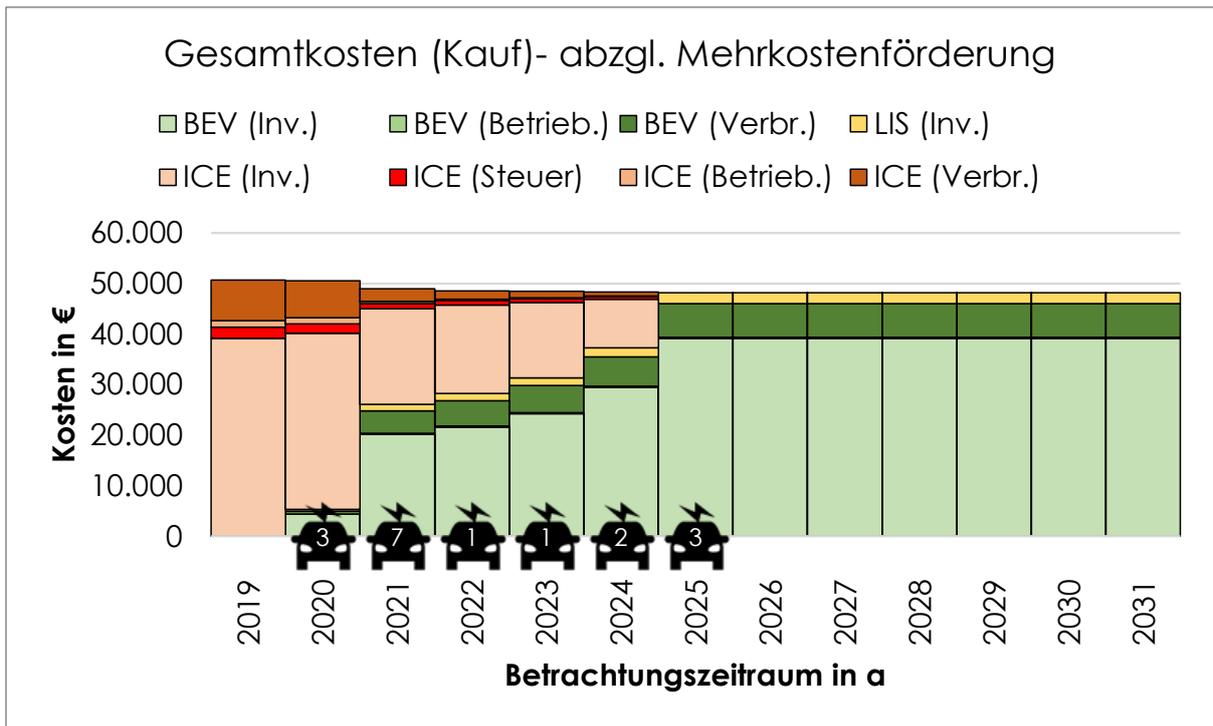


Abbildung 50: Detaillierte Gesamtkosten (Kauf) abzgl. Mehrkostenförderung.
Quelle [eigene Darstellung]

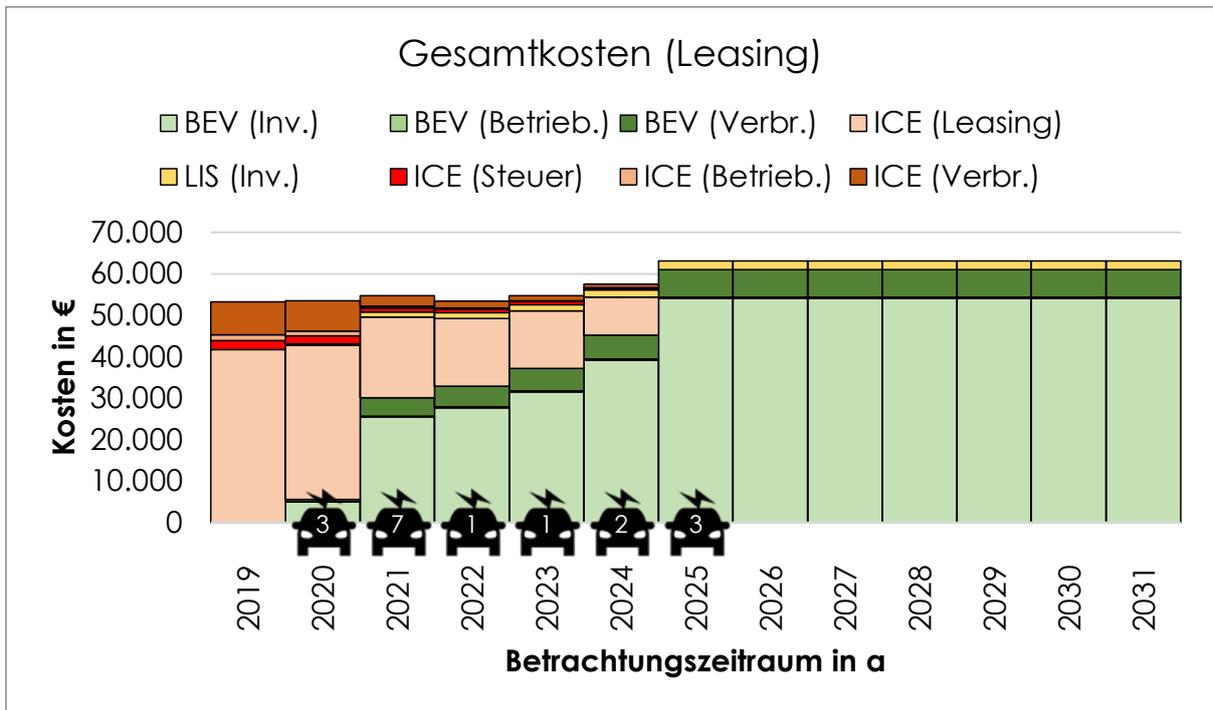


Abbildung 51: Detaillierte Gesamtkosten (Leasing).
Quelle [eigene Darstellung]

Poolingeinheit

Aus den folgenden Abbildungen können die Kosten aus Kapitel 3.5.2 in höherem Detaillierungsgrad abgelesen werden.

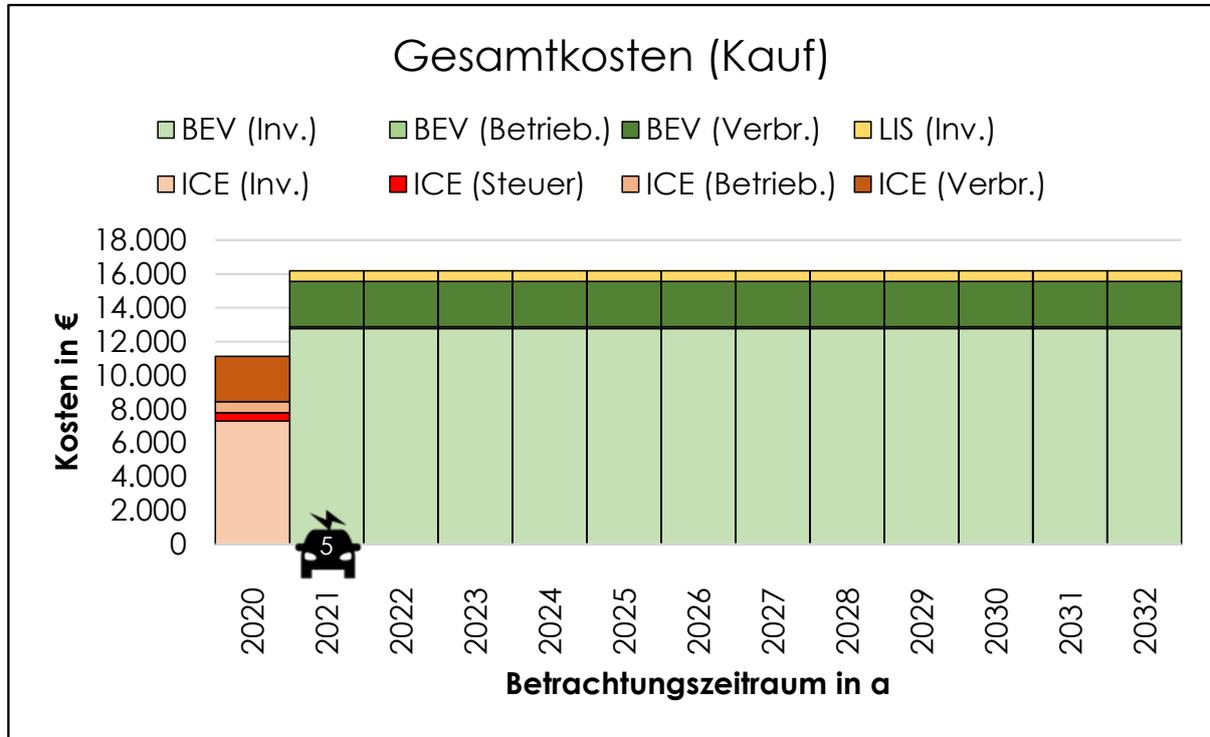


Abbildung 52: Detaillierte Gesamtkosten (Kauf).

Quelle [eigene Darstellung]

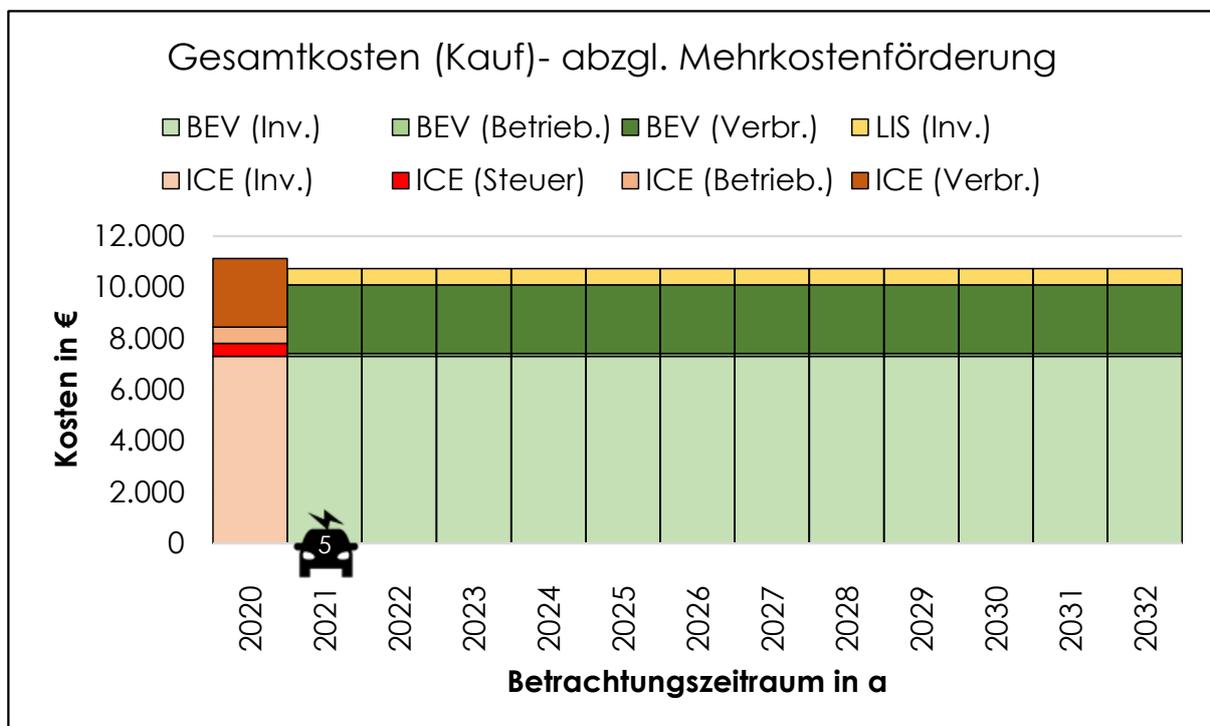


Abbildung 53: Detaillierte Gesamtkosten (Kauf) abzgl. Mehrkostenförderung.

Quelle [eigene Darstellung]

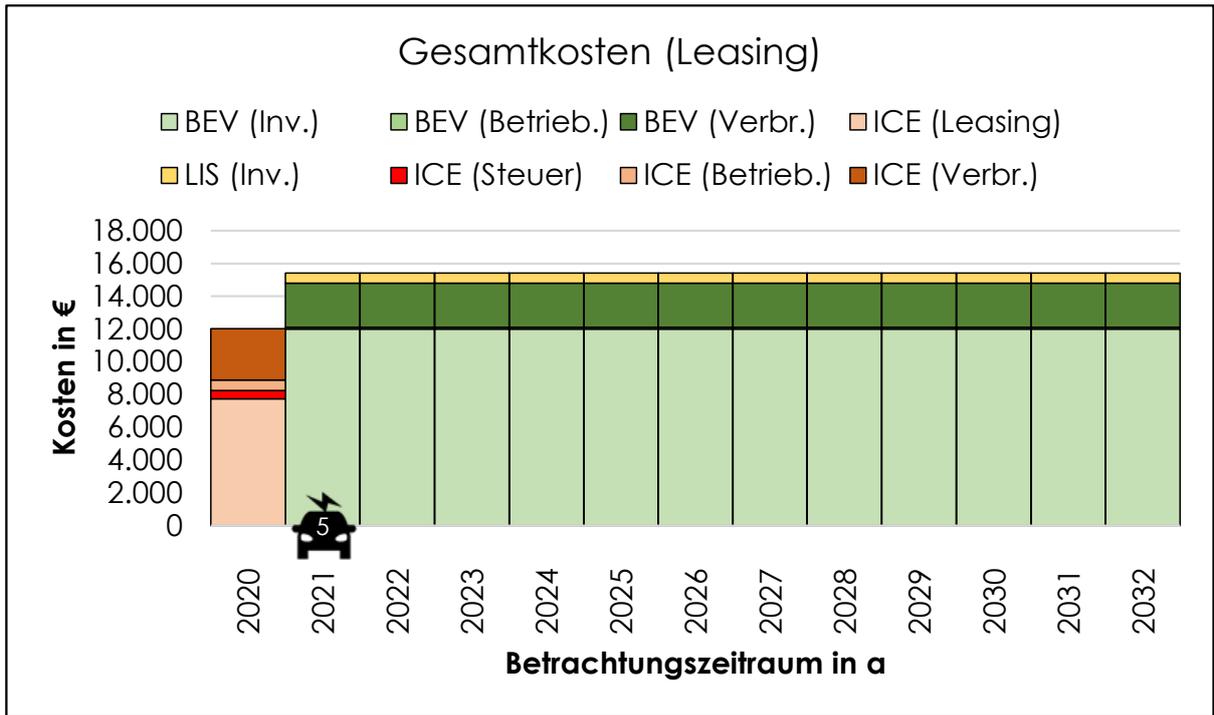


Abbildung 54: Detaillierte Gesamtkosten (Leasing).
 Quelle [eigene Darstellung]

B. Befragung zur Arbeitsmobilität



ISME
Institut Stadt | Mobilität | Energie

Einladung zur Befragung zur Arbeitsmobilität in der Suhler Verwaltung, dem Eigenbetrieb „Kommunalwirtschaftliche Dienstleistungen Suhl“ (KDS) und der Suhler Stadtbetrieb GmbH

Vielen Dank, dass Sie sich an der Befragung zur Arbeitsmobilität beteiligen möchten!

Die Befragung dient der Erhebung der Pendelbeziehungen der Mitarbeitenden der Stadtverwaltung des KDS und der SSB GmbH zwischen Wohnort und Arbeitsstelle sowie der Verwendung von Dienstfahrzeugen im Rahmen der innerbetrieblichen Mobilität. Die Ergebnisse bilden die Datengrundlage zur Förderung von nachhaltiger Mobilität. Weiterhin wird das Potential hinsichtlich einer weiteren Einführung von Diensträdern ermittelt.

Die Befragung wird im Rahmen der Erstellung eines Elektromobilitätskonzeptes durchgeführt, welches von der Stadt Suhl und den KDS in Auftrag gegeben wurde.

Bitte führen Sie die Befragung spätestens bis zum 20.11.2020 durch. Diese ist vollständig anonym und der zeitliche Aufwand beträgt etwa 15 bis 20 Minuten.

Wir danken Ihnen für Ihre Teilnahme!

Bei Fragen, Anregungen und Kritik zur Befragung wenden Sie sich gern an:

ISME - Institut Stadt | Mobilität | Energie

E-Mail: erfurt@i-sme.de

Telefon: 0361 / 43 05 93 79

Ansprechpartner in Stadtverwaltung Suhl

Diego Walch

Sachbearbeiter Deponiestilllegung/Klimaschutz

Tel.: 03681 / 74 25 16

Diego.walch@stadtsuhl.de

Ansprechpartner Eigenbetrieb KDS + Suhler Stadtbetrieb GmbH

Andreas Volkhardt

Technischer Werkleiter

Tel.: 03681 / 74 41 29

volkhardt@ebkds.de

Hinweis:

Die Analyseergebnisse werden dem Arbeitgeber bereinigt und nicht nachverfolgbar bereitgestellt, so dass keine Rückschlüsse auf konkrete Mitarbeitende getroffen werden können.

Weiterführende Informationen zum Datenschutz finden Sie auf der letzten Seite des Fragebogens.

Mobilität Allgemein

1.) Wie viele Pkw sind in Ihrem privaten Haushalt vorhanden?

Geben Sie bitte die Anzahl aller Pkw, die im privaten Haushalt zur Verfügung stehen, an. Sollten ein oder mehrere Pkw davon einen Elektro-/Hybridantrieb besitzen, geben Sie auch hier die Anzahl an.

Sollte in Ihrem Haushalt kein Pkw zur Verfügung stehen, geben Sie bitte die Zahl „0“ an.

Anzahl Pkw insgesamt im privaten Haushalt: _____

Anzahl Pkw im privaten Haushalt mit Elektro- oder Hybridantrieb: _____

2.) Wie viele Fahrräder sind in Ihrem privaten Haushalt vorhanden?

Geben Sie bitte die Anzahl aller Fahrräder, die im privaten Haushalt zur Verfügung stehen, an.

Handelt es sich bei einem oder mehreren um ein Elektrofahrrad bzw. ein (Elektro-)Lastenrad, geben Sie auch hier die Anzahl an. Sollte in Ihrem Haushalt kein Fahrrad zur Verfügung stehen, geben Sie bitte die Zahl „0“ an.

Anzahl Fahrräder insgesamt im privaten Haushalt: _____ davon Elektrofahrräder: _____

bzw. (Elektro-)Lastenrad: _____

3.) Besitzen Sie eine Zeitkarte (z.B. Monatskarte) für die öffentlichen Verkehrsmittel?

ja

nein

Verkehrsmittelwahl/-zugang und Erreichbarkeit

Weg von der Wohnung zum Arbeitsplatz:

4.) Legen Sie diese Strecke mit einem einzigen Verkehrsmittel zurück oder nutzen Sie verschiedene Verkehrsmittel nacheinander?

(Anm.: kurze Fußwege wie von der Haustür zum Privat-Pkw oder vom Firmenparkplatz ins Büro bitte nicht berücksichtigen)

ein Verkehrsmittel (z.B. nur Privat-Pkw oder nur Fahrrad von der Wohnung bis zur Arbeitsstelle)

mehrere nacheinander (z.B. mit dem Fahrrad von der Wohnung bis zur Bushaltestelle, von dort mit dem Bus bis zum Arbeitsplatz)

5.) Mit welchem Verkehrsmittel legen Sie diese Strecke in der Regel zurück? (zu Fuß; Fahrrad; Pedelec/e-Bike; Bus; Zug; Privat-Pkw allein oder in Fahrgemeinschaft; Motorrad/Mofa/Motorroller; Sonstiges)

Verkehrsmittel: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____

6.) Mit welchen Verkehrsmitteln legen Sie die Abschnitte Ihres Arbeitsweges in der Regel zurück?

(zu Fuß; Fahrrad; Pedelec/eBike; Bus; Zug; Privat-Pkw allein oder in Fahrgemeinschaft; Motorrad/Mofa/Motorroller; Sonstiges)

1. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____

2. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____

3. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____

4. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____

5. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____

Weg vom Arbeitsplatz zurück zur Wohnung:

7) Benutzen Sie für den Rückweg vom Arbeitsplatz zur Wohnung andere Verkehrsmittel als für den Hinweg?

- ja nein (Bitte weiter zu Frage 8)

Falls ja: Legen Sie diese Strecke mit einem einzigen Verkehrsmittel zurück oder nutzen Sie verschiedene Verkehrsmittel nacheinander? (zu Fuß; Fahrrad; Pedelec/eBike; Bus; Zug; Privat-Pkw allein oder in Fahrgemeinschaft; Motorrad/Mofa/Motorroller; Sonstiges)

- ein Verkehrsmittel
 mehrere Verkehrsmittel nacheinander

1. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____
2. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____
3. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____
4. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____
5. Abschnitt: _____ Anzahl der damit zurückgelegten Kilometer: _____

8.) Warum wählen Sie die genannten Transportmittel? (max. 3 Nennungen möglich)

- Weniger Stress
 Gewohnheit
 Fahrzeit
 Gesundheit
 zu hohe Kosten der Alternativen
 priv. Erledigungen während der Strecke (z.B. Einkauf)
 Umweltschutz
 Ungünstige Bus- und Zugarbindung
 Sicherheit
 Transport von Gepäck/Arbeitsmaterialien
 (kostenfreie) Parkmöglichkeiten
 Sonstige Begründungen

9.) Welches Verkehrsmittel wählen Sie als gelegentliche Alternative für Ihren Arbeitsweg (Hin- und/oder Rückweg)?

- ich wähle immer die gleichen Verkehrsmittel zu Fuß Fahrrad
 Pedelec/eBike Bus Bus
Privat-Pkw allein oder in Fahrgemeinschaft Zug
 Motorrad/Mofa/Motorrolle
 Sonstiges: _____

10.) An wie vielen Tagen in der Woche pendeln Sie zu Ihrem Arbeitsplatz?

Bitte geben Sie die Anzahl der Tage an. Denken Sie dabei bitte an die letzten 6 Monate. Sollte die Anzahl Ihrer Arbeitstage variieren, geben Sie bitte den Durchschnitt an.

Durchschnittlich _____ Tage / Woche

11.) Wie viel Zeit planen Sie im Durchschnitt für Ihren Arbeitsweg ein?

Einfache Wegstrecke: circa _____ min

12.) Wie oft verbinden Sie den Arbeitsweg (Hin- und Rückweg) mit anderen Aktivitäten, wie z.B. alltägliche Einkäufe/ Erledigungen (Lebensmittel etc.), Freizeitwegen (Sport etc.) oder Bring-/Holwegen (Kinder zur Schule/zum Sport)?

	nie	weniger als 1x im Monat	1 bis 3x pro Monat	1x pro Woche	2 bis 3x pro Woche	4x oder mehr pro Woche	Wegzweck entfällt
Einkäufe / Erledigungen	<input type="checkbox"/>						
Freizeitwege	<input type="checkbox"/>						
Bring-/Holwege	<input type="checkbox"/>						

13.) Wissen Sie, wie viel direkte monatliche Kosten für Ihren Arbeitsweg (Hin- und Rückweg) anfallen? (Angabe der Kosten in Euro (€). Berücksichtigen Sie bitte möglichst alle direkten Kosten, wie z.B. ÖPNV-Ticket, Benzinpreis etc.)

ja, und zwar: _____ € nein, die monatlichen Kosten kenne ich nicht

14.) Wissen Sie, wie viel indirekte Kosten monatlich für Ihren Arbeitsweg (Hin- und Rückweg) anfallen?

(Angabe der Kosten in Euro (€). Berücksichtigen Sie bitte möglichst alle indirekten Kosten, wie z.B., Werkstattkosten, Versicherung, Leasing etc.)

ja, und zwar: _____ € nein, die monatlichen Kosten kenne ich nicht

Bitte geben Sie an, welche indirekten Kosten Sie berücksichtigt haben:

15.) Könnten Sie sich anhand Ihres Wohnortes und Ihrer Arbeitszeiten vorstellen, ein Fahrrad/ e-Bike/Pedelec für Ihren Arbeitsweg zu nutzen?

ja, weil _____

nein, weil _____

vielleicht, wenn _____

16) Mit dem neuen Tarifabschluss vom Oktober 2020 ist auch für Angestellte in Kommunen das Dienstrad-Leasing möglich. Ist Ihnen dieses Konzept vertraut?

ja nein

Bei einem Dienstrad-Leasing, beispielsweise über Jobrad, können Angestellte mittels Gehaltsumwandlung E-Bikes und Fahrräder über ihren Arbeitgeber leasen. Für den Leasingbetrag müssen keine Einkommenssteuer und Sozialabgaben gezahlt werden.

17.) Wäre ein solches Modell für Sie interessant?

ja nein
 vielleicht, wenn ich darüber mehr Informationen hätte

Bitte begründen Sie Ihre Antwort:

Hindernisse/ Barrieren

18.) Wie beurteilen Sie die Erreichbarkeit Ihres Arbeitsplatzes mit dem genutzten Verkehrsmittel?

sehr gut eher gut eher schlecht sehr schlecht

Bitte begründen Sie Ihre Einschätzung aus Frage 18!

19.) Empfinden Sie den täglichen Weg mit dem von Ihnen gewählten Verkehrsmittel zur und von der Arbeit als Belastung?

ja nein

→ Falls ja: Bitte begründen Sie Ihre Einschätzung aus Frage 19! (Hinweis: z.B. Stau, fehlende Fahrradwege, Überfüllung des ÖPNV, Qualität der Wege / Straßen / Verkehrsmittel)

20.) Welches Verkehrsmittel würden Sie am liebsten für den Weg zur Arbeit nutzen? Ordnen Sie diese bitte nach Ihrer persönlichen Beliebtheit! (max. 3)

(zu Fuß; Fahrrad; Pedelec/eBike; Bus; Zug; Privat-Pkw allein oder in Fahrgemeinschaft; Motorrad/Mofa/Motorroller; Sonstige)

1. Wahl: _____

2. Wahl: _____

3. Wahl: _____

ÖPNV

21.) Welche fußläufige Entfernung müssen Sie zurücklegen, um vom Wohnort zur nächsten ÖPNV Haltestelle zu gelangen?

Einfache Wegstrecke: circa _____ min

22.) Wie häufig müssen / müssten Sie auf Ihrem Weg zur Arbeitsstelle umsteigen, wenn Sie für die gesamte Strecke ausschließlich den ÖPNV nutzen / nutzen würden?

keinmal einmal zweimal mehr als zweimal weiß ich nicht

23.) Ein Jobticket ist ein vergünstigtes Ticket für den ÖPNV: Der Arbeitgeber gibt einen Zuschuss zum ÖPNV-Ticket, wodurch sich der zu zahlende Preis für den Arbeitnehmer verringert. Wäre ein solches Angebot für Sie interessant?

ja nein nur, wenn flexibel monatlich buchbar/kündbar

Falls nein: Warum? _____

Fahrgemeinschaften

24.) Nutzen Sie für Ihren Arbeitsweg eine Fahrgemeinschaft?

ja nein

Falls ja: Wie viele Mitglieder hat Ihre Fahrgemeinschaft?

2 3 4 5 mehr als 5

25.) Wie kam es zur Bildung Ihrer Fahrgemeinschaft?

26.) Wie organisieren Sie sich innerhalb der Fahrgemeinschaft (Organisation der Fahrten, Kontaktkanäle innerhalb der Gruppe)?

27.) Wie werden die Kosten innerhalb der Fahrgemeinschaft verteilt (Benzin, Versicherung, ...)?

28.) *Falls Sie Frage 24 mit „nein“ beantwortet haben:* Unter welchen Bedingungen könnten Sie sich vorstellen, sich an einer Fahrgemeinschaft zu beteiligen?

29.) Würden Sie eine Fahrgemeinschaft nutzen, wenn es ein betriebliches Managementsystem zur Organisation der Fahrgemeinschaften geben würde? (Dadurch einfacheres und schnelleres Bilden von Fahrgemeinschaften)

ja nein

Bitte begründen Sie Ihre Antwort:

Sharing-Systeme

30.) Unter der Nutzungsmöglichkeit „Sharing“ wird das Teilen von Autos ("Carsharing") bspw. über teilAuto verstanden. Inwiefern treffen folgende Aussagen auf Sie als Privatperson zu?

	trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß nicht
Ich interessiere mich grundsätzlich sehr für Carsharing-Angebote.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alles in allem weiß ich sehr genau über das Prinzip des Carsharings Bescheid.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich verbinde mit der gemeinschaftlichen Nutzung von Autos einen Mangel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann mir nicht vorstellen, dass das Teilen von Autos reibungslos funktioniert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Innerbetriebliche Mobilität

31.) Verwenden Sie zur Ausübung Ihrer Tätigkeiten regel- oder unregelmäßig ein Dienstfahrzeug?

Ja Nein

32.) Für welche Aufgaben nutzen Sie Ihr (Dienst)Fahrzeug / Arbeitsfahrzeug?

33.) Um welche Art Dienstfahrzeug handelt es sich bei dem in Frage 31.) genannten Dienstfahrzeug?

Pkw Nutzfahrzeug Transporter

34.) Wenn Sie mit einem Dienstfahrzeug unterwegs sind, welche Distanzen legen Sie schätzungsweise im Durchschnitt und maximal pro Nutzung zurück?

Im Durchschnitt: _____ km

Maximal: _____ km

35.) Könnten Sie sich vorstellen, sofern es Ihre Arbeitsaufgaben erlauben, diese mit einem Dienstrad (Fahrrad oder Elektrofahrrad) zurückzulegen?

ja nein

Bitte begründen Sie ihre Antwort:

36.) Sind Sie regelmäßig oder gelegentlich mit der Wartung des (Dienst)Fahrzeuges / Arbeitsfahrzeuges beauftragt?

ja, regelmäßig ja, gelegentlich nein

→ Falls ja: Welche Wartungsaufgaben führen Sie durch? (bspw. Tanken; Autowaschen; kleinere Reparaturen [z.B. Wechsel der Beleuchtung]; Öl-Wechsel; Reifendruck-Überprüfung; Reinigen im Innenraum; etc.)

37.) Wie zufrieden sind Sie mit der Verfügbarkeit der Dienstfahrzeuge?

sehr zufrieden eher zufrieden eher unzufrieden sehr unzufrieden

38.) Wie zufrieden sind Sie mit dem aktuellem Buchungsvorgang /Ablauf der Dienstfahrzeuge?

sehr zufrieden eher zufrieden eher unzufrieden sehr unzufrieden

39.) Dürfen Sie Ihr (Dienst)Fahrzeug / Arbeitsfahrzeug nach Dienstschluss auch an Ihrem Wohnort abstellen?

ja nein

Elektromobilität

40.) Im Bereich der Mobilität sind in den vergangenen Jahren verschiedene neue Antriebsarten (z.B. Elektromobilität) entwickelt worden. Inwiefern treffen folgende Aussagen auf Sie als Privatperson zu?

	trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß nicht
Ich halte Elektromobilität für <u>keine</u> Alternative zu Verbrennungsmotoren.	<input type="checkbox"/>				
Ganz allgemein gesehen halte ich Elektroautos (batterieelektrisch) für eine gute Sache.	<input type="checkbox"/>				
Ich interessiere mich grundsätzlich sehr für Elektromobilität.	<input type="checkbox"/>				

Elektrofahrzeuge sind Verkehrsmittel, die mit elektrischer Energie angetrieben werden. Darunter fallen beispielsweise Elektroautos oder Pedelecs/eBikes.

41.) Haben Sie schon Erfahrungen mit Elektrofahrzeugen gesammelt?

ja, ich besitze bereits folgende(s) Elektrofahrzeug(e): _____

ja, ich habe bereits folgende Elektrofahrzeuge getestet: _____

nein

42.) Falls Sie Frage 41 mit „nein“ beantwortet haben: Könnten Sie sich vorstellen ein Elektrofahrzeug für Dienstwege zu nutzen?

ja nein

Begründung:

43.) Moderne Elektrofahrzeuge haben eine realistische Reichweite von mehr als 200 km. Wären Sie auf eine Lademöglichkeit am Arbeitsplatz angewiesen?

ja, immer

ja, gelegentlich

nein

weiß nicht

44.) Verfügen Sie an Ihrem Wohnort über einen eigenen Stellplatz?

ja

nein



Falls ja: Könnten Sie diesen mit einem Ladepunkt ausrüsten?

ja

nein

45.) Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie sich in den nächsten Jahren ein Elektroauto anschaffen werden, wenn es wesentlich mehr öffentliche Ladeinfrastruktur in Suhl geben würde.

sehr wahrscheinlich

eher wahrscheinlich

eher unwahrscheinlich

sehr unwahrscheinlich

Ich beabsichtige, in den nächsten Jahren generell kein Auto anzuschaffen.

Ich denke darüber nach, mir ein Auto zu kaufen, aber es wird definitiv kein Elektroauto sein

Persönliche Angaben

46.) Geschlecht

männlich

weiblich

divers

47.) Alter

Sie sind _____ Jahre alt.

48.) Ihre Tätigkeit

- MitarbeiterIn in Ausbildung PraktikantIn
 Sonstiges. _____

49) Wo ist Ihre Arbeitsstelle?

- Eigenbetrieb KDS/Suhler Stadtbetrieb Stadtverwaltung Suhl

50.) Um mögliche Pendelbeziehungen herausarbeiten zu können, ist es für die Auswertung wichtig, Ihre zuvor gemachten Angaben mit Ihrem Arbeitsort und Ihrem Wohnort zu verknüpfen.

- im Stadtgebiet Suhl, im Stadtteil/Wohngebiet _____
 außerhalb von Suhl _____
 keine Angabe

51.) Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt? Sie selbst eingeschlossen. Bitte denken Sie auch an alle im Haushalt lebenden Kinder.

Person(en) insgesamt im Haushalt: _____

davon Personen unter 18 Jahre im Haushalt: _____

(Sollten keine Personen unter 18 Jahre in Ihrem Haushalt leben, geben Sie bitte „0“ an.)

52.) Wie viel Geld hat Ihr Haushalt im Monat zur Verfügung? Denken Sie dabei bitte an alle Einkommensarten aller Haushaltsmitglieder (inkl. Lohn oder Gehalt, Rente, Kindergeld, Krankengeld, Wohngeld, Erziehungs- bzw. Elterngeld, Arbeitslosengeld I & II, BAföG etc.).

Bitte kreuzen Sie das Kästchen mit dem geschätzten Netto-Gesamteinkommen Ihres Haushalts im letzten Monat an (Wohnen Sie in einer Wohngemeinschaft dann nur Ihr Einkommen).

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> unter 500 € | <input type="checkbox"/> 500 bis < 1.000 € | <input type="checkbox"/> 1.000 bis < 1.500 € |
| <input type="checkbox"/> 1.500 bis < 2.000 € | <input type="checkbox"/> 2.000 bis < 3.000 € | <input type="checkbox"/> 3.000 bis < 4.000 € |
| <input type="checkbox"/> 4.000 bis < 5.000 € | <input type="checkbox"/> 5.000 € und mehr | <input type="checkbox"/> keine Angabe |

Weitere Anmerkungen

53.) Haben Sie weitere Hinweise oder Kommentare, die Sie uns gern mitteilen möchten?

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Sie haben die Umfrage nun abgeschlossen. Wir bedanken uns herzlich bei Ihnen für Ihre Mithilfe!

Sollten Sie noch Fragen oder Anmerkungen haben, kontaktieren Sie uns gern unter erfurt@i-sme.de

Informationspflicht gem. § 13 DSGVO

Im Rahmen der Erstellung eines Elektromobilitätskonzeptes für die Stadt Suhl in Zusammenarbeit mit dem kommunalen Eigenbetrieb „Kommunalwirtschaftliche Dienstleistungen Suhl (KDS)“ ist es erforderlich personenbezogene Daten über Ihre Person zu verarbeiten. Um Ihnen einen Überblick darüber zu geben, haben wir nachfolgend für Sie folgende Informationen zusammengestellt.

1. Verantwortliche Stelle

Verantwortliche Stelle iSd. DSGVO ist die Stadt Suhl, vertreten durch den Oberbürgermeister André Knapp, Marktplatz 1, 98527 Suhl, Tel.+49 (0) 36 81 / 74 - 0, E-Mail: buero-ob@stadtsuhl.de

2. Art und Verarbeitung der personenbezogenen Daten

Folgende Daten werden erhoben: Alter, Geschlecht, Arbeits- und Wohnort, Einkommen, Anzahl der Fahrzeuge im Haushalt, Einkommen des Haushalts, Fragen zum Arbeitsweg. Die Daten werden nach der Zweckerreichung – Auswertung – unmittelbar wieder gelöscht.

3. Zwecke, für die Ihre personenbezogenen Daten verarbeitet werden

Die Daten werden verwendet, um im Rahmen des Elektromobilitätskonzeptes Analysen hinsichtlich Arbeitsmobilität zu erstellen. Diese Analysen sollen möglichst genau die Aufteilung der Pendelverkehre auf verschiedene Verkehrsmittel abbilden (Fahrrad, zu Fuß, Auto, Bus, Bahn, etc.).

4. Rechtsgrundlage für die Verarbeitung Ihrer Daten

Die Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung stellt Art. 6 I a) DSGVO die Einwilligung dar.

5. Rechte der Betroffenen: Auskunft, Berichtigung, Löschung und Sperrung, Widerspruchsrecht

Sie sind gemäß Art. 15 DSGVO jederzeit berechtigt, gegenüber der Stadt Suhl um umfangreiche Auskunftserteilung zu den zu Ihrer Person gespeicherten Daten zu ersuchen.

Gemäß Art. 16,17,18 DSGVO können Sie jederzeit gegenüber der Stadt Suhl die Berichtigung, Löschung und Einschränkung einzelner personenbezogener Daten verlangen.

Gem. Art 77 DSGVO steht Ihnen unbeschadet weiterer Rechtsbehelfe jederzeit bei der Aufsichtsbehörde, der Thüringer Landesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (TLfDI), z.Hd. Dr. Lutz Hasse, Häßler Straße 8, 99096 Erfurt, poststelle@datenschutz.thueringen.de, ein Beschwerderecht zu.

Sie können darüber hinaus jederzeit ohne Angaben von Gründen von Ihrem Widerspruchsrecht Gebrauch machen und die erteilte Einwilligungserklärung mit Wirkung für die Zukunft abändern oder gänzlich widerrufen. Sie können den Widerspruch entweder postalisch, elektronisch per E-Mail oder per Fax an die Stadt Suhl senden.

6. Datenschutzbeauftragte

Den Datenschutzbeauftragten der Stadt Suhl erreichen Sie unter Friedrich-König-Str. 42, 98527 Suhl, Tel. +49 3681 74 25 01, E-Mail: datenschutz@stadtsuhl.de

Den Datenschutzbeauftragten der Suhler Stadtbetrieb GmbH erreichen Sie unter VINTIN Solutions GmbH, Felix-Wankel-Straße 4, 97526 Sennfeld
Tel. +49 9721 67594 179, E-Mail: datenschutz@suhlerstadtbetrieb.de

7. Datenübertragung in ein Drittland / Profiling

Die Verarbeitung von personenbezogenen Daten erfolgt nicht mittels automatisierter Entscheidungsfindung einschließlich Profiling. Eine Datenübermittlung an ein Drittland oder eine internationale Organisation erfolgt nicht.