Elektromobilitätskonzept für die Stadt Kaiserslautern

Auftraggeber:	Stadtverwaltung Kaiserslautern Willy-Brandt-Platz 1 67657 Kaiserslautern Deutschland
Bearbeitungszeitraum:	11/20 – 02/21
Förderrichtlinie:	Elektromobilität vor Ort des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)
Förderkennzeichen:	03EMK3089
Auftragnehmer:	WVE GmbH Kaiserslautern Blechhammerweg 50, 67659 Kaiserslautern
Bearbeitung:	Peter Carra Florian Franzreb
Vergabenummer:	2020/05-190
Stand:	16.04.2021

Elektromobilität vor Ort

Beauftragt durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Vergabe und Projektbegleitung durch: NOW GMBH.DE | ptj Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS 2

1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN 5

1.1 MOTIVATION UND AUFGABENSTELLUNG 5
1.2 METHODIK DER KONZEPTERSTELLUNG 5

2 IST-ANALYSE 6

2.1 FUHRPARK NACH REFERATEN 6
2.1.1 PKW 7
2.1.2 Transporter 8
2.1.3 Sonstige (Sonderfahrzeuge, LKW, Anhänger, Arbeitsmaschinen) 9
2.1.4 Referate 10
2.1.4.1 Referat 10: Organisationsmanagement 13
2.1.4.2 Referat 15: Umweltschutz 13
2.1.4.3 Referat 30: Recht und Ordnung 13
2.1.4.4 Referat 37: Feuerwehr und Katastrophenschutz 13
2.1.4.5 Referat 40: Schulen 14
2.1.4.6 Referat 50: Soziales 14
2.1.4.7 Referat 51: Jugend und Sport 14
2.1.4.8 Referat 61: Stadtentwicklung 14
2.1.4.9 Referat 63: Bauordnung 14
2.1.4.10 Referat 65: Gebäudewirtschaft 14
2.1.4.11 Referat 66: Tiefbau 15
2.1.4.12 Referat 67: Grünflächen 15
2.1.4.13 Referat 70: Stadtbildpflege Kaiserslautern 15
2.2 FUHRPARK NACH STANDORTEN 16
2.2.1 Übersicht Standorte 16
2.2.2 Rathaus – Parkplatz, Willy-Brandt-Platz 1 67657 Kaiserslautern 18
2.2.2.1 Rathaus, Parkplatz Nord Lauterstraße (45 Parkplätze) 18
2.2.2.2 Rathaus, Parkplatz Ost (17 Parkplätze) 19
2.2.2.3 Rathaus, Parkplatz Süd (Vorplatz) (65 Parkplätze) 19
2.2.2.4 Rathaus, Parkplatz West (Maxstraße) (10 Parkplätze) 20
2.2.3 Rathaus Nord: Lauterstraße 2, 67657 Kaiserslautern 20
2.2.3.1 Rathaus Nord, Innenhof (25 Parkplätze) 21
2.2.3.2 Rathaus Nord, Lauterstraße (10 Parkplätze) 22
2.2.4 Rathaus West: Maxstraße 17-19, 67657 Kaiserslautern (Innenhof 65 Parkplätze) 22
2.2.5 Vogelwoogstraße 50, 67659 Kaiserslautern 23
2.2.6 Vogelwoogstraße 28, 67659 Kaiserslautern 24
2.2.7 Stadtbildpflege Kaiserslautern: Daennerstraße 11, 67657 Kaiserslautern 25
2.2.8 Grünflächenamt Donnersbergstraße: Donnersbergstraße 78, 67657 Kaiserslautern 26
2.2.9 Feuerwehr Kaiserslautern: An der Feuerwache 6, 67663 Kaiserslautern 27
2.2.10 Jugendhaus Augustastraße: Augustastraße 11, 67655 Kaiserslautern 28
2.2.11 Schule am Beilstein: Velmannstraße 13, 67657 Kaiserslautern 29
2.2.12 Fritz-Walter-Schule: Erfurter Straße 68-70, 67663 Kaiserslautern 30

3 GRUNDLAGEN ZUR ERSTELLUNG DER SZENARIEN 31

3.1 DEFINITION VON BEWERTUNGSKRITERIEN 31
3.2 ERSATZVARIANTEN FÜR PKW 31
3.2.1 (Klein)Wagen 32
3.2.2 Kombi 33
3.3 ERSATZVARIANTE FÜR KLEINTRANSPORTER 34
3.4 ERSATZVARIANTEN FÜR TRANSPORTER 35

3.5 ALTERNATIVVARIANTEN E-BIKE (PEDELEC), LASTENFAHRRAD, E-SCOOTER 36
3.5.1 E-Bike (Pedelec) *37*
3.5.2 Lastenfahrrad *38*
3.5.3 E-Scooter *39*
3.6 ERSATZVARIANTE POOLFAHRZEUG 39

4 KONZEPT LASTOPTIMIERTES LADEN 42

4.1 GRUNDLAGEN LADEMODUS 42
4.1.1 Lademodus 1 ..... *42*
4.1.2 Lademodus 2 ..... *43*
4.1.3 Lademodus 3 ..... *43*
4.1.4 Lademodus 4 ..... *43*
4.2 GRUNDLAGEN LASTMANAGEMENT (DSM) 43
4.2.1 Dynamisches Lastmanagement *44*
4.2.2 Fahrplanbasiertes Lastmanagement *45*
4.2.3 Priorisiertes Lastmanagement *45*
4.3 EMPFEHLUNG 45

5 SZENARIEN ZUR UMSTELLUNG E-MOBILITÄT 46

5.1 SZENARIO JE REFERAT 46
5.1.1 Referat 10: Organisationsmanagement *46*
5.1.2 Referat 15: Umweltschutz *47*
5.1.3 Referat 30: Recht und Ordnung *47*
5.1.4 Referat 40: Schulen *48*
5.1.5 Referat 50: Soziales *48*
5.1.6 Referat 51: Jugend und Sport *49*
5.1.7 Referat 61: Stadtentwicklung *49*
5.1.8 Referat 63: Bauordnung *50*
5.1.9 Referat 65: Gebäudewirtschaft *50*
5.1.10 Referat 66: Tiefbau *51*
5.1.11 Referat 67: Grünflächen *51*
5.1.12 Referat 70: Stadtbildpflege Kaiserslautern (SK) *52*
5.1.13 Zusammenfassung *52*
5.2 SZENARIO JE STANDORT 54
5.2.1 Beurteilung der Möglichkeiten an den einzelnen Standorten *55*
5.2.2 Rathaus – Parkplatz, Willy-Brandt-Platz 1 67657 Kaiserslautern *57*
5.2.2.1 Rathaus, Parkplatz Nord Lauterstraße (45 Parkplätze) 57
5.2.2.2 Rathaus, Parkplatz Ost [Nähe Bürgercenter] (17 Parkplätze) 58
5.2.2.3 Rathaus, Parkplatz Süd [Vorplatz zur Barbarossaburg] (65 Parkplätze) 58
5.2.2.4 Rathaus, Parkplatz West [zur Maxstraße] (10 Parkplätze) 59
5.2.3 Rathaus Nord: Lauterstraße 2, 67657 ..... *59*
5.2.4 Rathaus West: Maxstraße 17-19, 67657 Kaiserslautern *63*
5.2.5 Vogelwoogstraße 50, 67659 Kaiserslautern *64*
5.2.6 Vogelwoogstraße 28, 67659 Kaiserslautern *65*
5.2.7 Stadtbildpflege Kaiserslautern: Daennerstraße 11, 67657 Kaiserslautern *66*
5.2.8 Grünflächenamt / Friedhof: Donnersbergstraße 78, 67657 Kaiserslautern *68*
5.2.9 Feuerwehr Kaiserslautern: An der Feuerwache 6, 67663 Kaiserslautern *69*
5.2.10 Jugendhaus Augustastraße: Augustastraße 11, 67655 Kaiserslautern *72*
5.2.11 Schule am Beilstein: Velmannstraße 13, 67657 Kaiserslautern *73*
5.2.12 Fritz-Walter-Schule: Erfurter Straße 68-70, 67663 Kaiserslautern *74*

6 ABRECHNUNG UND MONITORING 76

6.1 GRUNDLAGEN 76
6.2 VORAUSSETZUNG FÜR EIN REFERATSSPEZIFISCHES ABRECHNUNGSSYSTEM 76

6.2.1 Lade- und Abrechnungsvorgang interne Ladeinfrastruktur 78
6.2.2 Lade- und Abrechnungsvorgang an externen Ladesäulen (Roaming) 78

7 BESCHAFFUNGSVARIANTEN 80

7.1 VARIANTE 1: KAUFEN 80
7.2 VARIANTE 2: LEASING 80
7.3 VARIANTE 3: ZENTRALES FUHRPARKMANAGEMENT – INTERNES CARSHARING 81
7.3.1 Kostenvergleich inkl. Fördermittelberücksichtigung 81
7.4 KOSTENVERGLEICH BESCHAFFUNGSVARIANTEN 83

8 AUSSCHREIBUNGSKRITERIEN 85

8.1 GRUNDLAGEN 85
8.2 ALLGEMEINE AUSSCHREIBUNGSKRITERIEN 85
8.2.1 Ladevorgang 86
8.2.2 Reichweite 87
8.3 DEFINITION UMWELTKRITERIEN 88
8.3.1 Eigenschaften des Auftraggebers 88
8.3.2 Berücksichtigung von Umweltkriterien 88
8.3.3 Bieterprinzip: 88
8.4 BEWERTUNGSEMPFEHLUNG: 89
8.4.1 Bewertungstool (Punktesystem) 89

9 BERECHNUNG TREIBHAUSGASEINSPARUNG 90

9.1 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN 90
9.2 AUSWEISEN DER TREIBHAUSGASBILANZ 91

10 FAQ 93

10.1 ALLGEMEINES ZUM ELEKTROAUTO 93
10.2 BATTERIE UND AUFLADUNG 94
10.3 SICHERHEIT 94

11 ANGEWANDTE NORMEN UND VORSCHRIFTEN 96

12 TABELLENVERZEICHNIS 97

13 ABBILDUNGSVERZEICHNIS 98

14 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 99

15 ANLAGENVERZEICHNIS 100

1 Allgemeine Informationen

1.1 Motivation und Aufgabenstellung

Im November 2017 wurde der sogenannte Masterplan 100% Klimaschutz im Stadtrat beschlossen. Ziel des Plans ist es, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 95% zu reduzieren und so den Wandel zur Null-Emissions-Stadt zu bewerkstelligen. Aufgrund der komplexen Wirkzusammenhänge, die für die Erreichung dieses Gesamtziels relevant sind, erfolgt im Masterplan eine Unterteilung der Ziele. Diese sogenannten akteursbezogenen, sektoralen Teilziele beziehen sich auf den Bereich Energiebedarf und Treibhausgaseinsparung. Hierbei werden die Ziele den drei Handlungsfelder „Energieversorgung“, „Mobilität“ und „Gebäude, Quartiere, Technik“ zugeordnet. Die einzelnen Aktivitäten zur Zielerreichung sind detailliert in einem Maßnahmenatlas zusammengefasst.
Der Zielpfad für den Bereich Treibhausgaseinsparung und das Handlungsfeld Mobilität, sieht bis zum Jahr 2025 eine Einsparung von 14%, bis 2030 von 20%, bis 2040 von 70% und bis zum Jahr 2050 eine Einsparung von 98% vor. Um diese Ziele zu erreichen, müssen alle Kfz der Stadt Kaiserslautern sukzessiv auf alternative Antriebe umgestellt werden.
Parallel zu diesem Masterplan gibt es zusätzlich noch einen Mobilitätsplan Klima+ 2030, welcher den Masterplan für den Bereich Mobilität ergänzt. Inhaltlich beschreibt der Mobilitätsplan die Potentiale, welche im Verkehrsbereich der Stadt Kaiserslautern bestehen, um die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 zu reduzieren. Hierbei werden die neben dem Kfz-Verkehr, auch die Bereiche ÖPNV, Radverkehr und Fußverkehr betrachtet.
In Ihrer Vorbildfunktion hat die Stadt Kaiserslautern bereits damit begonnen, den Fuhrpark zu elektrifizieren.
Das Elektromobilitätskonzept beschreibt die Möglichkeiten des weiteren Ausbaus der Fahrzeugflotte mit Elektrofahrzeugen. Ein entscheidender Faktor ist hierbei ebenso die Bereitstellung entsprechender Ladeinfrastruktur, um die Fahrzeuge laden zu können. Neben der Fuhrparkumstellung ist daher ein weiterer zentraler Inhalt des Konzeptes die Analyse des zukünftigen Bedarfes an Ladeinfrastruktur und die Möglichkeiten der Realisierung an den verschiedenen Standorten der Referate.

1.2 Methodik der Konzepterstellung

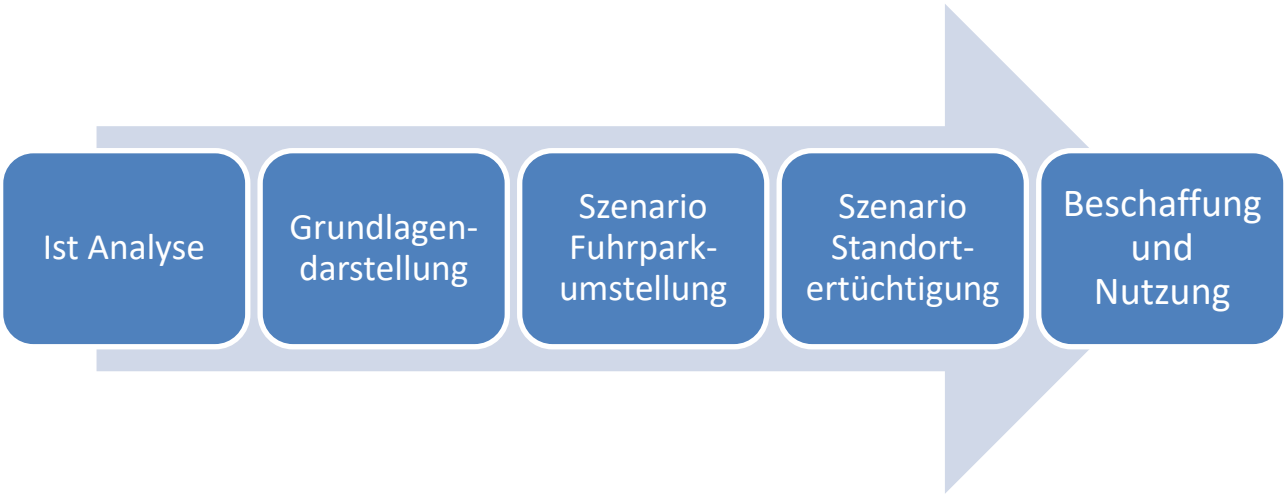


Abbildung 1: Flussdiagramm Methodik

2 Ist-Analyse

Die Ist-Analyse beschreibt den derzeitigen Fahrzeugpool der einzelnen Referate und bildet die Grundlage für die weitere Variantenbetrachtung. Neben der Analyse der einzelnen Referate wurde in Kapitel 2.2 auch eine Betrachtung nach Standorten angefertigt.

2.1 Fuhrpark nach Referaten

Der Fuhrpark der Stadtverwaltung Kaiserslautern besteht aus insgesamt 404 Fahrzeugen[1], die in 13 Referate eingeteilt sind. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der nachträglich überarbeiteten Daten, die die Stadt Kaiserslautern für die Erstellung der Studie zur Verfügung gestellt hat. Im Nachgang wurden die Daten nochmals sortiert und verifiziert, um eine für diese Studie geeignete Struktur herzustellen. Die Fahrzeuge wurden nach den tatsächlichen Fahrzeugtypen in PKW, Transporter und Sonstige Fahrzeuge kategorisiert. Unter PKW sind sowohl Kleinwagen als auch Mittelklassewagen bis Kombis zu finden. Unter Transporter sind alle Kleinbusse und Transporter der Art „Mercedes Sprinter“ aufgelistet, die noch mit dem Führerschein der Klasse B geführt werden dürfen. Die Funktion der jeweiligen Fahrzeuge (z.B. Lieferungen) sowie die Bezeichnung laut Versicherung wurden außer Acht gelassen. Ebenfalls wurden Fahrzeuge mit bspw. fest verbauter Technik oder Krankenwagen zu den Sonderfahrzeugen verschoben, da hier ein Austausch nicht ohne einen erhöhten technischen und monetären Aufwand erfolgen kann.

Tabelle 1: Übersicht Fuhrpark

		PKW		Transporter		Sonstige	
Ref. Nr.	**Bezeichnung**	**Gesamt**	**davon Elektro**	**Gesamt**	**davon Elektro**	**LWK, Zug- und Sonderfahrzeuge**	**Anhänger und Arbeitsmaschinen**
10	Organisations-management	8 Stk.	1 Stk.	1 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.
15	Umweltschutz	2 Stk.	1 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.
30	Recht und Ordnung	14 Stk.	0 Stk.	2 Stk.	0 Stk.	2 Stk.	1 Stk.
37	Feuerwehr und Katastrophen-schutz	1 Stk.	1 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	83 Stk.	9 Stk.
40	Schulen	2 Stk.	1 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	3 Stk.
50	Soziales	3 Stk.	0 Stk.	9 Stk.	1 Stk.	6 Stk.	4 Stk.
51	Jugend und Sport	4 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	5 Stk.
61	Stadtentwicklung	0 Stk.	0 Stk.	1 Stk.	0 Stk.	2 Stk.	0 Stk.
63	Bauordnung	1 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.
65	Gebäudewirtschaft	7 Stk.	4 Stk.	10 Stk.	0 Stk.	1 Stk.	1 Stk.
66	Tiefbau	7 Stk.	2 Stk.	3 Stk.	1 Stk.	2 Stk.	3 Stk.
67	Grünflächen	7 Stk.	0 Stk.	4 Stk.	3 Stk. (GOUPiL)	7 Stk.	21 Stk.
70	Stadtbildpflege	17 Stk.	6 Stk.	17 Stk.	6 Stk.	98 Stk.	38 Stk.
	Summe	73 Stk.	16 Stk.	47 Stk.	11 Stk.	201 Stk.	85 Stk.

[1] Stand Dezember 2020

2.1.1 PKW

Der Fuhrpark der Stadtverwaltung Kaiserslautern besteht insgesamt aus 73 Personalkraftwagen. Davon sind bereits 16 Stück durch ein Elektrofahrzeug ersetzt worden. In die folgende Betrachtung fließen alle PKW ein, für PKW mit nicht ausreichenden Datensätzen wurden Angaben geschätzt und in Abbildung 2 kenntlich gemacht. Die exakten Werte können der Anlage entnommen werden.

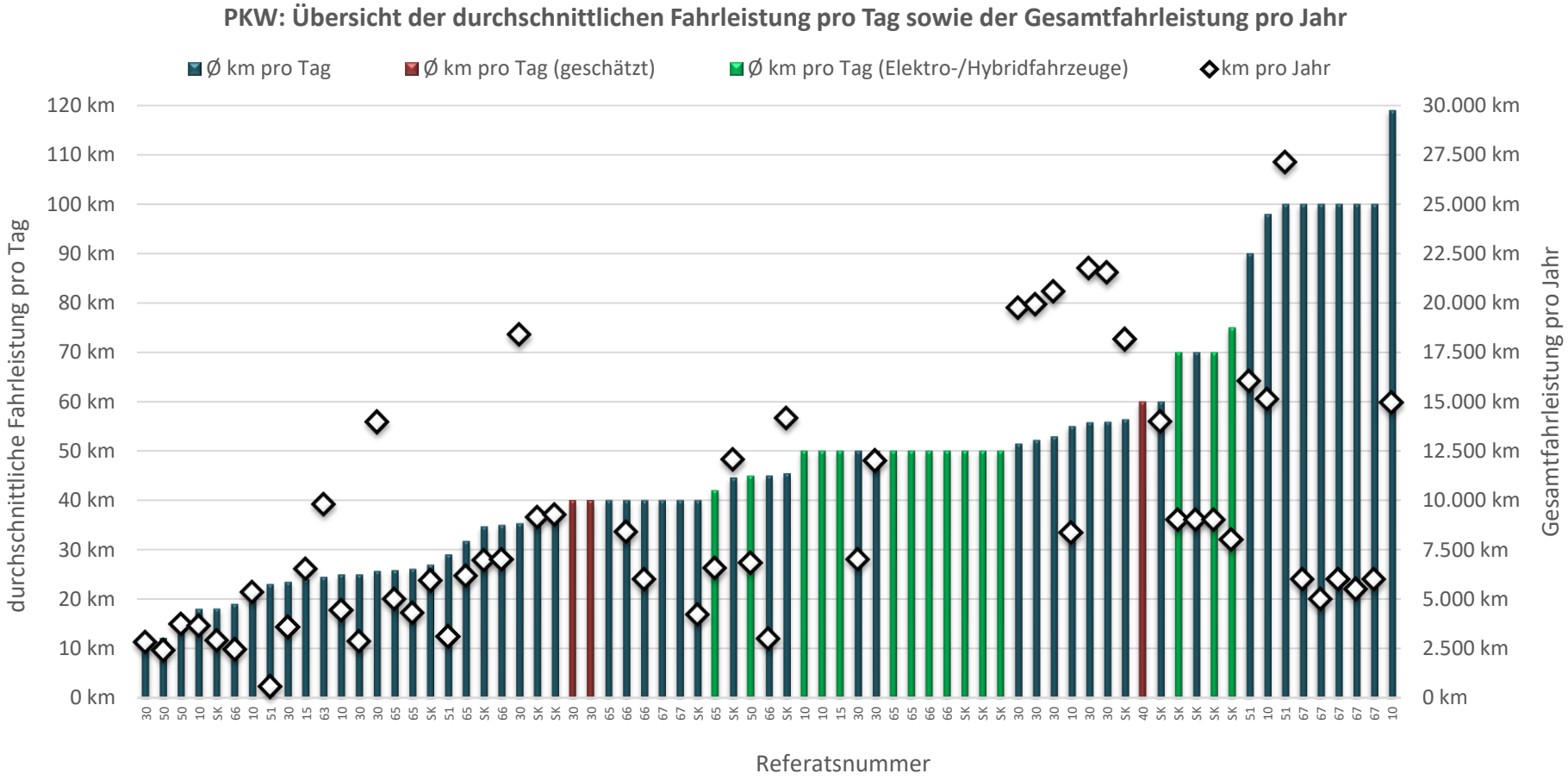


Abbildung 2: PKW: Übersicht der durchschnittlichen Fahrleistung pro Tag sowie der Gesamtfahrleistung pro Jahr

2.1.2 Transporter

Der Fuhrpark der Stadtverwaltung Kaiserslautern besteht insgesamt aus 47 Transportern. Davon sind bereits 11 Stück durch ein Elektrofahrzeug ersetzt worden. In die folgende Betrachtung fließen alle Transporter ein, für Transporter mit nicht ausreichenden Datensätzen wurden Angaben geschätzt und in Abbildung 3 kenntlich gemacht. Die exakten Werte können der Anlage entnommen werden.

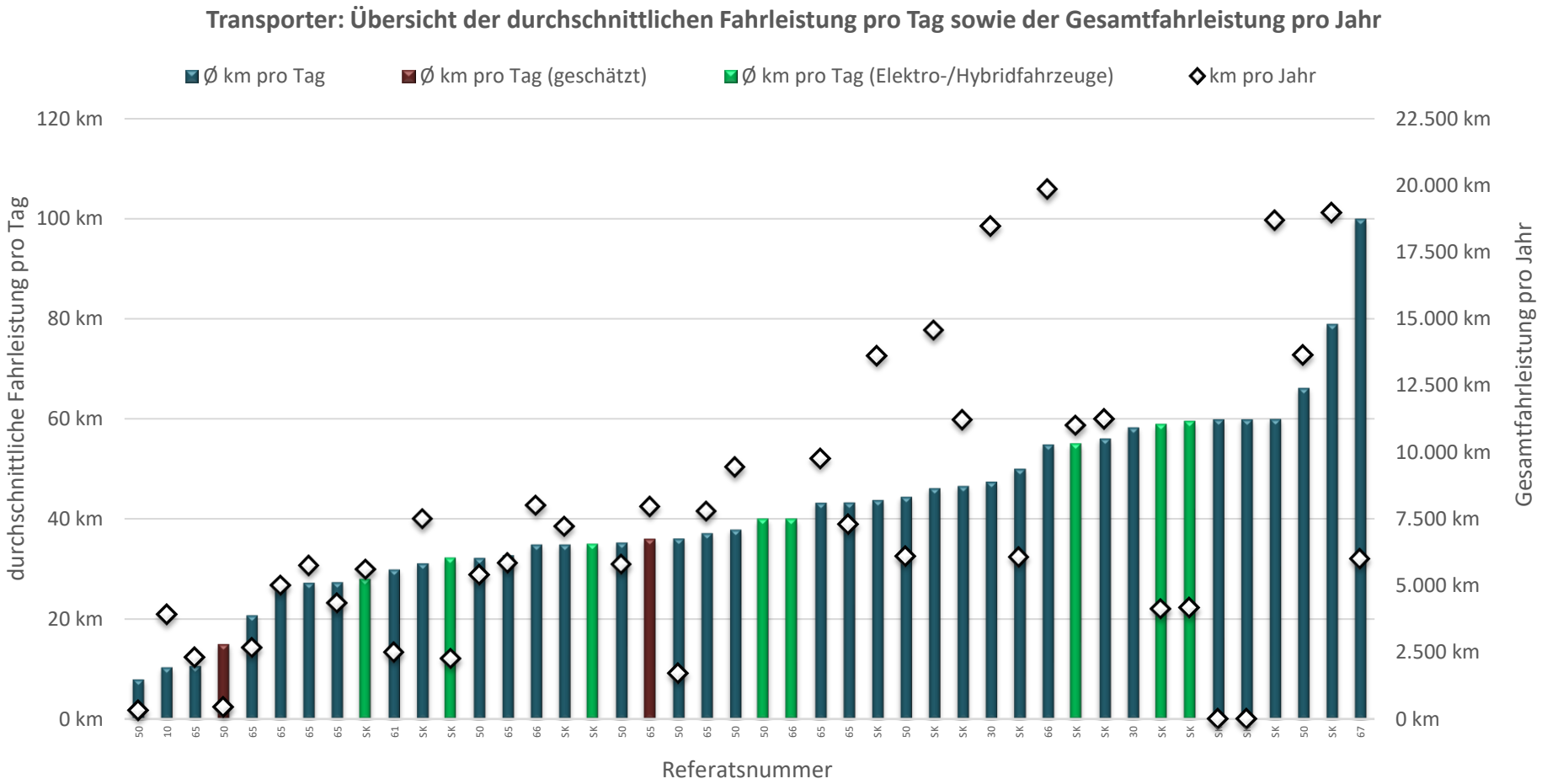


Abbildung 3: Transporter: Übersicht der durchschnittlichen Fahrleistung pro Tag sowie der Gesamtfahrleistungen pro Jahr

2.1.3 Sonstige (Sonderfahrzeuge, LKW, Anhänger, Arbeitsmaschinen)

Wie bereits in Kapitel 2.1 beschrieben, wurden beispielsweise PKW mit fest verbauter Technik oder auch Krankenwagen der Kategorie „Sonstige Fahrzeuge“ zugeordnet.
Diese Kategorie beinhaltet die Fahrzeuge der Stadtverwaltung, die aufgrund der nachfolgenden Faktoren zum aktuellen Zeitpunkt nicht für eine Elektrifizierung geeignet sind. Auch die Rückmeldungen der einzelnen Referate zu spezifischen Fahrzeugen, die für eine Elektrifizierung nicht geeignet seien, sind hierbei berücksichtigt.
Allgemein lässt sich sagen, dass gerade im Schwerlastbereich der zukünftige Einsatz von Wasserstoffantrieben stärker fokussiert wird als der Einsatz von reinen Elektroantrieben. Bedingt durch das Eigengewicht der Fahrzeuge, teilweise hoher Reichweitenanforderungen, in Verbindung mit dem aktuellen Stand der Batterietechnik, sind die Kapazitätsanforderungen schwer umsetzbar. Das hohe Gewicht und der hohe Platzbedarf der Batterien sprechen für eine Energieversorgung durch Brennstoffzellen.
Im Rahmen der Initiative „Blue Corridor“ wird in Kaiserslautern derzeit der Ersatz von Abfallsammelfahrzeugen, Linienbussen und LKW durch wasserstoffbetriebenen Varianten untersucht. Bei dieser Antriebsart werden die Elektromotoren der Fahrzeuge über eine Brennstoffzelle mit Energie versorgt. Da die Anschaffungskosten solcher Fahrzeuge aktuell noch extrem hoch sind, ist der Einsatz dieser Antriebsart nur mit entsprechenden Förderprogrammen realisierbar. Ein Abfallsammelfahrzeug mit Verbrennungsmotor kostet beispielsweise je nach Ausstattung ca. 225.000€, das gleiche Fahrzeug mit Wasserstoffantrieb kostet ca. 940.000€ und somit mehr als das Vierfache. Die Umrüstung eines Standard LKW ist zum aktuellen Zeitpunkt ebenso wirtschaftlich nicht abbildbar.
Der Ersatz von Straßenreinigungsfahrzeugen, wie sie bei der Stadtbildpflege vorhanden sind, durch Elektrofahrzeuge ist ebenfalls nur mit entsprechenden Förderprogrammen realisierbar, da auch hier die Preise noch sehr hoch sind. Eine Kompaktkehrmaschine mit Verbrennungsmotor kostet ca. 200.000€ ein vergleichbares Modell mit Elektroantrieb ca. 470.000€ und somit mehr als das Doppelte.
Sonderfahrzeuge wie die der Feuerwehr und des Katastrophenschutzes sind aktuell noch nicht verbreitet oder befinden sich in der Testphase. Beispielsweise ist ein elektrischer Rettungswagen (RTW) derzeit bei der Stadt Hannover im Testbetrieb. Ein elektrisches Löschfahrzeug ist bei der Feuerwehr Berlin im Testbetrieb. Bei einer Neuanschaffung solcher Fahrzeuge sollte immer der aktuelle Stand der Technik berücksichtigt werden.
Arbeitsmaschinen wie beispielsweise Bagger, Hebebühnen oder Zugmaschinen sind auch in dieser Kategorie aufgelistet.
Anhänger die bedingt durch ihre Zulassung aufgeführt werden, sind grundsätzlich ohne Antrieb und somit nicht relevant.
Insgesamt wurden die in Tabelle 1 dargestellten 286 Fahrzeuge der Kategorie „Sonstige Fahrzeuge“, aufgrund der beschriebenen Gegebenheiten und dem aktuellen Stand der Technik, als aktuell nicht sinnvoll für einen Ersatz durch Elektrofahrzeuge eingestuft.

2.1.4 Referate

Die folgende Tabelle zeigt die relevanten Fahrzeuge aufgeschlüsselt je Referat mit der Angabe des Kennzeichens zur eindeutigen Identifikation, dem Standort sowie dem Alter des Fahrzeuges zur Priorisierung.

Tabelle 2: Übersicht PKW und Transporter je Referat mit Kennzeichen, Standort und Alter

Ref.Nr.	Fahrzeugtyp	Kennzeichen	Standort	Fahrzeugalter	Modell/Kommentar
10	PKW	KL-H 1015	Rathaus - Parkplatz Nord	4 Jahre	-
		KL-H 1040	Rathaus - Parkplatz West	4 Jahre	Kombi, Reichweite min. 200 km und Platz für Transporte
		KL-H 1016	Rathaus - Parkplatz Nord	4 Jahre	-
		KL-H 1001	Feuerwehr Kaiserslautern	1 Jahre	wird durch Hybrid ersetzt
		KL-KL 22 E		-	Elektrofahrzeug (Audi)
		KL-H 1017	Rathaus - Parkplatz West	4 Jahre	Kleinwagen (Ford Fiesta)
		KL-H 1018		4 Jahre	Kleinwagen (Opel Astra)
		KL-H 1012		4 Jahre	Kleinwagen (Opel Astra)
	Transporter	KL-H 1013		4 Jahre	Ford Kastenwagen 2-Sitzer
15	PKW	KL-H 1502	Rathaus Nord - Innenhof	2 Jahre	Kombi (Allrad Geländewagen, Dacia)
		KL-H 225 E		2 Jahre	Elektrofahrzeug (Peugeot)
30	PKW	KL-H 3062	Rathaus Nord - Innenhof	3 Jahre	-
		KL-H 3053		5 Jahre	Kombi (VW Golf Plus)
		KL-H 3052		5 Jahre	Kombi (VW Golf Plus)
		KL-H 3051		5 Jahre	Kleinwagen (VW Polo)
		KL-H 3055		5 Jahre	Kleinwagen (VW Polo)
		KL-6606		-	-
		KL-H 3041		2 Jahre	Kombi, hier kommt wegen Langstrecken nur Hybrid in Frage
		KL-H 3001		4 Jahre	Kombi, Leasing-Fahrzeug
		KL-H 3004		1 Jahre	Kombi, Leasingvertrag endet am 21.01.2021
		KL-H 3081		2 Jahre	-
		KL-H 3082		2 Jahre	Kombi (Hyundai I30)
		KL-H 3088		2 Jahre	Kombi
		KL-H 3087		2 Jahre	Kombi (Hyundai I30)
		KL-H 3089		2 Jahre	Kombi (Hyundai Tucson)
	Transporter	KL-H 3085		2 Jahre	Kleinbus (VW Multivan)
		KL-H 3086		2 Jahre	Kleinbus (VW Multivan)
37	PKW	KL-XXX E			Elektrofahrzeug
40	PKW	KL-H 4001	Schule am Beilstein	14 Jahre	Kleinbus (9-Sitzer), Leihvertrag Pro Humanis
		KL-XXX E			Elektrofahrzeug

50	PKW	KL-H 5015	Vogelwoogstraße 50	5 Jahre	-
		KL-H 5013		7 Jahre	-
		KL-H 5017	Rathaus West	2 Jahre	Kleinwagen (Opel Corsa)
	Transporter	KL-H 5005	Vogelwoogstraße 50	12 Jahre	Transporter (Opel Movano)
		KL-6535		16 Jahre	Kleinbus (9-Sitzer)
		KL-H 5006		12 Jahre	Transporter (Opel Movano)
		KL-H 5009		10 Jahre	Transporter (Opel Movano)
		KL-H 5001		14 Jahre	Transporter (Mercedes Sprinter)
		KL-6501		15 Jahre	Kleinbus (Opel Vivaro)
		KL-RE 50 E		1 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault)
		KL-H 5016		4 Jahre	Kastenwagen (Citroen Jumper)
		KL-H 5014		6 Jahre	Transporter (Opel Movano)
51	PKW	KL-6537	Jugendhaus in der Augustastraße	41 Jahre	Kombi, Transporte
		KL-H 5132		11 Jahre	-
		KL-H 5100	Rathaus West	2 Jahre	Kombi (Opel Combo)
		KL-H 5101	Rathaus - Parkplatz Nord	2 Jahre	Kombi (Opel Combo)
61	Transporter	KL-6665	SK (ehemaliger städtischer Betriebshof)	20 Jahre	Mercedes Kastenwagen (5-Sitzer), Trennwand zum Laderaum, Innenausbau für den Transport des Instrumentariums
63	PKW	KL-H 6304	Rathaus - Parkplatz Nord	3 Jahre	Kombi (Opel Mokka)
65	PKW	KL-6502	Daennerstraße 11 (SK)	17 Jahre	Kombi (VW Caddy)
		KL-H 6504		9 Jahre	Kombi (Renault Kangoo)
		KL-H 6502		12 Jahre	Kombi (VW Caddy)
		KL-ZY 65 E	keine Angabe	-	Elektrofahrzeug (Renault Kangoo)
		KL-ZT 65 E	Vogelwoogstraße 28	1 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault Kangoo)
		KL-ZJ 65 E	Rathaus - Parkplatz Nord	1 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault ZOE)
		KL-ZV 65 E		1 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault ZOE)
	Transporter	KL-H 6512	Daennerstraße 11 (SK)	3 Jahre	Kleinbus (Opel Vivaro)
		KL-H 6509		4 Jahre	Transporter (Mercedes Sprinter)
		KL-H 6531		5 Jahre	Kleinbus (Renault Trafic)
		KL-H 6532		5 Jahre	Kleinbus (Renault Trafic)
		KL-H 6510		3 Jahre	Kleinbus (Opel)
		KL-H 6508		4 Jahre	Kleinbus (Opel Vivaro)
		KL-H 6522		5 Jahre	Kleinbus (Opel Vivaro)
		KL-H 6503		9 Jahre	Peugeot Expert Kastenwagen

		KL-H 6501		11 Jahre	Transporter (Mercedes Sprinter)
		KL-H 6533		5 Jahre	Kleinbus (Renault Trafic)
66	PKW	KL-H 6630	Daennerstraße 11 (SK)	6 Jahre	-
		KL-H 6621		10 Jahre	Kombi (Opel Combo)
		KL-H 6620		10 Jahre	Kombi (Opel Combo)
		KL-H 6669		3 Jahre	Kombi (Opel Astra)
		KL-H 6650		3 Jahre	Kombi
		KL-KP 66 E	Rathaus - Parkplatz Nord	1 Jahre	Elektrofahrzeug
		KL-NE 66 E		1 Jahre	Elektrofahrzeug
	Transporter	KL-H 6668	Daennerstraße 11 (SK)	2 Jahre	Kleinbus (Opel Vivaro)
		KL-YE 66 E	Rathaus - Parkplatz Nord	1 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault)
		KL-H 6632	Daennerstraße 11 (SK)	5 Jahre	-
67	PKW	KL-6708	Donnersbergstraße 78	15 Jahre	-
		KL-H 6707		5 Jahre	Kombi (VW Caddy)
		KL-6710		17 Jahre	Kleinwagen (Opel Meriva)
		KL-H 6702		12 Jahre	Kleinwagen (Opel Agila)
		KL-H 6793		6 Jahre	Kombi (VW Caddy)
		KL-H 6794		7 Jahre	Kombi (VW Caddy)
		KL-H 6797		11 Jahre	Kombi (Suzuki Grand Vitara)
	Transporter	KL-H 6712		1 Jahre	Kleinbus (Toyota)
		KL-PZ 67E			Elektrofahrzeug (GOUPiL)
		KL-SZ 67E			Elektrofahrzeug (GOUPiL)
		KL-RZ 67E			Elektrofahrzeug (GOUPiL)
70 (SK)	PKW	KL-H 6635	Daennerstraße 11 (SK)	17 Jahre	-
		KL-H 6688		16 Jahre	-
		KL-H 7038		11 Jahre	-
		KL-H 7003		15 Jahre	Kombi (Mercedes-Benz C 180 Kompressor)
		KL-H 6624		8 Jahre	-
		KL-H 7029		5 Jahre	-
		KL-H 6629		7 Jahre	-
		KL-H 7027		8 Jahre	-
		KL-E 756 E			Elektrofahrzeug
		KL-E 758 E			Elektrofahrzeug
		KL-E 827 E			Elektrofahrzeug
		KL-H 7028		5 Jahre	-
		KL-H 6711		13 Jahre	-
		KL-H 7099		5 Jahre	-
		KL-H 7006		6 Jahre	Elektrofahrzeug
		KL-H 784 E		3 Jahre	Elektrofahrzeug
		KL-H 7005		6 Jahre	Elektrofahrzeug
	Transporter	KL-E 578 E		2 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault)
		KL-H 6505		8 Jahre	-
		KL-E 670 E		1 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault)

	KL-H 7077	6 Jahre	Mercedes geschlossener Kastenwagen
	KL-E 674 E	-	Elektrofahrzeug (Renault)
	KL-H 7041	10 Jahre	-
	KL-H 7042	10 Jahre	-
	KL-H 6506	8 Jahre	-
	KL-H 7025	9 Jahre	-
	KL-E 594 E	2 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault)
	KL-H 6666	12 Jahre	-
	KL-E 659 E	1 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault)
	KL-E 673 E	1 Jahre	Elektrofahrzeug (Renault)
	KL-H 6717	12 Jahre	Peugeot geschlossener Kastenwagen
	KL-H 6782	10 Jahre	-
	KL-H 7043	7 Jahre	-
	KL-H 7045	6 Jahre	-

2.1.4.1 Referat 10: Organisationsmanagement

Das Referat 10: Organisationsmanagement besitzt acht PKW und einen Transporter. Von den PKWs ist ein Wagen bereits mit elektrischem Antrieb und ein Wagen wurde durch einen Hybrid ersetzt. Sieben Fahrzeuge sind vier Jahre alt, der Hybrid ein Jahr. Zwei PKW parken auf dem Parkplatz Nord des Rathauses und die restlichen PKW sowie der Transporter auf dem Parkplatz West. Das Elektroauto und der Hybrid befinden sich teils an der Feuerwehr Kaiserslautern und am Rathaus bzw. in der Daennerstraße. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.1.4.2 Referat 15: Umweltschutz

Das Referat 15: Umweltschutz besitzt zwei PKW. Beide Fahrzeuge sind zwei Jahre alt und parken am Rathaus Nord. Ein PKW ist bereits ein Elektroauto, der andere Wagen ist ein Geländewagen mit Allradantrieb. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.1.4.3 Referat 30: Recht und Ordnung

Das Referat 30: Recht und Ordnung besitzt 14 PKW und zwei Transporter. Alle Fahrzeuge sind zwei bis fünf Jahre alt und parken am Rathaus Nord. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.1.4.4 Referat 37: Feuerwehr und Katastrophenschutz

Referat 37: Feuerwehr und Katastrophenschutz besitzt einen PKW, welcher bereits ein Elektroauto ist und an der Feuerwehr parkt. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.1.4.5 Referat 40: Schulen

Das Referat 40: Schulen besitzt einen 9-Sitzer Kleinbus. Das Fahrzeug ist 14 Jahre alt und parkt an der Schule am Beilstein. Der PKW ist über Pro Humanis geliehen. Das Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung ist in der Tabelle zu finden.

2.1.4.6 Referat 50: Soziales

Das Referat 50: Soziales besitzt drei PKW und neun Transporter. Zwei PKW und drei Transporter sind weniger als sechs oder sechs Jahre alt, ein PKW ist sieben Jahre alt und die restlichen Transporter sind zehn bis 16 Jahre alt. Ein PKW parkt am Rathaus West, die restlichen Fahrzeuge parken in der Vogelwoogstraße 50. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.1.4.7 Referat 51: Jugend und Sport

Das Referat 51: Jugend und Sport besitzt vier PKW. Zwei PKW sind zwei Jahre alt, ein PKW elf Jahre und eins der Fahrzeuge ist bereits 41 Jahre alt. Ein PKW parkt auf dem Parkplatz Nord des Rathauses, einer am Rathaus West und die zwei älteren PKW stehen vor dem Jugendhaus in der Augustastraße. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.1.4.8 Referat 61: Stadtentwicklung

Das Referat 61: Stadtentwicklung besitzt einen Transporter der 22 Jahre alt ist und bei der Stadtbildpflege (SK) parkt. Das Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung ist in der Tabelle zu finden.

2.1.4.9 Referat 63: Bauordnung

Das Referat 63: Bauordnung besitzt einen PKW mit Allradantrieb. Das Fahrzeug ist drei Jahre alt und parkt auf dem Parkplatz Nord des Rathauses. Das Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung ist in der Tabelle zu finden.

2.1.4.10 Referat 65: Gebäudewirtschaft

Das Referat 65: Gebäudewirtschaft besitzt sieben PKW und zehn Transporter. Vier der PKW sind vor einem Jahr neu angeschaffte Elektrofahrzeuge, die übrigen PKW sind neun bis 17 Jahre alt. Acht Transporter sind weniger als sechs Jahre alt, die übrigen haben ein Alter von neun und elf Jahren. Die Elektrofahrzeuge parken auf dem Parkplatz Nord des Rathauses und in der Vogelwoogstraße 28. Alle weiteren PKW und alle Transporter parken auf dem Gelände der Stadtbildpflege Kaiserslautern in der Daennerstraße 11. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.1.4.11 Referat 66: Tiefbau

Das Referat 66: Tiefbau besitzt sieben PKW und drei Transporter. Zwei PKW sind sechs und sieben Jahre alt, vier PKW sind elf bis 17 Jahre alt. Die Transporter haben ein Alter von einem, zwei und fünf Jahren. Die Elektrofahrzeuge parken auf dem Parkplatz Nord des Rathauses, die übrigen PKW und Transporter parken in der Daennerstraße 11. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.1.4.12 Referat 67: Grünflächen

Das Referat 67: Grünflächen besitzt sieben PKW und vier Transporter. Sechs PKW sind weniger als sechs oder sechs Jahre alt, zwei PKW sind zehn Jahre alt. Drei Transporter sind neue Elektrofahrzeuge der Firma GOUPiL, ein Transporter hat ein Alter von einem Jahr. Alle Fahrzeuge parken in der Donnersbergstraße 78. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.1.4.13 Referat 70: Stadtbildpflege Kaiserslautern

Das Referat 70: Stadtbildpflege Kaiserslautern besitzt 17 PKW und 17 Transporter. Fünf PKW sind weniger als sechs oder sechs Jahre alt, die übrigen acht Fahrzeuge sieben bis 17 Jahre. Bei den Transportern sind sieben Fahrzeuge weniger als sechs oder sechs Jahre alt, neun Transporter haben ein Alter von sieben bis 12 Jahren, zu einem Elektrotransporter gibt es diesbezüglich keine Daten. Für alle Fahrzeuge wurde angenommen, dass diese auf dem Betriebsgelände des Referats Stadtbildpflege Kaiserslautern in der Daennerstraße 11 parken. Die Kennzeichen zur eindeutigen Zuordnung sind in der Tabelle zu finden.

2.2 Fuhrpark nach Standorten

In Kaiserslautern befinden sich nicht nur die verschiedenen Referate an unterschiedlichen Standorten, sondern auch die Fahrzeuge der jeweiligen Referate parken nicht immer alle am Sitz des jeweiligen Referats. Um die Situation an den Parkplätzen beurteilen zu können, ist es sinnvoll, die Fahrzeuge referatsunabhängig deren Standort zuzuordnen. Die Parkplätze der zu betrachtenden PKW sowie der Transporter sind in der folgenden Abbildung aufgezeigt. Eine detaillierte Übersicht aller Standorte findet sich im Folgenden.

2.2.1 Übersicht Standorte

Um eine ausreichende Versorgung mit elektrischer Energie zum Laden der Fahrzeuge am jeweiligen Parkplatz garantieren zu können, müssen zunächst die Standorte analysiert werden. Im Nachfolgenden werden für die einzelnen Standorte die baulichen Gegebenheiten stichpunktartig aufgezeigt.
Zur besseren Übersicht sind in der Abbildung 5 die folgenden Standorte mit Parkplätzen auf einer Karte dargestellt:

1. Rathaus
    a. Parkplatz Nord (Lauterstraße): Willy-Brandt-Platz 1, 67657 Kaiserslautern
    b. Parkplatz Ost: Willy-Brandt-Platz 1, 67657 Kaiserslautern
    c. Parkplatz Süd (Vorplatz): Willy-Brandt-Platz 1, 67657 Kaiserslautern
    d. Parkplatz West (zur Maxstraße): Willy-Brandt-Platz 1, 67657 Kaiserslautern
2. Rathaus Nord
    a. Innenhof: Lauterstraße 2, 67657 Kaiserslautern
    b. Lauterstraße: Lauterstraße 2, 67657 Kaiserslautern
3. Rathaus West (ehemalige Maxschule) - Innenhof: Maxstraße 17-19, 67657 Kaiserslautern
4. Vogelwoogstraße 50, 67659 Kaiserslautern
5. Vogelwoogstraße 28, 67659 Kaiserslautern
6. Daennerstraße 11, 67657 Kaiserslautern
7. Donnersbergstraße 78, 67657 Kaiserslautern
8. Feuerwehr Kaiserslautern: An der Feuerwache 6, 67663 Kaiserslautern
9. Jugendhaus Augustastraße: Augustastraße 11, 67655 Kaiserslautern
10. Schule am Beilstein: Velmannstraße 13, 67657 Kaiserslautern
11. Fritz-Walter-Schule: Erfurter Straße 68-70, 67663 Kaiserslautern

Abbildung 4: Übersicht Standorte der PKW und der Transporter, referatsunabhängig

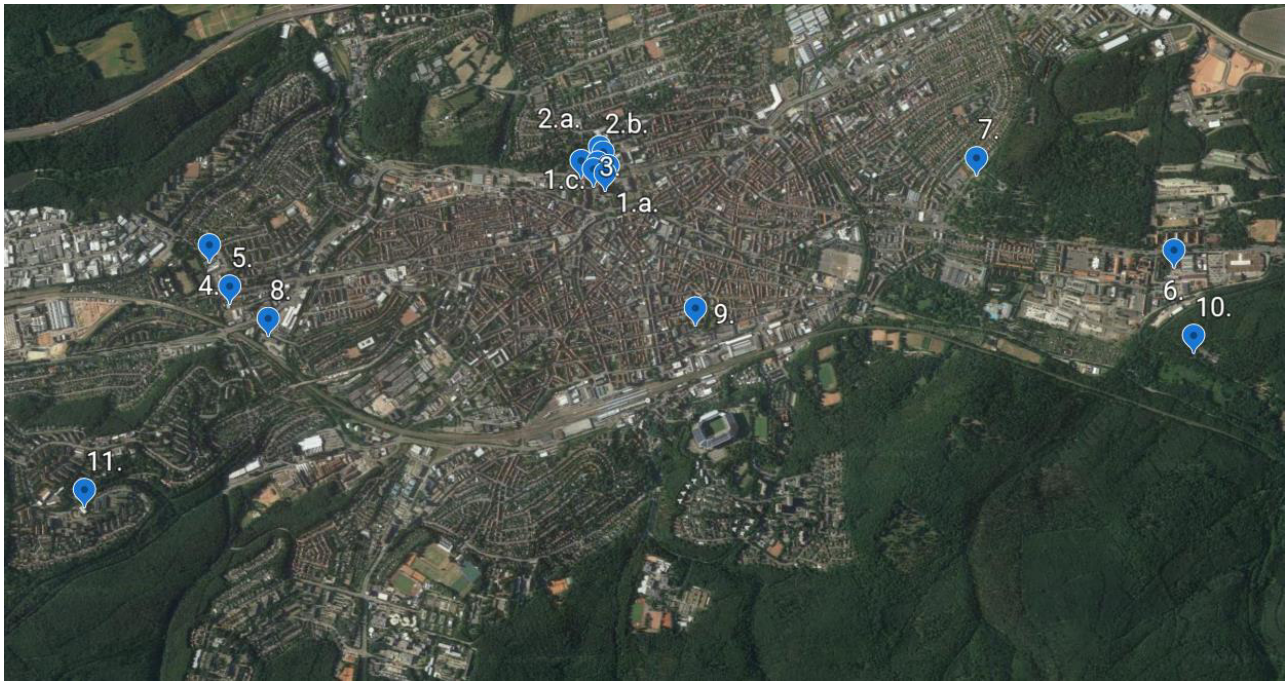


Abbildung 5: Übersicht Standorte der Referate

Die Detail Übersicht zeigt in Abbildung 6 die Standorte Rathaus, Rathaus Nord und West von Näherem.

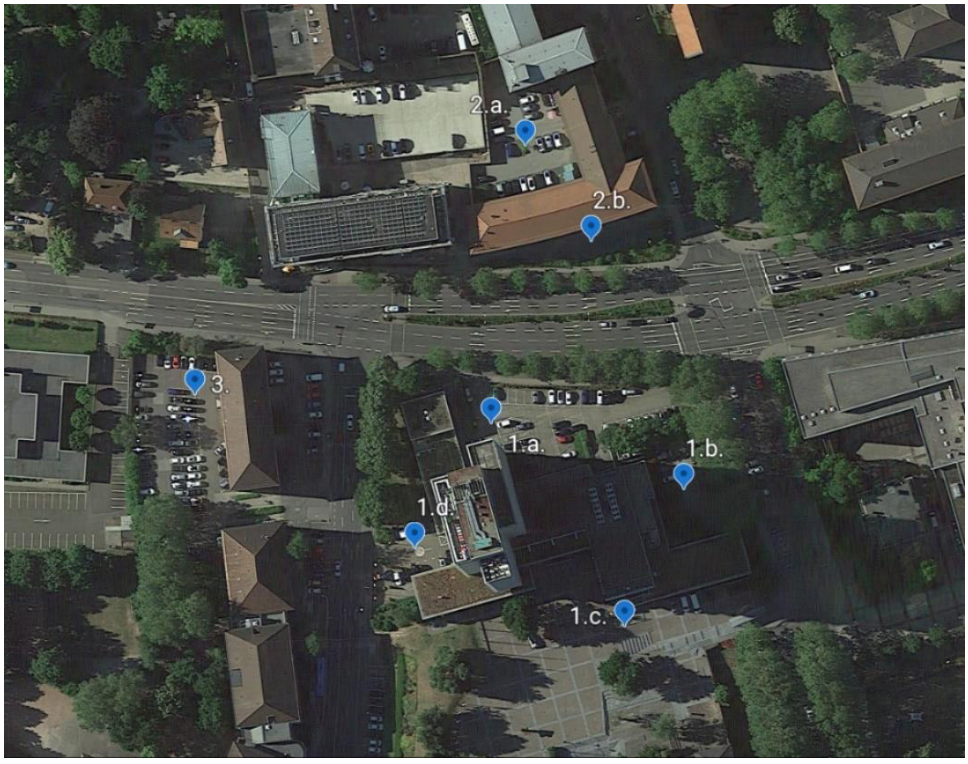


Abbildung 6: Übersicht Standorte Rathaus, Rathaus Nord und West

2.2.2 Rathaus – Parkplatz, Willy-Brandt-Platz 1 67657 Kaiserslautern

Am Standort Rathaus gibt es vier verschiedene Parkbereiche, welche nach den Himmelsrichtungen benannt sind. Alle Parkplätze sind öffentlich zugänglich, jedoch ist die Zufahrt mittels einer Schranke geregelt.
Entsprechend einer Dienstvereinbarung ist die Zuteilung reglementiert.

Gesamte Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	137
Anzahl Dienstfahrzeuge:	15
Anzahl E-Fahrzeuge:	6
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	6 Ladepunkte (aktuell in der Umsetzung)
Regenerative Energie Versorgung:	keine Photovoltaik vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	die Versorgung von 130kW für die aktuelle Ladeinfrastruktur ist verfügbar.

2.2.2.1 Rathaus, Parkplatz Nord Lauterstraße (45 Parkplätze)

Abbildung 7: Standort: Rathaus, Parkplatz Nord

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	45
Anzahl Dienstfahrzeuge:	9
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	6 Ladepunkte (aktuell in der Umsetzung)
Regenerative Energie Versorgung:	siehe übergeordneten Punkt
Verfügbare Netzleistung:	siehe übergeordneten Punkt

2.2.2.2 Rathaus, Parkplatz Ost (17 Parkplätze)

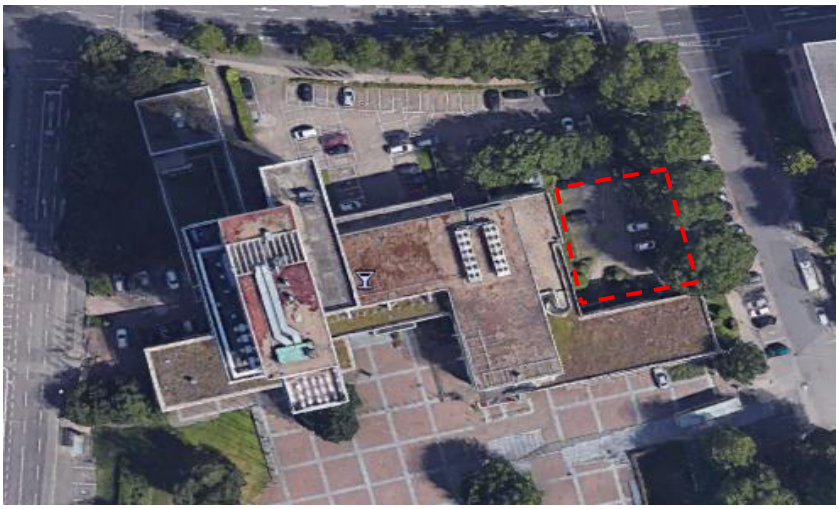


Abbildung 8: Standort: Rathaus, Parkplatz Ost

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	17
Anzahl Dienstfahrzeuge:	0
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	0
Regenerative Energie Versorgung:	siehe übergeordneten Punkt
Verfügbare Netzleistung:	siehe übergeordneten Punkt

2.2.2.3 Rathaus, Parkplatz Süd (Vorplatz) (65 Parkplätze)

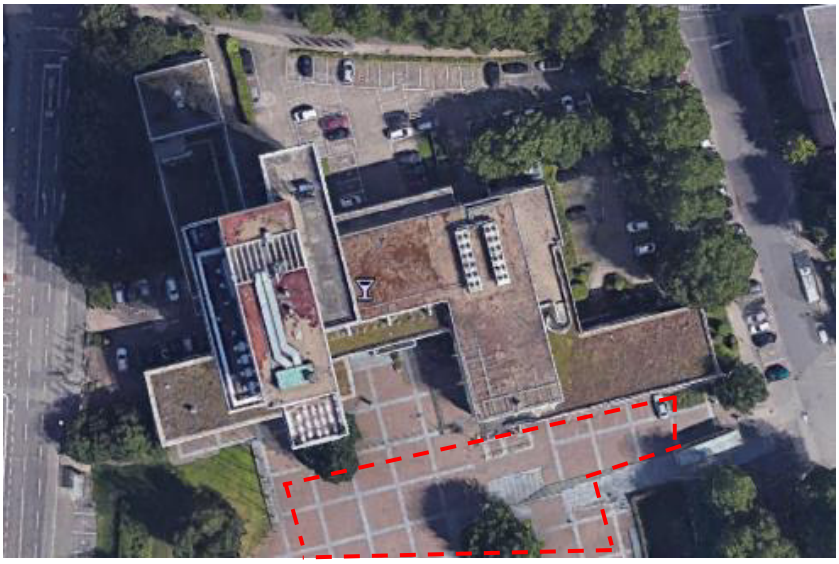


Abbildung 9: Standort: Rathaus, Parkplatz Süd

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	65
Anzahl Dienstfahrzeuge:	0
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	0
Regenerative Energie Versorgung:	siehe übergeordneten Punkt
Verfügbare Netzleistung:	siehe übergeordneten Punkt

2.2.2.4 Rathaus, Parkplatz West (Maxstraße) (10 Parkplätze)

Abbildung 10: Standort: Rathaus, Parkplatz West

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	10
Anzahl Dienstfahrzeuge:	5
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	0
Regenerative Energie Versorgung:	siehe übergeordneten Punkt
Verfügbare Netzleistung:	siehe übergeordneten Punkt

2.2.3 Rathaus Nord: Lauterstraße 2, 67657 Kaiserslautern

Am Standort Rathaus Nord gibt es zwei Parkbereiche. Die Zufahrt ist jeweils mit einer Schranke versehen. Der Parkplatz Innenhof ist komplett umbaut und „geschützt“. Der zweite Parkplatz ist öffentlich einsehbar und begehbar.
Entsprechend einer Dienstvereinbarung ist die Zuteilung reglementiert.

Gesamte Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	35
Anzahl Dienstfahrzeuge:	20
Anzahl E-Fahrzeuge:	1
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	2 Ladepunkte (aktuell in der Umsetzung)
Regenerative Energie Versorgung:	keine Photovoltaik vorhanden, ist allerdings in der Planung

Verfügbare Netzleistung:	weitere Leistungszusage aktuell nicht möglich Im aktuellen Stand des EVU Netzes keine Erweiterung möglich - Kompletter Bereich keine Reserven vom EVU Netz (Rathaus Nord / Kreisverwaltung / Japanischer Garten / Am Abendsberg – Wohngebiet)

2.2.3.1 Rathaus Nord, Innenhof (25 Parkplätze)

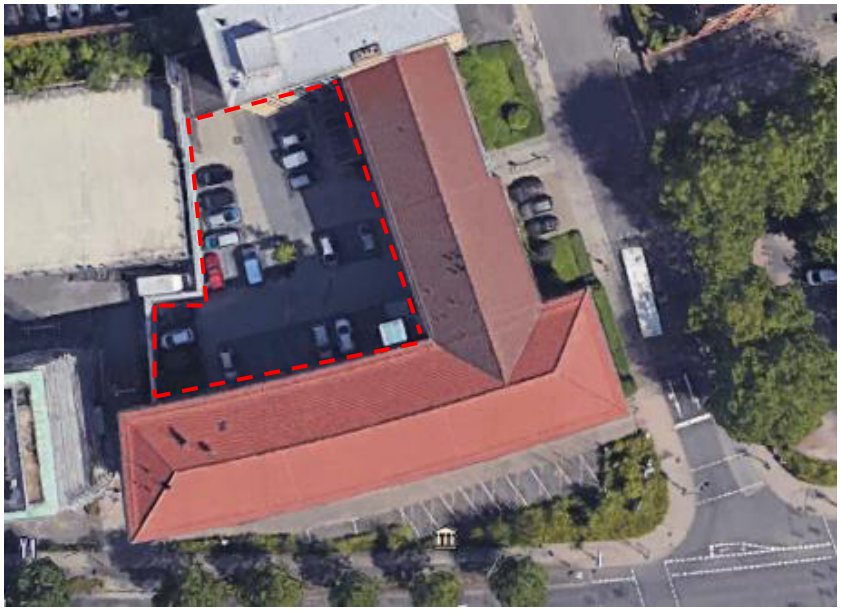


Abbildung 11: Standort: Rathaus Nord, Innenhof

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	25
Anzahl Dienstfahrzeuge:	20
Anzahl E-Fahrzeuge:	1
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	1 Wallbox wird ersetzt durch 1 Ladesäule mit 2 Ladepunkten (aktuell in der Umsetzung)
Regenerative Energie Versorgung:	siehe übergeordneten Punkt
Verfügbare Netzleistung:	siehe übergeordneten Punkt

2.2.3.2 Rathaus Nord, Lauterstraße (10 Parkplätze)

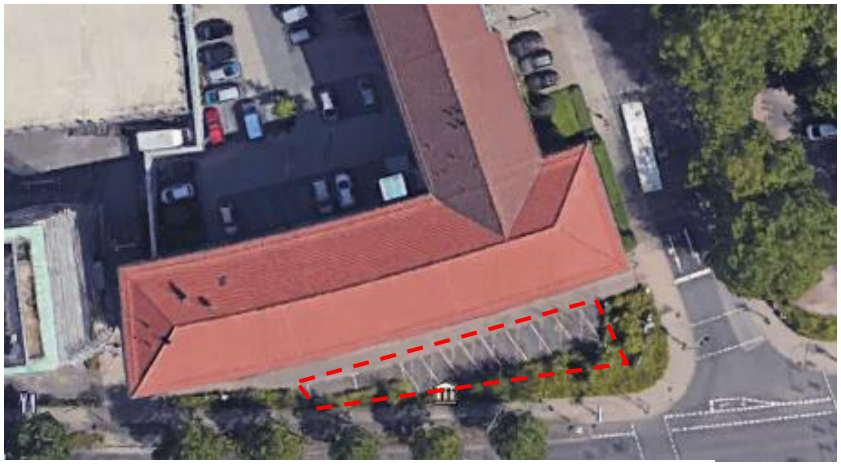


Abbildung 12: Standort: Rathaus Nord, Lauterstraße

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	10
Anzahl Dienstfahrzeuge:	0
Anzahl E-Fahrzeuge:	0
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	0
Regenerative Energie Versorgung:	siehe übergeordneten Punkt
Verfügbare Netzleistung:	siehe übergeordneten Punkt

2.2.4 Rathaus West: Maxstraße 17-19, 67657 Kaiserslautern (Innenhof 65 Parkplätze)

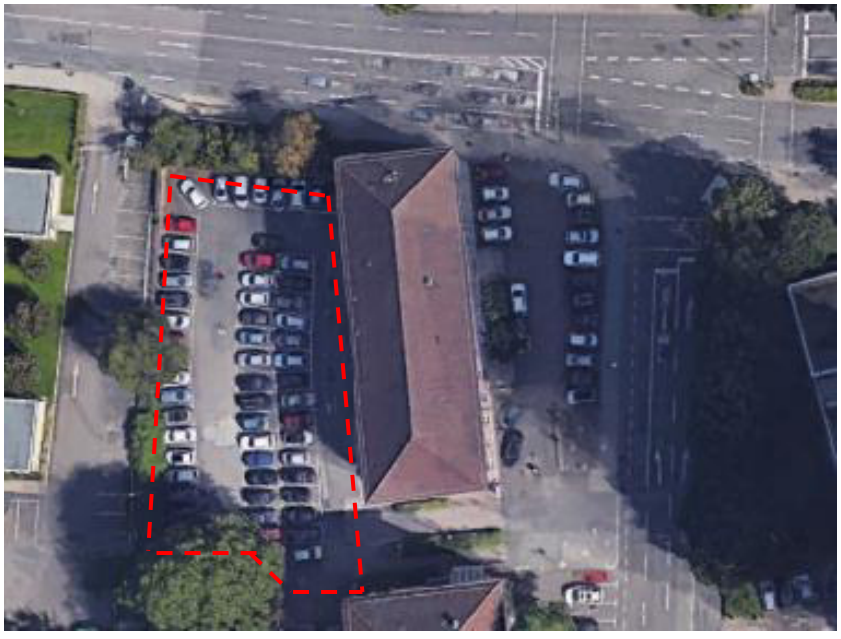


Abbildung 13: Standort: Rathaus West

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	65
Anzahl Dienstfahrzeuge:	0
Anzahl E-Fahrzeuge:	0
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	0
Regenerative Energie Versorgung:	keine Photovoltaikanlage vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	Netzverträglichkeitsprüfung zeigt Potential Transformatorstation Nähe Burgstraße

2.2.5 Vogelwoogstraße 50, 67659 Kaiserslautern

Abbildung 14: Standort: Vogelwoogstraße 50

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	>17 (Abschätzung)
Anzahl Dienstfahrzeuge:	16
Anzahl E-Fahrzeuge:	1
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	2 Ladepunkte / Wallbox
Regenerative Energie Versorgung:	Photovoltaikanlage auf zwei Dachflächen vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	für die aktuelle geplante Ladeinfrastruktur wird ein zusätzlicher Hausanschluss realisiert, Zuleitung aus der Dürerstraße.

2.2.6 Vogelwoogstraße 28, 67659 Kaiserslautern

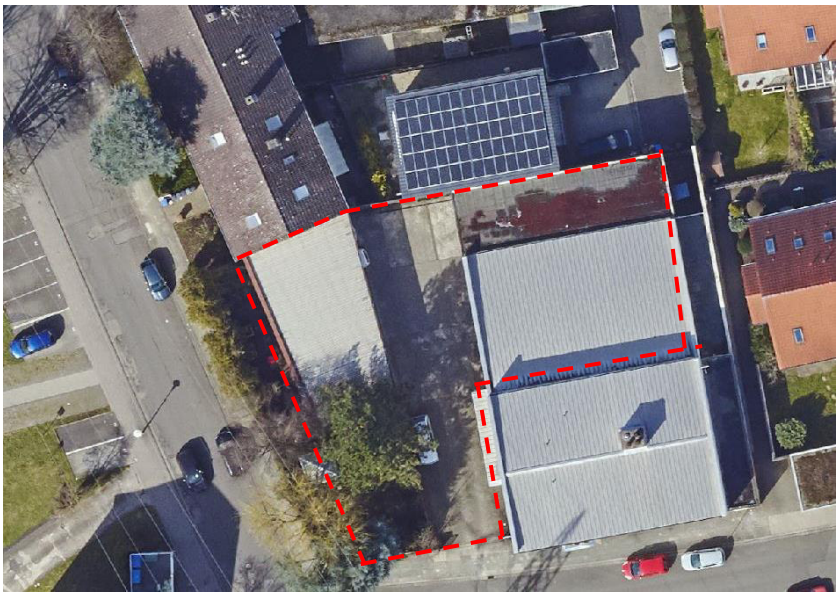


Abbildung 15: Standort: Vogelwoogstraße 28

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	>7 (Abschätzung)
Anzahl Dienstfahrzeuge:	1
Anzahl E-Fahrzeuge:	1
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	2 Ladepunkte / Wallbox
Regenerative Energie Versorgung:	keine Photovoltaikanlage vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	für die aktuelle geplante Ladeinfrastruktur Drosselung gewünscht von SWK

2.2.7 Stadtbildpflege Kaiserslautern: Daennerstraße 11, 67657 Kaiserslautern

Abbildung 16: Standort: Stadtbildpflege Kaiserslautern (SK)

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	>220 (Abschätzung)
Anzahl Dienstfahrzeuge:	209
Anzahl E-Fahrzeuge:	10
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	38 Ladepunkte Wallbox und Ladesäule
Regenerative Energie Versorgung:	Photovoltaikanlagen vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	Aktueller Transformator in diesem Bereich wurde bereits ausgebaut, derzeit keine zusätzliche Leistung verfügbar

2.2.8 Grünflächenamt Donnersbergstraße: Donnersbergstraße 78, 67657 Kaiserslautern

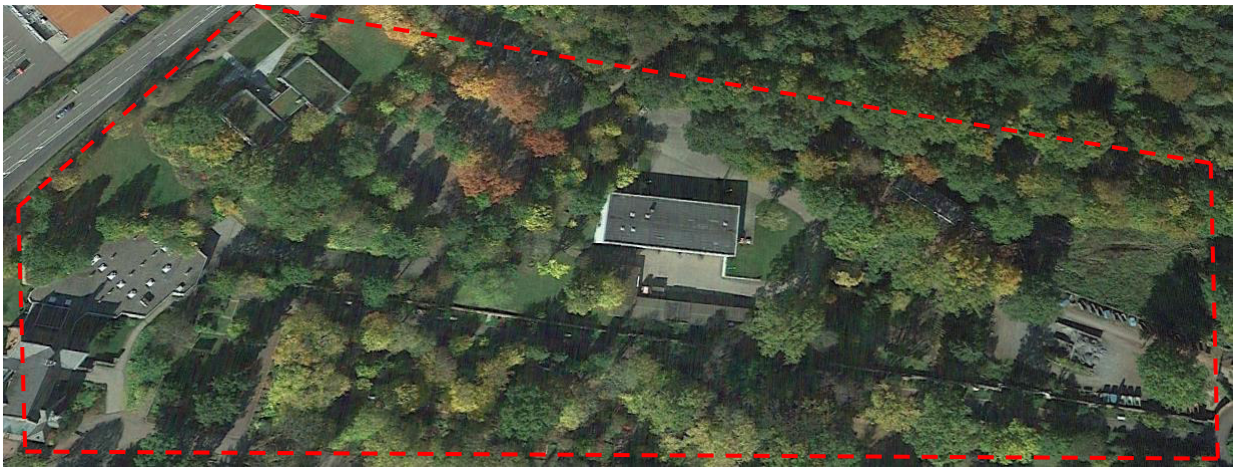


Abbildung 17: Standort: Donnersbergstraße

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	>50 (Abschätzung)
Anzahl Dienstfahrzeuge:	40
Anzahl E-Fahrzeuge:	0
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	keine vorhanden
Regenerative Energie Versorgung:	keine Photovoltaikanlage vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	Aktuell keine Netzreserven vorhanden, keine zusätzliche Leistung verfügbar

2.2.9 Feuerwehr Kaiserslautern: An der Feuerwache 6, 67663 Kaiserslautern

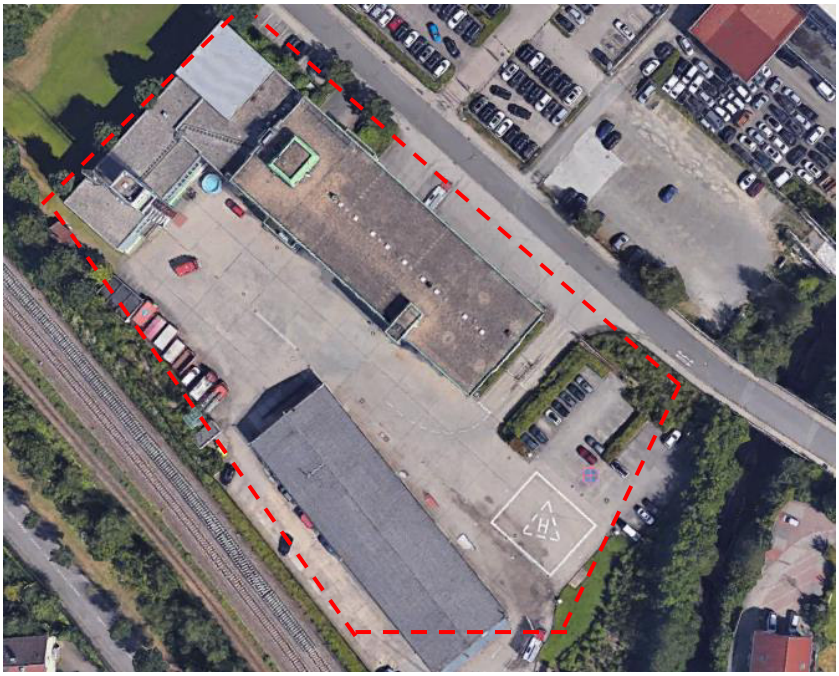


Abbildung 18: Standort: Feuerwehr

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	>65 (Abschätzung)
Anzahl Dienstfahrzeuge:	13
Anzahl E-Fahrzeuge:	2
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	2 Ladepunkte Wallbox (á 22kW)
Regenerative Energie Versorgung:	Photovoltaikanlagen vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	Aktuell keine Netzreserven vorhanden, keine zusätzliche Leistung verfügbar

2.2.10 Jugendhaus Augustastraße: Augustastraße 11, 67655 Kaiserslautern

Abbildung 19: Standort: Jugendhaus Augustastraße

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	>17 (Abschätzung
Anzahl Dienstfahrzeuge:	2
Anzahl E-Fahrzeuge:	0
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	keine vorhanden
Regenerative Energie Versorgung:	keine Photovoltaikanlage vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	Aktuell keine Netzreserven vorhanden, keine zusätzliche Leistung verfügbar

2.2.11 Schule am Beilstein: Velmannstraße 13, 67657 Kaiserslautern

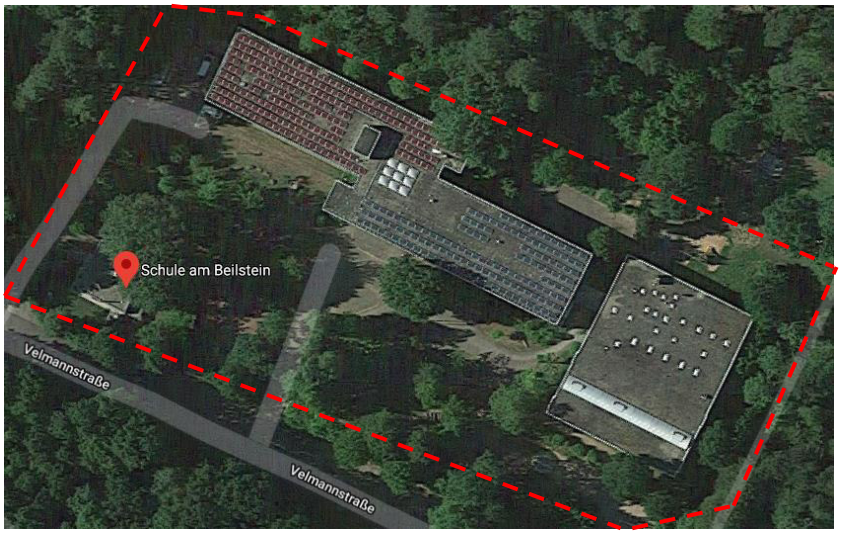


Abbildung 20: Standort: Schule am Beilstein

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	>4 Abschätzung
Anzahl Dienstfahrzeuge:	2
Anzahl E-Fahrzeuge:	0
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	keine vorhanden
Regenerative Energie Versorgung:	Photovoltaikanlage vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	Aktuell keine Netzreserven vorhanden, keine zusätzliche Leistung verfügbar

2.2.12 Fritz-Walter-Schule: Erfurter Straße 68-70, 67663 Kaiserslautern

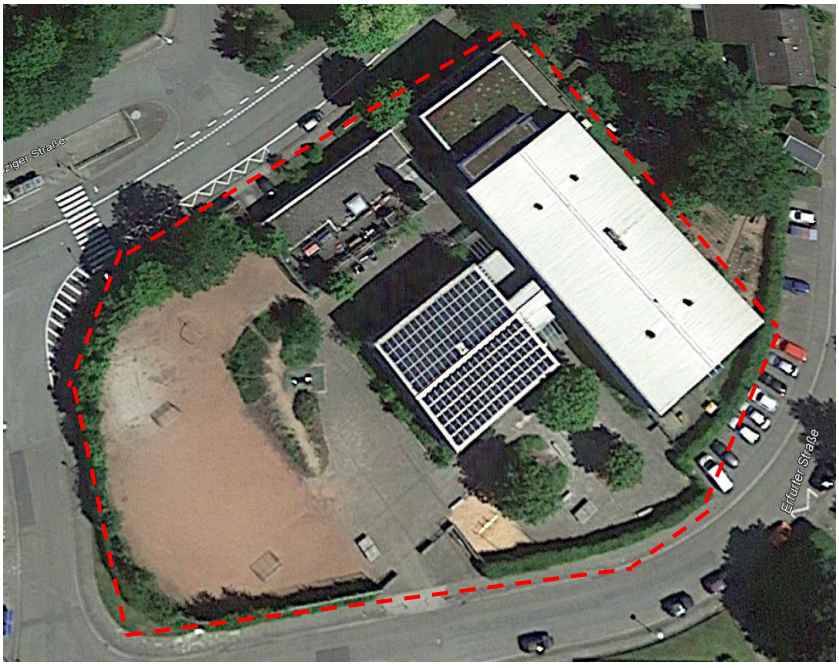


Abbildung 21: Standort: Fritz-Walter-Schule

Infrastrukturelle Ausgangssituation

Anzahl der Parkplätze gesamt:	>3 (Abschätzung)
Anzahl Dienstfahrzeuge:	1
Anzahl E-Fahrzeuge:	0
Verfügbare Ladeinfrastruktur:	keine Vorhanden
Regenerative Energie Versorgung:	Photovoltaikanlage vorhanden
Verfügbare Netzleistung:	Aktuell keine Netzreserven vorhanden, keine zusätzliche Leistung verfügbar

3 Grundlagen zur Erstellung der Szenarien

In diesem Kapitel wird mittels einer Übersicht über eine Auswahl verfügbarer Elektrofahrzeuge und -fahrräder die Grundlage zur Szenarienentwicklung gelegt. Da eine vollständige Marktanalyse im Rahmen der Studie nicht abbildbar ist, wurde jeweils auf das Fahrzeugmodell mit Serienausstattung und kleinerer Batterie zurückgegriffen. Für viele Fahrzeuge wird vom Hersteller eine Variante mit größerer Batteriekapazität angeboten. Allerdings sind vor allem im Stadtverkehr die kleineren Kapazitäten ausreichend. Bei den Transportern wurde hinsichtlich der Fahrzeuggröße jeweils das kleinste Modell ausgewählt. Diverse Fahrzeuge gibt es auch in Ausführungen mit mehr Ladevolumen und/oder Sitzplätzen.

3.1 Definition von Bewertungskriterien

Da der Einsatz jedes Fahrzeuges individuell ist, wurde eine Vielzahl an Kriterien ausgewählt mittels denen eine ebenso individuelle Entscheidung für ein passendes Ersatzfahrzeug ermittelt werden kann.
Bei den PKW und Lieferwagen findet eine Unterscheidung in die Fahrzeugklassen (Klein)Wagen, Kombi und Lieferwagen statt. Für jede Fahrzeugklasse werden die Kriterien Batteriekapazität in Kilowattstunden, die Reichweite in Kilometer, die Ladezeit an einer Wallbox mit 11 kW in Stunden, die Anzahl der Sitzplätze, das Kofferraumvolumen in Liter und der Preis in Euro zur Bewertung herangezogen. Die alternativen Ersatzvarianten bilden (Elektro)Fahrräder und E-Scooter. Bei diesen werden die Kriterien elektrische Reichweite in Kilometer, die Zuladung in Kilogramm, der Preis in Euro, die Versicherungspflicht, die maximal zulässige Geschwindigkeit sowie die Flexibilität des Fortbewegungsmittels betrachtet.
Der Aufbau der Diagramme basiert auf den hinterlegten Zahlen und nicht auf einer Bewertung dieser. Demnach sind z.B. die Preise von innen nach außen in der Sortierung von niedrig bis hoch aufgeführt und nicht per Wertung, sodass innen „schlecht“ und außen „gut“ entspräche. Die übrigen Kriterien sind analog sortiert. Daher entspricht auch die Angabe der Batteriekapazität, der Reichweite, der Ladezeit, der Sitzplätze sowie des Kofferraumvolumens innen dem niedrigsten und außen dem höchsten Wert.

3.2 Ersatzvarianten für PKW

Als Ersatz für PKW kommen rein batterieelektrische Fahrzeuge und Plug-In-Hybride in Frage. Ein rein batterieelektrischer PKW wird lediglich über die in den verbauten Akkumulatoren gespeicherte elektrische Energie angetrieben. Plug-In Hybride besitzen einen neben dem Elektromotor mit Akkumulator auch einen konventionellen Verbrennungsmotor. Der Akkumulator ist beim Plug-In meist größer dimensioniert als bei einem reinen Hybrid. Dadurch können Kurzstrecken rein elektrisch zurückgelegt werden und der Verbrennungsmotor bildet für Langstreckenfahrten ohne Lademöglichkeit die Redundanz.
Um die Ladung im europäischen Raum und an den internen Ladepunkten gewährleisten zu können, werden im Folgenden nur Fahrzeuge betrachtet, die mittels dem europäischen Standard-Stecker Typ 2 an AC-Ladepunkte und optional mit einem CCS (Combo Stecker) an DC-Ladepunkte zur Schnellladung angeschlossen werden können. Die Ladezeit wurde basierend auf der Ladedauer an einem AC-Ladepunkt mit einer Leistung von 11 kW ermittelt. Sollte die maximale Ladeleistung der im PKW verbauten Batterie unter der Marke von 11 kW liegen, wird diese als Berechnungsgrundlage herangezogen.

3.2.1 (Klein)Wagen

Resultierend aus der Marktrecherche kommen für die Kategorie (Klein)Wagen sieben Fahrzeuge in Frage. Diese sind in Abhängigkeit der Wertungskriterien in der folgenden Abbildung aufgeführt.

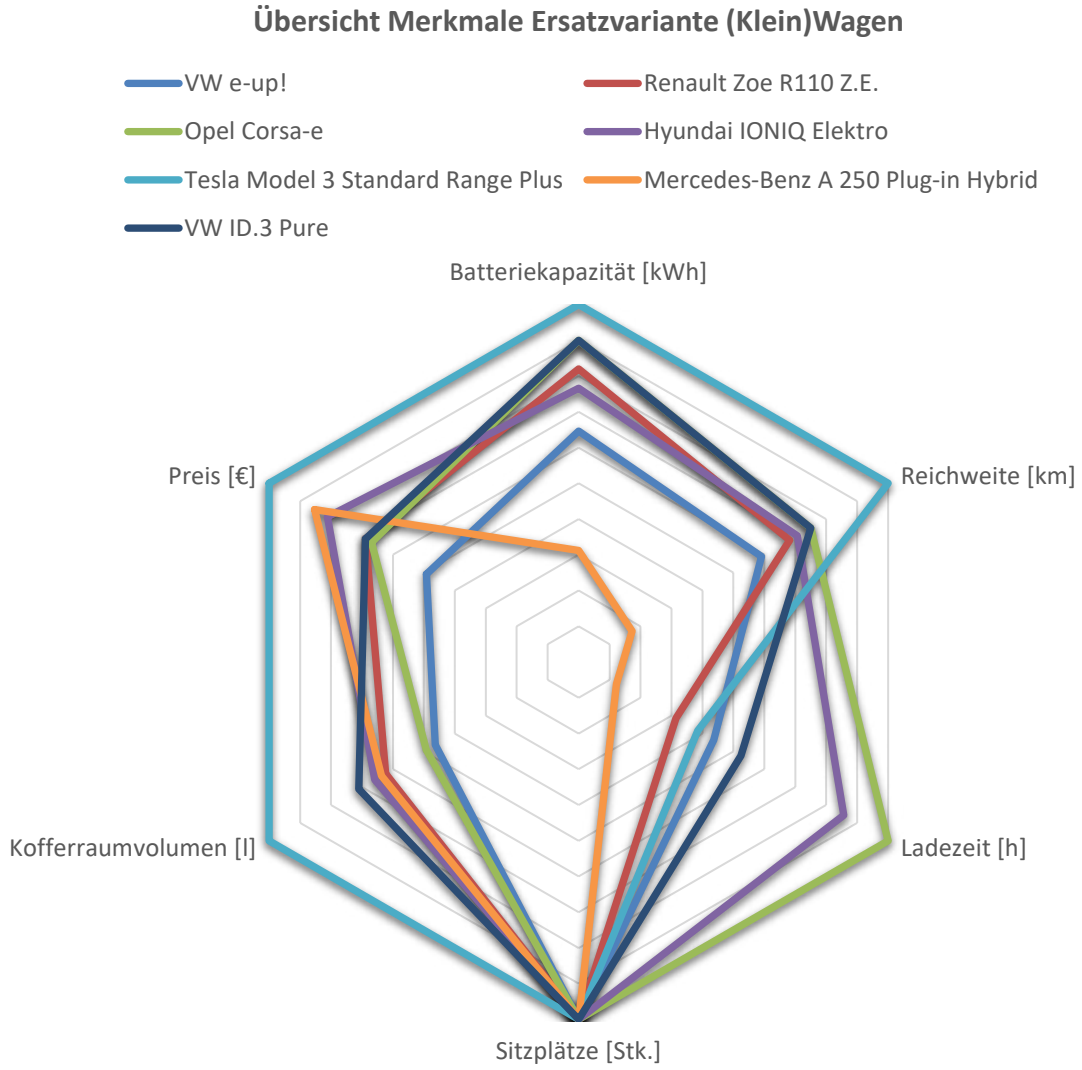


Abbildung 22: Übersicht Merkmale Ersatzvariante (Klein)Wagen

3.2.2 Kombi

Resultierend aus der Marktrecherche kommen für die Kategorie Kombi neun Fahrzeuge in Frage. Diese sind in Abhängigkeit der Wertungskriterien in der folgenden Abbildung aufgeführt.

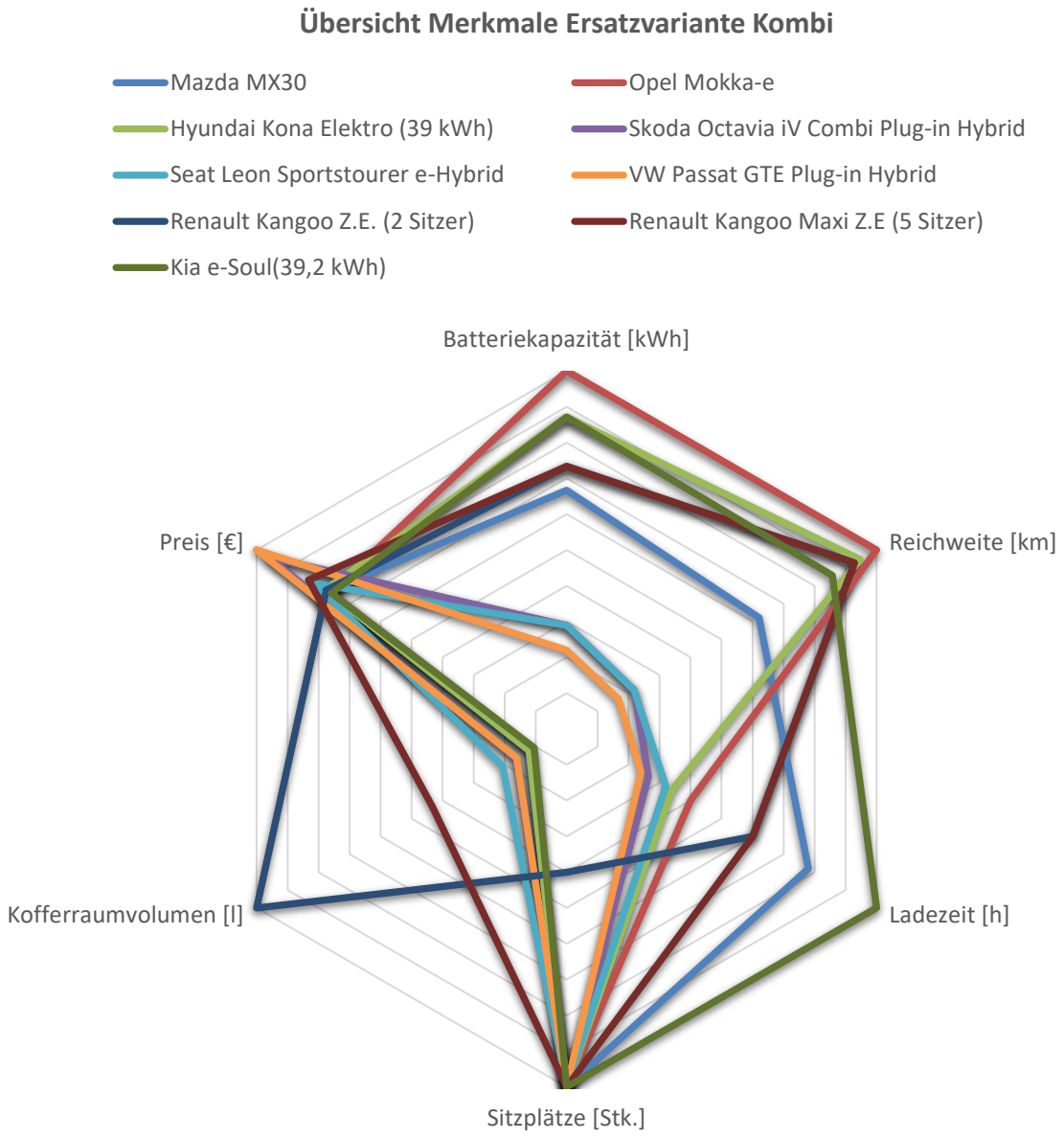


Abbildung 23: Übersicht Merkmale Ersatzvariante Kombi

3.3 Ersatzvariante für Kleintransporter

Resultierend aus der Marktrecherche kommen für die Kategorie Kleintransporter sieben Fahrzeuge in Frage. Diese sind in Abhängigkeit der Wertungskriterien in der folgenden Abbildung aufgeführt.

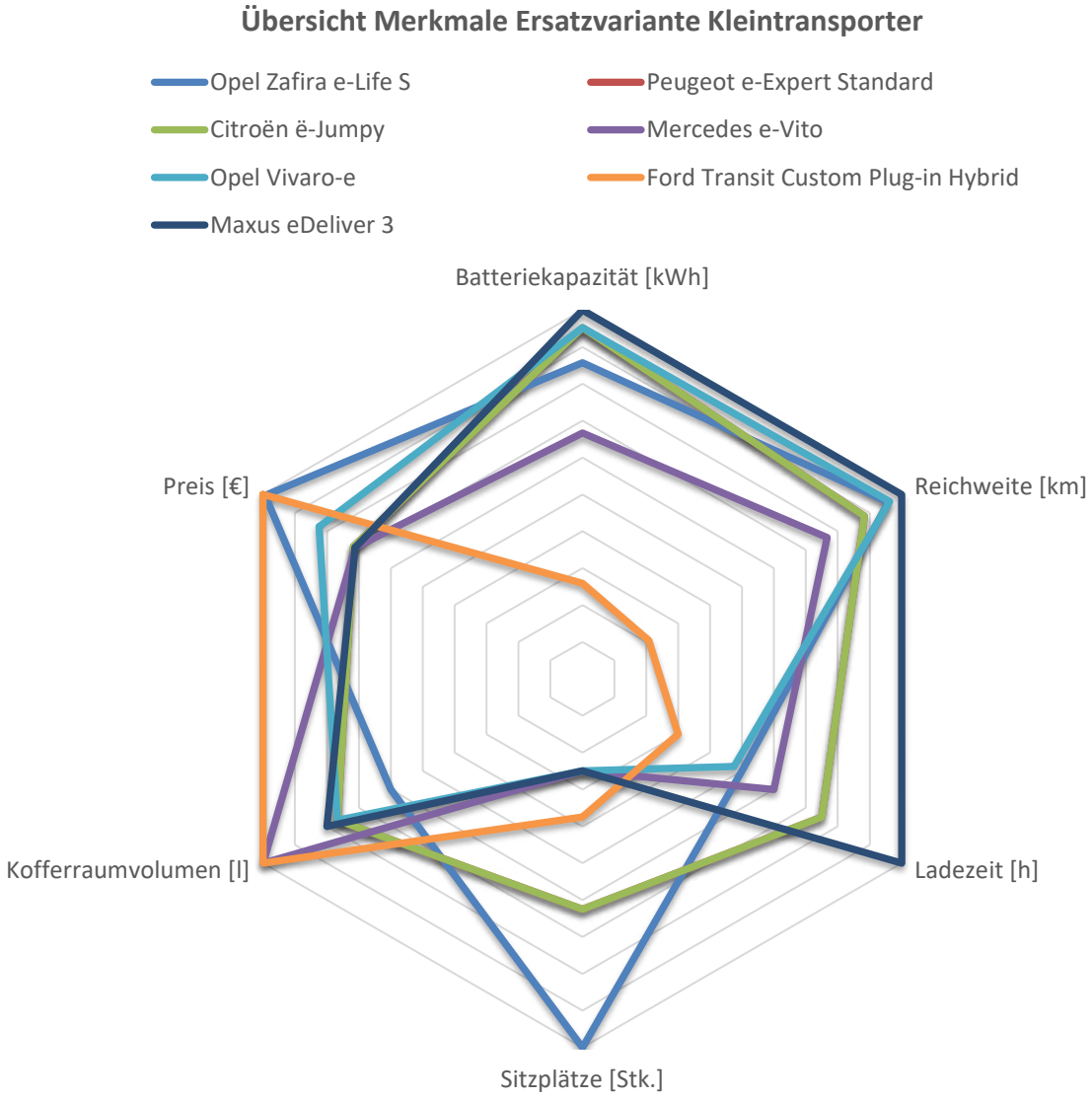


Abbildung 24: Übersicht Merkmale Ersatzvariante Kleintransporter

3.4 Ersatzvarianten für Transporter

Resultierend aus der Marktrecherche kommen für die Kategorie Transporter fünf Fahrzeuge in Frage. Diese sind in Abhängigkeit der Wertungskriterien in der folgenden Abbildung aufgeführt.

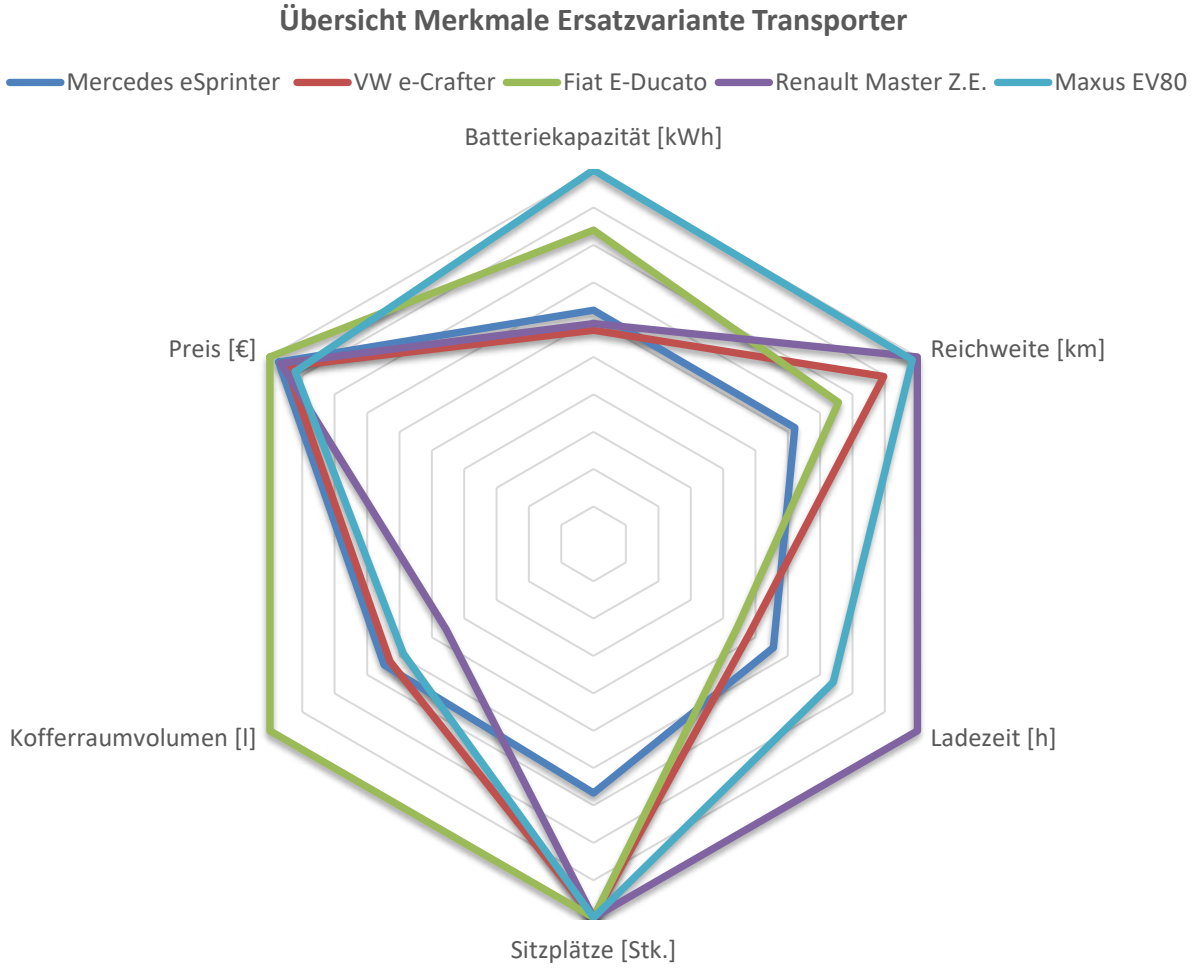


Abbildung 25: Übersicht Merkmale Ersatzvariante Transporter

3.5 Alternativvarianten E-Bike (Pedelec), Lastenfahrrad, E-Scooter

Als Alternative für Dienstfahrten im Stadtbereich kann auch der Einsatz von E-Bikes (Pedelecs), Lastenrädern oder E-Scootern durchaus sinnvoll sein. Die Vor- und Nachteile werden in diesem Abschnitt einzeln aufgeführt und miteinander verglichen.
Die verschiedenen Varianten sind ggf. für einzelne Referate als zusätzliche Mobilitätslösung denkbar oder können im Idealfall auch ein PKW ersetzen. So könnte eine Verminderung des innerstädtischen Straßenverkehrs und der Auslastung der Verkehrswege erzielt werden. Damit einher geht der notwendige Ausbau von Fahrradwegen, um für die Fahrer die bestmögliche Sicherheit gewährleisten zu können.
Grundsätzlich ist sowohl der Einsatz als Poolfahrzeug je Referat oder auch übergreifend denkbar.

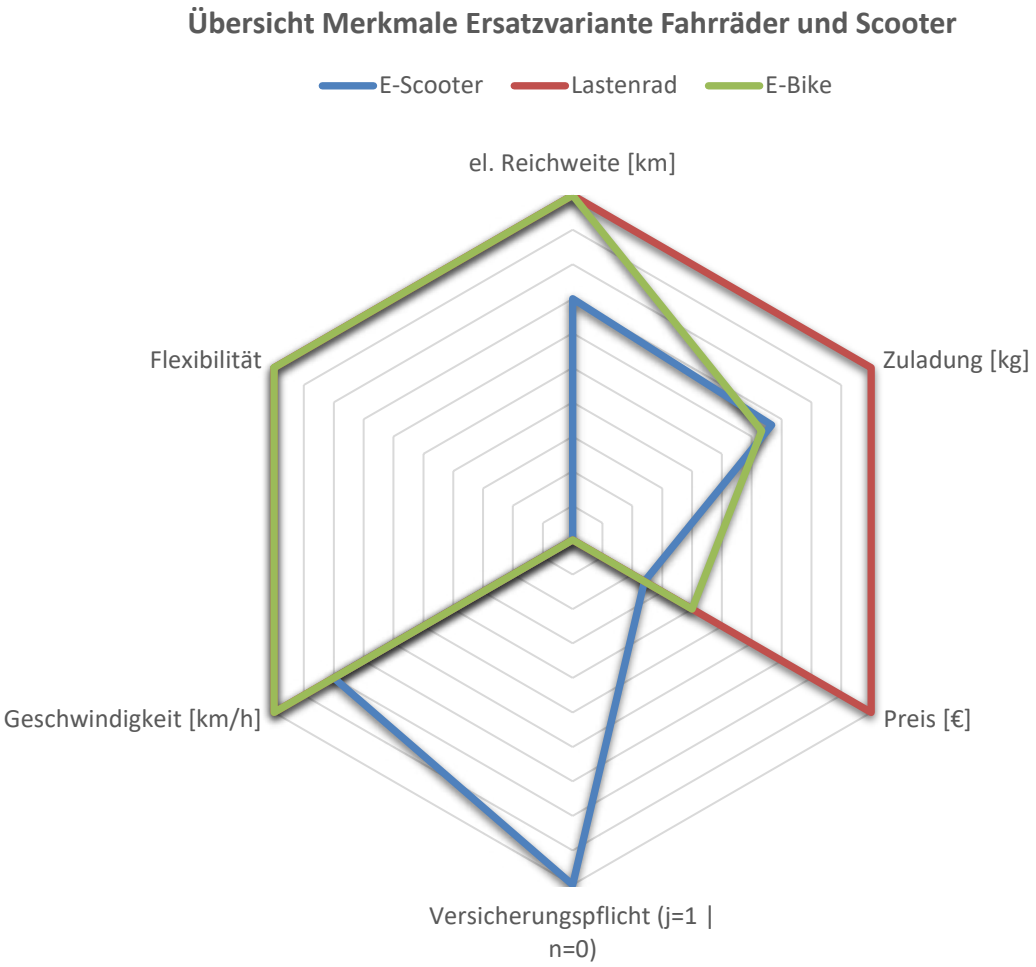


Abbildung 26: Übersicht Merkmale Ersatzvariante Fahrräder und Scooter

3.5.1 E-Bike (Pedelec)

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird für Pedelecs fälschlicherweise der Begriff E-Bike genutzt. Der Unterschied zwischen beiden Varianten liegt bei den verschiedenen Unterstützungsbereichen durch einen E-Motor. Bei einem Pedelec muss man ab ca. 6 km/h mittreten, dass die Unterstützung des Motors aktiv bleibt. Diese geht bis zu einer Geschwindigkeit von 25km/h, wodurch ein Pedelec als Fahrrad eingestuft wird und somit nicht zulassungspflichtig ist. E-Bikes fahren ab einer Geschwindigkeit von 6 km/h auch ohne die Unterstützung der eigenen Muskelkraft, bis zu 25km/h schnell und gelten somit als Kleinkrafträder. Für Kleinkrafträder sind Versicherungskennzeichen verpflichtend. Zu dieser Kategorie gehören auch S-Pedelecs, welche mit Pedalunterstützung bis zu einer Geschwindigkeit von 45km/h schnell fahren. In der Gemeinsprache hat sich die Nutzung sowie das Verständnis des Begriffs „E-Bike“ als Synonym für „Pedelec“ jedoch stark eingeprägt. Daher wird dies auch im Folgenden übernommen. Immer wenn auf ein E-Bike verwiesen wird, ist per Definition stets ein Pedelec gemeint.

Die Reichweite eines E-Bikes hängt von vielen Faktoren, wie Topografie, Unterstützungsgrad (z.B. ECO, Tour, Power) oder auch vom Fahrergewicht sowie dem Fitnesslevel ab und kann daher nicht pauschal definiert werden. Ein entscheidender Faktor für die Reichweite ist mitunter die Kapazität des Akkus, welche in der Regel mit Wattstunden (Wh) angegeben wird. Die Akkus moderner E-Bikes haben eine Kapazität von 250Wh bis 600Wh. Prinzipiell sind Strecken von min. 50km, bei voller Unterstützung und einer Akkukapazität von 300Wh kein Problem.
Der Ladevorgang von E-Bikes bzw. deren Akkus kann an jeder herkömmlichen Steckdose erfolgen. Hierfür wird in der Regel vom Hersteller ein entsprechendes Ladegerät mitgeliefert. Auch die Dauer des Ladevorgangs ist hauptsächlich von der Akkukapazität abhängig. Ein 300Wh Akku benötigt für eine halbe Ladung ca. 1h, für eine volle Ladung ca. 2,5h.
Für den Transport kleiner Gegenstände können E-Bikes wie herkömmliche Fahrräder mit Zubehör wie Satteltaschen, Körben usw. ausgestattet werden.

Vorteile: keine Altersbeschränkung oder Führerscheinpflicht, keine Zulassung erforderlich, Nutzung von Radwegen erlaubt, keine Helmpflicht, gesundheitliche Vorteile durch Bewegung an der Luft
Nachteile: mehr Muskelkraft erforderlich

3.5.2 Lastenfahrrad

Lastenfahrräder werden häufig auch als sogenannte Cargo-Bikes bezeichnet und sind gerade in Großstädten beliebt, um Sachen oder auch Kinder zu transportieren. Im gewerblichen Bereich werden sie häufig als Posträder oder Kurierräder verwendet. Es gibt hierbei folgende Bauformen, die eine Zuladung von bis zu 150kg erlauben.

Bauformen:

a.

Abbildung 27: Lastenfahrrad - Long-John

Bei dieser Variante befindet sich die Ladefläche tiefer liegend, zwischen dem Steuerrohr und dem Vorderrad. Die Ladung ist dadurch immer im Blickfeld des Fahrers. Der Typ wird als „Long-John“ bezeichnet.

b.

Abbildung 28: Lastenfahrrad - Dreirad

Beim sogenannten Dreirad befindet sich die Ladefläche zwischen zwei Vorderrädern, was dem Rad Stabilität gibt und langsame Geschwindigkeiten sowie ein einfaches Abstellen ermöglicht.

c.

Abbildung 29: Lastenfahrrad - Backpacker

Die Backpacker Variante hat vereinfacht gesagt, einen langgezogenen Gepäckträger der sich beispielsweise mit Satteltaschen oder anderen Transportmöglichkeiten bestücken lässt. Das Fahrverhalten ähnelt einem normalen Fahrrad.

d.

Abbildung 30: Lastenfahrrad - Bäckerfahrrad

Beim Bäckerfahrrad, ist eine Ladefläche am Rahmen vor dem Lenker befestigt. Diese kann auch mit verschiedenen Aufsätzen versehen werden.
Alle Varianten der Lastenfahrräder sind auch mit E-Antrieb erhältlich und haben dadurch die gleichen Vorteile und ggf. auch Einschränkungen wie E-Bikes.

Vorteile: hohe Zuladung, stabiles Fahrverhalten
Nachteile: hohes Gewicht, hohe Anschaffungskosten

3.5.3 E-Scooter

Seitdem E-Scooter 2019 für den Straßenverkehr zugelassen wurden, sind sie ein Teil des Stadtbildes geworden und werden von den verschiedensten Anbietern für die Nutzung bereitgestellt. Als Mobilitätsalternative zum Fahrrad, E-Bike etc. bieten sie die Möglichkeit, schnell und bequem von A nach B zu kommen. So könnte beispielsweise bei kurzen Dienstwegen Zeit gespart werden.
E-Scooter mit Straßenzulassung dürfen eine maximale Höchstgeschwindigkeit von 20km/h haben und gelten als Elektrokleinfahrzeug.
Wie bei elektrisch angetriebenen Fahrrädern, wird auch hier die Energie meistens durch einen Lithium-Ionen-Akku bereitgestellt, welche eine Kapazität von 150Wh bis ca. 250Wh haben. Auch der Ladevorgang erfolgt mithilfe eines Ladegeräts, welches an die Steckdose angeschlossen wird.
Die Reichweite ist bei den Scootern ebenso von verschiedenen Faktoren abhängig und beträgt je nach Akkukapazität ca. 25-50km.
Damit E-Scooter im öffentlichen Bereich bewegt werden dürfen, benötigen sie ein Versicherungskennzeichen, wodurch zusätzliche Kosten anfallen.
Ein Führerschein wird für die Nutzung nicht benötigt, jedoch beträgt das Mindestalter 14 Jahre. Eine Helmpflicht besteht nicht, es ist aber auch hier empfehlenswert einen Helm zu tragen.
Analog der Nutzung von Fahrrädern, ist ein Befahren von Gehwegen mit E-Scootern nicht erlaubt. Ist ein Radweg vorhanden, muss dieser genutzt werden.
Für die Freischaltung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die öffentlichen Scooter werden in der Regel via App freigeschaltet, was auch bei einzelnen „privaten“ Scootern möglich ist, um den Zugang zu beschränken.
Der Transport von Gegenständen mit einem E-Scooter ist recht eingeschränkt. Es ist z.B. lediglich die Befestigung eines Korbes im Bereich der Lenkstange möglich.

Vorteile: sehr kompakt, keine Muskelkraft erforderlich
Nachteile: geringe Zuladung

3.6 Ersatzvariante Poolfahrzeug

Werden Fahrzeuge nur sehr sporadisch genutzt und haben keine besonderen Anforderungen, wie beispielsweise Spezialaufbauten, so ist auch der Einsatz von Poolfahrzeugen möglich. Die infrage kommenden Fahrzeuge der einzelnen Referate könnten ggf. entfallen und würden durch eine geringere Anzahl von Poolfahrzeuge ersetzt werden. So kann die Gesamtstückzahl der Fahrzeugflotte reduziert werden.
Ein entsprechendes Szenario kann über das eCarsharing der Stadtwerke Kaiserslautern (SWK) „Emil“ realisiert werden.

Das Poolfahrzeug, welches in der Regel ein E-Fahrzeug ist, wird hierbei durch die SWK im Bereich des Rathauses zur Verfügung gestellt.
Durch ein Vorbuchungsrecht für Mitarbeiter der Stadtverwaltung in einem bestimmten Zeitraum ist dabei die Verfügbarkeit des Fahrzeuges gewährleistet.
In dem definierten Zeitraum (z.B. Werktags 08:00-17:00) ist das Fahrzeug für die Mitarbeiter der einzelnen Referate geblockt und kann nur durch diese gebucht werden. Außerhalb des Zeitraums steht das Fahrzeug für die öffentliche Nutzung zur Verfügung, was eine bessere Auslastung ermöglicht.
Wie in Abbildung 31 dargestellt, erfolgt die Fahrzeugbuchung und der Zugang zum Fahrzeug via App. Hierbei besteht die Möglichkeit in der App ein privates und ein dienstliches Profil anzulegen, was es den Mitarbeitern ermöglicht die Emil-Fahrzeuge auch für private Fahrten zu nutzen. Durch individuelle Tarifvereinbarung könnte so beispielsweise ein Benefit für die Mitarbeiter dargestellt werden.
Um das Fahrzeug zu starten, ist der Schlüssel im Auto hinterlegt. Der Ladevorgang nach der Fahrt wird mit einer hinterlegten Ladekarte autorisiert, die Kosten sind hierbei über den Tarif bereits abgedeckt.

Abbildung 31: Buchungsvorgang Poolfahrzeug

Grundsätzlich sind für die Bereitstellung und Abrechnung eines oder mehrerer Poolfahrzeuge zwei Varianten denkbar.

1) Kilometerflatrate: Das Fahrzeug wird im vereinbarten Zeitraum mit Vorbuchungsrecht für die Mitarbeiter bereitgestellt. Alle Fahrten bis zu einer vereinbarten monatlichen oder jährlichen km-Laufleistung (z.B. 10.000km pro Jahr) sind im Tarif inklusive und werden durch einen definierten Betrag in Rechnung gestellt. Die Kostenverteilung auf die einzelnen Referate kann hier anhand der Nutzungsdaten der Mitarbeiter erfolgen, welche mit der Abrechnung zur Verfügung gestellt werden.

2) Einzelabrechnung: Das Fahrzeug wird im vereinbarten Zeitraum mit Vorbuchungsrecht für die Mitarbeiter bereitgestellt. Die Kosten werden hierbei für jede Fahrt nach dem vereinbarten Tarif berechnet. Der Tarif beinhaltet auch die Kosten für das Vorbuchungsrecht in dem definierten Zeitraum. Die Kostenverteilung auf die einzelnen Referate kann dabei ebenso anhand der Nutzungsdaten der Mitarbeiter erfolgen, welche mit der Abrechnung zur Verfügung gestellt werden.

Durch die Verbreitung des Angebots zur Elektromobilität und das Angebot der EMIL Fahrzeuge kann die gesamte Infrastruktur besser ausgebaut werden. Ein weiterer Aspekt dafür ist die Entlastung der öffentlichen Parkplätze durch die Initialisierung von Free Floating Fahrzeugen aus dem In- und Umland der Stadt Kaiserslautern.
Die Nutzung von Standorten zur öffentlichen Ladeinfrastruktur bzw. Elektromobilität wird in Zukunft strategisch günstige Standorte aufzeigen, die sich wirtschaftlich darstellen. Neben diesen Standorten, gibt es auch Ladeinfrastruktur, die zukünftig wenig angefahren wird, für das flächendeckende Netz aber dennoch von strategischer Bedeutung sind.

Als passender Mobilitätsstandort zur Bereitstellung der Fahrzeuge im Bereich des Rathauses ist der in Abbildung 32 markierte Parkbereich denkbar. Hier könnten mehrere Fahrzeuge inkl. Ladeinfrastruktur platziert werden. Die Schrankendurchfahrt könnte dabei mittels eines Transponders im Fahrzeug realisiert werden, was unter anderem den Vorteil hat, dass die Ladeinfrastruktur immer für die Poolfahrzeuge verfügbar ist.
Als Fahrzeugvarianten könnten hierbei nicht nur PKWs, sondern auch Lieferwagen bereitgestellt werden. Dies erhöht das Spektrum der Ersatzmöglichkeiten und kann beispielsweise für Referate interessant sein, die nur ab und zu Transporte erledigen müssen, dafür jedoch kein eigenes Fahrzeug zur Verfügung haben.
Die IST-Analyse hat gezeigt, dass teilweise mit Fahrzeugen längere Strecken zurückgelegt werden, die jedoch allgemein als Ausreißer zur normalen Nutzung betrachtet werden können. Um diese Fahrzeuge auch auf Elektrofahrzeuge umzustellen und um den Mitarbeitern hierbei die Angst vor Reichweitenproblemen zu nehmen, ist ebenfalls ein Poolfahrzeug mit höherer Reichweite realisierbar, z.B. ein Plug-in Hybrid.

Abbildung 32: Mobilitätstandort Carsharing

4 Konzept lastoptimiertes Laden

4.1 Grundlagen Lademodus

Während die Batterie im Fahrzeug selbst immer mit Gleichstrom geladen wird, kann die am Ladepunkt zur Verfügung gestellte Elektrizität entweder Gleich- oder Wechselstrom sein. Somit lässt sich das Laden in Wechselstromladen und Gleichstromladen unterteilen. Beim Wechselstromladen wandelt ein Gleichrichter im Auto den Strom in einen für die Batterie verträglichen Gleichstrom um. Beim Gleichstromladen stellt der Ladepunkt dem Fahrzeug den für das Laden erforderlichen Gleichstrom bereit. Neben der Unterteilung in Wechsel- und Gleichstromladen existiert eine weitere Unterteilung in vier unterschiedliche Lademodi. Sie unterscheiden sich in Phasenzahl, Steckernutzung, Leistung und Sicherheitskonzepten. Sie sind beschrieben in der Norm IEC 61851. Dabei sind die Lademodi 1-3 für das AC-Laden und Mode 4 für das DC-Laden vorgesehen.

Tabelle 3: Lademodi nach IEC 61851

Lademodi	Ladestecker	Einphasig	Dreiphasig	Kommunikation über CP und PP
Lademodus 1	Typ 2	16 A, 3,7k W	16 A, 11 kW	keine
Lademodus 2	Typ 2	32 A, 7,4 kW	32 A, 22kW	Kommunikations-modul ICCB
Lademodus 3	Typ 2	63 A, 14,5 kW	63 A, 43,5 kW	Kommunikations-modul in LIS
Lademodus 4	Typ 2 Combo-Stecker	DC: 80 A, 38 kW DC: 200 A, 170 kW		Kommunikations-modul in LIS

4.1.1 Lademodus 1

In diesem Modus geht es um die Ladung der Elektrofahrzeuge mit einphasigem Haushaltsstrom von 230 V Wechselspannung. Die Ladung kann ein- oder dreiphasig von einer Wallbox aus ausgeführt werden. Bei einphasigem Wechselstrom kommt ein normaler Netzstecker zum Einsatz, bei dreiphasigem Wechselstrom ein CEE-Stecker. Zwischen der Wallbox und dem Elektrofahrzeug erfolgt keine Kommunikation. Der Ladezustand muss mit eigener Technik kontrolliert werden. Der maximale Ladestrom beträgt 16 A, die Ladeleistung 3,7 kW.
Schutzkontaktsteckdosen sind nach DIN VDE 0620 1 für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen ausgelegt, und nur für begrenzte Zeiträume mit dem maximalen Bemessungsstrom von 16 A belastbar und deshalb nicht zum Laden von Elektrofahrzeugen geeignet. Beim mehrstündigen Laden von Elektrofahrzeugen kann durch Alterungsprozesse der Kontakte, an Klemmstellen in der Zuleitung oder durch unsachgemäße Installation ein erhöhter Widerstand im Stromkreis entstehen. Daraus resultiert in Folge einer unzulässigen Erwärmung – genannt „Hotspot“ – eine erhöhte Brandgefahr

4.1.2 Lademodus 2

Bei diesem Modus erfolgt eine Kontrolle des Ladezustands über eine Kontrollleitung, den Control Pilot (CP). Über die CP-Leitung wird dem Elektrofahrzeug mittels Pulsweitenmodulation (PWM) kommuniziert. Das Kommunikationsmodul befindet sich im Ladekabel, In-Cable Control Box (ICCB). Darüber hinaus hat die CP-Leitung eine Schutzvorrichtung, die bei Fehlern oder Überlast den Ladevorgang abschaltet. Dieser kann einphasig oder dreiphasig erfolgen und beträgt bei ein- und dreiphasigem jeweils 32 A. Daraus ergeben sich Ladeleistungen von 7,4 kW (einphasig) und 22 kW (dreiphasig). Als Netzstecker werden handelsübliche einphasige Netzstecker oder CEE-Stecker benutzt.

4.1.3 Lademodus 3

Der Modus arbeitet mit einer speziellen Ladeeinrichtung. Das Kommunikationsmodul für die Kommunikation zwischen Ladestation und Elektroauto befindet sich in der Ladestation. Zur Sicherheit ist ein Fehlerstromschutzgerät im Strompfad integriert. Bei Auftreten eines Fehlers oder bei Überlastung wird der Ladevorgang unterbrochen. Der Ladestrom für ein- und dreiphasige Ladevorgänge beträgt 63 A. Daraus ergeben sich Ladeleistungen von 14,5 kW und 43,5 kW.

4.1.4 Lademodus 4

Hier geht es um die Ladung mit Gleichstrom für Schnellladungen. Zwischen der Ladestation und dem Elektrofahrzeug findet eine Kommunikation statt. Es gibt zwei Betriebsarten: DC-Low und DC-High. DC-Low hat bei einem maximalen Ladestrom von 80 A eine Ladeleistung von 38 kW. DC-High, das mit dem Combo-Stecker arbeitet, hat einen maximalen Ladestrom von bis zu 400 A, bei einer Ladespannung von bis zu 850 V. Die normale Ladeleistung beträgt 170 kW, die höchste 350 kW. DC-High wird für die Schnellladung in Combined Charging System (CCS) eingesetzt, wobei das Ladegerät immer Teil der Ladestation ist.

4.2 Grundlagen Lastmanagement (DSM)

Die Laststeuerung oder englisch auch Demand-Side-Management (kurz DSM) bzw. Demand-Side-Response (DSR) bezeichnet die Steuerung der Nachfrage nach netzgebundenen Dienstleistungen bei Abnehmern in Industrie, Gewerbe und Privathaushalten. Ziel ist es, standortbasiert Leistungsspitzen zu vermindern und dadurch die verfügbaren Leistungen sinnvoll in ein intelligentes Lademanagement zu überführen. Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass die benötigten Energiereserven für die jeweiligen Anwender zur Verfügung stehen, um einer Reichweitenangst vorzubeugen.
Unter diesem Aspekt muss auch mit dem EVU der Leistungsbedarf aus der Summe aller Verbrauchsmittel gemäß den Anschlusswerten ermittelt und kommuniziert werden. Die Belastung wird durch den Gleichzeitigkeitsfaktor (g = 0 ...1) angegeben, dieser berücksichtigt das im Allgemeinen zu keinem Zeitpunkt alle Verbrauchslasten gleichzeitig mit Volllast betrieben werden. Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist ein Schätzwert bei dem die zeitliche Nutzung von allen Verbrauchsmitteln unter Volllast definiert wird. Bei der nachfolgenden Betrachtung muss gemäß den Vorgaben durch das Bundesministerium bei der Ladeinfrastruktur von einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 ausgegangen werden. Dieser erhebliche Faktor kann durch die Nutzung einer Steuerung – Lastmanagement minimiert werden. Ohne Lastmanagement ist

Gleichzeitigkeitsfaktor 1 anzunehmen, was bedeutet, dass sich die maximalen Lasten mit dem Faktor 1 addieren

Für eine Realisierung haben sich die nachfolgenden Lademanagementvarianten etabliert und stehen dem Massenmarkt zur Verfügung. Die technischen Rahmenbedingungen werden über die VDE-AR-N 4105:2018-11 geregelt, welche in Verbindung mit der VDE-AR-N 4100:2019-04 die technischen Anforderungen für Erzeugungsanlagen und Energiespeicher definiert. Die VDE0100 7200 definiert die technischen Voraussetzungen für die Ladeinfrastruktur.Statisches Lastmanagement
Das statische Lastmanagement nimmt nur übergeordnet Rücksicht auf die individuellen Bedürfnisse des Nutzers. In der Regel wird eine Lastgrenze festgelegt. Die limitierende Größe wird dabei von der Netzverträglichkeit vorgegeben. Alle installierten Ladepunkte dürfen hierbei bei parallelem Betrieb einen festgelegten Leistungswert nicht überschreiten. Die vorhandene Leistung wird entsprechend gleichmäßig auf die angeschlossenen Fahrzeuge verteilt. Eine Priorisierung erfolgt nicht, ist aber möglich.

4.2.1 Dynamisches Lastmanagement

Das dynamische Lastmanagement reagiert im Gegensatz zum statischen Managementsystem auf externe Faktoren. Die Leistungsreserven werden dynamisch angepasst und daraufhin priorisiert verteilt. Abbildung 33 zeigt die Belastung des Netzes durch die Aufladung von Elektrofahrzeugen, die alle etwa zeitgleich in ihre Ladestationen eingesteckt werden.

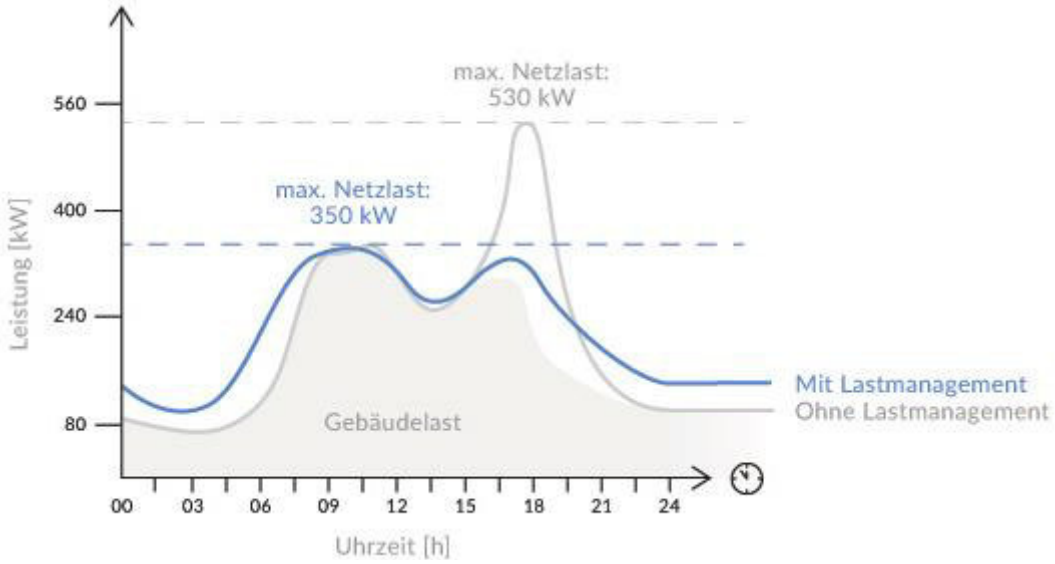


Abbildung 33: Netzlast mit und ohne dynamisches Lastmanagement, Quelle: The Mobility House

Das dynamische Lastmanagement streckt die maximale Netzlast über mehrere Stunden, sodass die definierte Schwelle nicht überschritten wird. Es wird auch möglich, Überschüsse von PV-Anlagen oder BHKWs gezielt zu nutzen. Das E-Fahrzeug dient hierbei als „Grünstromspeicher“ und ist aktiver Teil eines Managementsystems. Ein priorisiertes Laden ist möglich.
In Abhängigkeit des dynamischen Lastmanagement kann auch die Steuerung des Energieflusses berücksichtigt werden. Durch die Installation von zusätzlichen regenerativen Energien z.B. Kraft-Wärme-Kopplung oder Photovoltaikanlagen kann der entsprechende Ladestrom Zielgenau für die

Ladeinfrastruktur genutzt werden. Die Regelung des Energiekreises ist ein Elementarer Bestandteil der optimalen Energieversorgung.

4.2.2 Fahrplanbasiertes Lastmanagement

Dieses Lastmanagementwerkzeug lässt sich mit dem dynamischen Managementsystem verbinden und regelt die Priorisierung der Fahrzeuge. Dabei können primäre und sekundäre Ladeleistungen festgelegt werden. Eine individuelle Anpassung an den eigenen Fahrplan ist möglich, aber mit einem erhöhten Verwaltungsaufwand verbunden. Das System muss ständig betreut werden und ist daher fehleranfällig.

4.2.3 Priorisiertes Lastmanagement

Einzelnen Nutzern wird es ermöglicht, das Lastmanagement zu umgehen und bei Bedarf sofort und mit maximaler Leistung zu laden. Interessant ist diese Variante bei Stellplätzen, die auf eine schnelle Ladung angewiesen ist. Die Auswirkung dieser Lastmanagementvariante auf das Netz ist in der folgenden Abbildung darstellt.

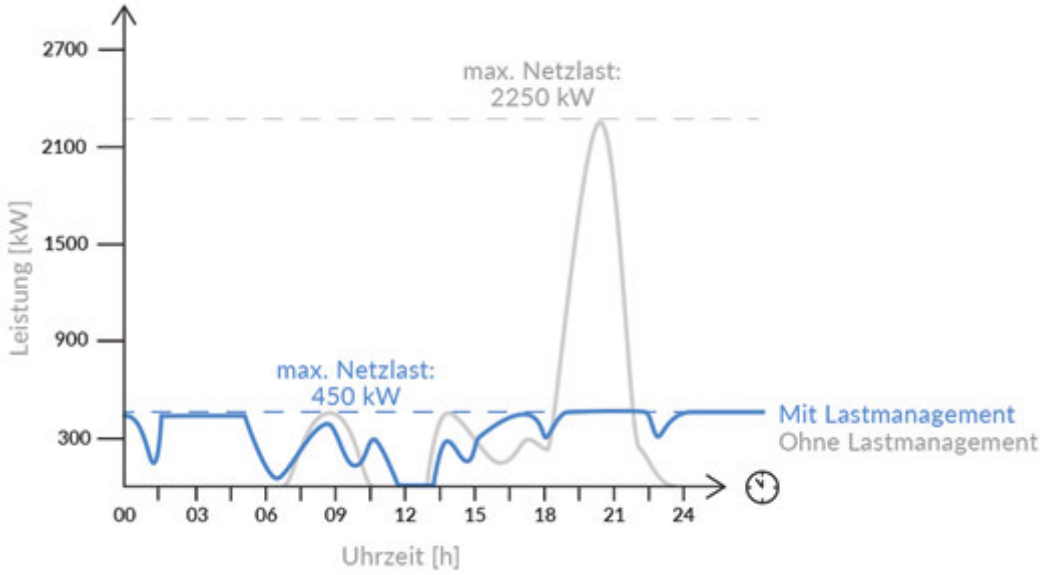


Abbildung 34: Netzlast mit und ohne priorisiertes Lastmanagement, Quelle: The Mobility House

4.3 Empfehlung

Unter der Vorgabe einer nutzerfreundlichen sowie verwaltungsarmen Realisierung sowie dem sukzessiv angedachten Ausbau nachhaltiger Energieerzeuger im öffentlichen Raum, raten wir allgemein zu einem dynamisches Lastmanagement. Dieses erlaubt es, flexibel reagieren zu können. Da im Rahmen dieser Studie eine Betrachtung der einzelnen Standorte abhängig von infrastrukturellen Voraussetzungen und Ausbaumöglichkeiten unter Einbezug der Fuhrparkumstellung erfolgt, kann hier das passende Lastmanagement standortspezifisch empfohlen werden. Die Empfehlungen sind in den nachfolgenden Kapiteln einzeln aufgeführt.

5 Szenarien zur Umstellung E-Mobilität

5.1 Szenario je Referat

Vor der konkreten Empfehlung einer passenden Ersatzvariante je Fahrzeug und Referat können im Vorhinein Annahmen getroffen werden, die referatsübergreifend und standortunabhängig Gültigkeit besitzen.
Wir empfehlen prinzipiell die Leasing-Fahrzeuge zuerst auszutauschen, da diese nach Beendigung der Vertragslaufzeit mit dem geringsten Aufwand ersetzt werden können. Die Fahrzeuge, die sich im Eigentum der Stadt Kaiserslautern befinden, sollten priorisiert nach dem Alter und/oder Defekten ausgetauscht werden. Die bereits elektrifizierten Fahrzeuge werden folgend aufgrund der Vollständigkeit mit aufgeführt aber nicht näher betrachtet. Bei sehr wenigen und/oder kurzen Fahrten pro Tag besteht die Möglichkeit, Fahrzeuge zusammenzulegen oder durch eine der Varianten E-Bike, Lastenrad oder E-Scooter zu ersetzen.
Da das Anforderungsprofil an ein Fahrzeug sehr individuell ist, spiegelt sich dieser Aspekt ebenfalls in dem Aufzeigen geeigneter Ersatzfahrzeuge wider. Im Folgenden werden für jedes Referat die auf Basis der vorliegenden Daten passendsten Ersatzvarianten empfohlen. Vor einer möglichen Umstellung muss von den jeweils Verantwortlichen umfassend geprüft werden, ob die empfohlene elektrische Ersatzvariante dem tatsächlichen Nutzungsprofil und den persönlichen Präferenzen entspricht.
In den folgenden Übersichten werden nur die Fahrzeuge berücksichtigt, zu denen eine Typ- bzw. Modellbezeichnung vorliegt. Die bereits angeschafften Elektrofahrzeuge werden ebenfalls nicht betrachtet.

5.1.1 Referat 10: Organisationsmanagement

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 10: Organisationsmanagement vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.
In Summe sind dem Referat sieben Fahrzeuge zugeordnet, wovon sechs PKWs, ohne einen speziellen Ausbau, sind. Da alle im Bereich des Rathauses (Parkplatz Nord und Parkplatz West) parken und nicht ganztägig unterwegs sind ist hier beispielsweise auch der Ersatz von zwei PKWs, durch ein Poolfahrzeug, wie in Kapitel3.6 beschrieben, denkbar.

Tabelle 4: Referat 10: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kombi, Reichweite min. 200 km und Platz für Transporte	21	Opel Mokka-e, Hyundai Kona Elektro, Renault Kangoo Z.E., Kia e-Soul, Skoda Octavia Plug-in Hybrid, Seat Leon Sportstourer e-Hybrid, VW Passat GTE Plug-in Hybrid
Kleinwagen (Ford Fiesta)	55	VW e-up!, Renault ZOE R110 Z.E., Opel Corsa-e, Hyundai IONIQ Elektro, Tesla Model 3, VW ID.3 Pure
Kleinwagen (Opel Astra)	98	
Kleinwagen (Opel Astra)	119	

Ford Kastenwagen 2-Sitzer	10	Renault Kangoo Z.E. (2-Sitzer), Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3, Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80

5.1.2 Referat 15: Umweltschutz

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 15: Umweltschutz vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag.
Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 5: Referat 15: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kombi (Allrad Geländewagen, Dacia)	18	Suzuki Across Plug-in Hybrid, Jeep Renegate 4xe, Volvo XC40 Recharge Pure Electric

5.1.3 Referat 30: Recht und Ordnung

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 30: Recht und Ordnung vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 6: Referat 30: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kombi (VW Golf Plus)	23	Mazda MX30, Opel Mokka-e, Hyundai Kona Elektro, Renault Kangoo Z.E., Kia e-Soul
Kombi (VW Golf Plus)	25	
Kleinwagen (VW Polo)	26	VW e-up!, Renault ZOE R110 Z.E., Opel Corsa-e, Hyundai IONIQ Elektro, Tesla Model 3, VW ID.3 Pure
Kleinwagen (VW Polo)	35	
Kombi, hier kommt wegen Langstrecken nur Hybrid in Frage	40	Skoda Octavia Plug-in Hybrid, Seat Leon Sportstourer e-Hybrid, VW Passat GTE Plug-in Hybrid
Kombi, Leasing-Fahrzeug	50	Mazda MX30, Opel Mokka-e, Hyundai Kona Elektro, Renault Kangoo Z.E., Kia e-Soul, Skoda Octavia Plug-in Hybrid, Seat Leon Sportstourer e-Hybrid, VW Passat GTE Plug-in Hybrid
Kombi, Leasingvertrag endet am 21.01.2021	50	
Kombi (Hyundai I30)	52,18	
Kombi	52,91	
Kombi (Hyundai I30)	55,8	
Kombi (Hyundai Tucson)	55,9	

Kleinbus (VW Multivan)	47,59	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3
Kleinbus (VW Multivan)	58,39	

5.1.4 Referat 40: Schulen

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 40: Schulen vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 7: Referat 40: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kleinbus (9-Sitzer), Leihvertrag Pro Humanis	60	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3

5.1.5 Referat 50: Soziales

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 50: Soziales vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 8: Referat 50: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Transporter (Opel Movano)	8	Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80
Kleinbus (9-Sitzer)	15	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3
Transporter (Opel Movano)	32	Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80
Transporter (Opel Movano)	35	
Transporter (Mercedes Sprinter)	36	
Kleinbus (Opel Vivaro)	38	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3

Kleinwagen (Opel Corsa)	45	VW e-up!, Renault ZOE R110 Z.E., Opel Corsa-e, Hyundai IONIQ Elektro, Tesla Model 3, VW ID.3 Pure
Kastenwagen (Citroen Jumper)	45	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3, Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80
Transporter (Opel Movano)	66	Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80

5.1.6 Referat 51: Jugend und Sport

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 51: Jugend und Sport vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 9: Referat 51: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kombi, Transporte	23	Mazda MX30, Opel Mokka-e, Hyundai Kona Elektro, Renault Kangoo Z.E., Kia e-Soul, Skoda Octavia Plug-in Hybrid, Seat Leon Sportstourer e-Hybrid, VW Passat GTE Plug-in Hybrid, Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3
Kombi (Opel Combo)	90	
Kombi (Opel Combo)	100	

5.1.7 Referat 61: Stadtentwicklung

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 61: Stadtentwicklung vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 10: Referat 61: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Mercedes Kastenwagen (5-Sitzer), Trennwand zum Laderaum, Innenausbau für den Transport des Instrumentariums	30	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3, Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80

5.1.8 Referat 63: Bauordnung

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 63: Bauordnung vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 11: Referat 63: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kombi (Opel Mokka)	25	Suzuki Across Plug-in Hybrid, Jeep Renegate 4xe, Volvo XC40 Recharge Pure Electric, Opel Mokka-e

5.1.9 Referat 65: Gebäudewirtschaft

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 65: Gebäudewirtschaft vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 12: Referat 65: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kombi (VW Caddy)	26	Mazda MX30, Opel Mokka-e, Hyundai Kona Elektro, Renault Kangoo Z.E., Kia e-Soul, Skoda Octavia Plug-in Hybrid, Seat Leon Sportstourer e-Hybrid, VW Passat GTE Plug-in Hybrid
Kombi (Renault Kangoo)	26	
Kombi (VW Caddy)	32	
Kleinbus (Opel Vivaro)	11	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3
Transporter (Mercedes Sprinter)	21	Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80
Kleinbus (Renault Trafic)	27	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3
Kleinbus (Renault Trafic)	27	
Kleinbus (Opel)	27	
Kleinbus (Opel Vivaro)	33	
Kleinbus (Opel Vivaro)	36	
Peugeot Expert Kastenwagen	37	
Transporter (Mercedes Sprinter)	43	Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80

Kleinbus (Renault Trafic)	43	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3

5.1.10 Referat 66: Tiefbau

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 66: Tiefbau vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 13. Referat 66: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kombi (Opel Combo)	35	Mazda MX30, Opel Mokka-e, Hyundai Kona Elektro, Renault Kangoo Z.E., Kia e-Soul, Skoda Octavia Plug-in Hybrid, Seat Leon Sportstourer e-Hybrid, VW Passat GTE Plug-in Hybrid
Kombi (Opel Combo)	40	
Kombi (Opel Astra)	40	Mazda MX30, Opel Mokka-e, Hyundai Kona Elektro, Renault Kangoo Z.E., Kia e-Soul, Skoda Octavia Plug-in Hybrid, Seat Leon Sportstourer e-Hybrid, VW Passat GTE Plug-in Hybrid
Kombi	45	
Kleinbus (Opel Vivaro)	35	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3

5.1.11 Referat 67: Grünflächen

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 67: Grünflächen vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.

Tabelle 14: Referat 67: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kombi (VW Caddy)	40	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3

Kleinwagen (Opel Meriva)	100	VW e-up!, Renault ZOE R110 Z.E., Opel Corsa-e, Hyundai IONIQ Elektro, Tesla Model 3, VW ID.3 Pure
Kleinwagen (Opel Agila)	100	
Kombi (VW Caddy)	100	Mazda MX30, Opel Mokka-e, Hyundai Kona Elektro, Renault Kangoo Z.E., Kia e-Soul, Skoda Octavia Plug-in Hybrid, Seat Leon Sportstourer e-Hybrid, VW Passat GTE Plug-in Hybrid
Kombi (VW Caddy)	100	
Kombi (Suzuki Grand Vitara)	100	
Kleinbus (Toyota)	100	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3

5.1.12 Referat 70: Stadtbildpflege Kaiserslautern (SK)

Die folgende Tabelle zeigt die im Referat 70: Stadtbildpflege Kaiserslautern (SK) vertretenen Fahrzeugtypen mit der zugehörigen Laufleistung pro Tag. Es werden ebenfalls die auf den vorliegenden Daten basierenden möglichen Ersatzvarianten aufgeführt. Vor einem Ersatz des Fahrzeuges muss die Ersatzvariante unbedingt auf das tatsächliche Nutzungsprofil und die persönlichen Präferenzen überprüft werden.
Aufgrund der hohen Anzahl von Fahrzeugen, die im Parkbereich der Stadtbildpflege verortet sind und ähnliche Anforderungen haben, ist auch hier der Einsatz eines Poolfahrzeuges denkbar.

Tabelle 15: Referat 70: Fahrzeugtypen und mögliche Ersatzvarianten

Fahrzeugtyp	Ø km pro Tag	Mögliche Ersatzvariante
Kombi (Mercedes-Benz C 180 Kompressor)	38	Mazda MX30, Opel Mokka-e, Hyundai Kona Elektro, Renault Kangoo Z.E., Kia e-Soul, Skoda Octavia Plug-in Hybrid, Seat Leon Sportstourer e-Hybrid, VW Passat GTE Plug-in Hybrid
Mercedes geschlossener Kastenwagen	35	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3, Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80
Peugeot geschlossener Kastenwagen	60	Opel Zafira e-Life S, Peugeot e-Expert Standard, Citroën ë-Jumpy, Mercedes e-Vito, Opel Vivaro-e, Ford Transit Custom Plug-in Hybrid, Maxus eDeliver 3, Mercedes eSprinter, VW e-Crafter, Fiat E-Ducato, Renault Master Z.E., Maxus EV80

5.1.13 Zusammenfassung

In Summe zeigt sich, dass für die die betrachteten Fahrzeuge, aufgrund der Laufleistung und der Anforderungen, ein geeigneter Ersatz durch ein Elektrofahrzeug möglich ist. Wie beschrieben, müssen bei der Modellauswahl die genauen Rahmenbedingungen und persönlichen Präferenzen noch einmal geprüft werden. Bei Fahrzeugen, die öfters auch Reichweiten zurücklegen müssen, die

die eines Elektrofahrzeuges überschreiten, kann ein Plug-in Hybrid ggf. als Ersatz in Betracht gezogen werden. Auch im Bereich der Allradfahrzeuge sind mittlerweile Modelle mit Elektroantrieb verfügbar, sodass auch bei dieser Anforderung ein Ersatz möglich ist.
Ein Einsatz von Poolfahrzeugen, kann im Parkbereich des Rathauses und bei der Stadtbildpflege, als mögliche Ersatzvariante in Betracht gezogen werden.
Aufgrund der Kilometerleistungen pro Tag oder auch der Anforderungen an Transportkapazitäten, zeigt sich, dass der Einsatz von E-Bikes, Lastenrädern etc. im ersten Schritt lediglich als zusätzliche Mobilitätslösung in Betracht gezogen werden kann. Der Einsatz für beispielsweise den Pendelbetrieb zwischen verschiedenen Standorten der Stadtverwaltung wäre hierbei ein geeignetes Szenario. Aktuell werden E-Scooter bereits bei der Stadtentwässerung Kaiserslautern für einen solchen Pendelbetrieb auf dem Werksgelände oder zwischen den Standorten eingesetzt.

5.2 Szenario je Standort

Die Entwicklung der Szenarien wird auf Basis der Standortanalyse durchgeführt. Für jeden Standort soll ein passendes Szenario zum optimalen Einsatz eines Elektrofahrzeugs entwickelt werden. Dafür muss zunächst die passende Infrastruktur für die Elektrofahrzeuge / Ladeinfrastruktur ermittelt werden. Es wird zusätzlich berücksichtigt, dass die Referate mit Fahrzeugen am gleichen Standort diese auch gemeinsam nutzen können. Je höher die Ladeleistung des Elektroautos, desto höher werden die verursachten Lastspitzen an den jeweiligen Netzanschlusspunkten.

Während die Batterie im Fahrzeug selbst immer mit Gleichstrom geladen wird, kann die am Ladepunkt zur Verfügung gestellte Elektrizität entweder Gleich- oder Wechselstrom sein. Somit lässt sich das kabelgebundene Laden in Wechselstrom-Laden und Gleichstrom-Laden unterteilen. Beim Wechselstrom-Laden wandelt ein Ladegerät im Auto den Strom in einen batterie-verträglichen Gleichstrom um. Beim Gleichstromladen befindet sich das Ladegerät in der Ladesäule und stellt dem Fahrzeug den für das Laden erforderlichen Gleichstrom bereit. Neben der Unterteilung in Wechsel- und Gleichstromladen existiert eine weitere Unterteilung in vier unterschiedliche Lademodi. Sie unterscheiden sich in Phasenzahl, Steckernutzung, Leistung und Sicherheitskonzepten. Sie sind beschrieben in der Norm IEC 61851. Dabei sind die Lademodi 1-3 für das AC-Laden und Mode 4 für das DC-Laden vorgesehen. Mehr Details im Abschnitt 8.2.1.

Das ausreichende Vorhandensein von Ladeinfrastruktur ist entscheidend für die Kaufentscheidung der Verbraucher und mithin für den Hochlauf der Elektromobilität. Grundvoraussetzung für den Hochlauf der Elektromobilität und einen schnellen und kontinuierlichen Aufbau von Ladeinfrastruktur ist die Verfügbarkeit von attraktiven und wettbewerbsfähigen Elektrofahrzeugen für den Massenmarkt.
Der klimapolitische Nutzen der Elektromobilität ist umso größer, je höher der Anteil an Energie aus regenerativen Quellen an der Stromversorgung der Fahrzeuge ist. Dies erfordert einen zügigen Ausbau der Erzeugungskapazitäten für regenerativ erzeugten Strom.

Während die Batterie im Fahrzeug selbst immer mit Gleichstrom geladen wird, kann die am Ladepunkt zur Verfügung gestellte Elektrizität entweder Gleich- oder Wechselstrom sein. Somit lässt sich das kabelgebundene Laden in Wechselstrom-Laden und Gleichstrom-Laden unterteilen. Beim Wechselstrom-Laden wandelt ein Ladegerät im Auto den Strom in einen batterie-verträglichen Gleichstrom um. Beim Gleichstromladen befindet sich das Ladegerät in der Ladesäule und stellt dem Fahrzeug den für das Laden erforderlichen Gleichstrom bereit. Neben der Unterteilung in Wechsel- und Gleichstromladen existiert eine weitere Unterteilung in vier unterschiedliche Lademodi. Sie unterscheiden sich in Phasenzahl, Steckernutzung, Leistung und Sicherheitskonzepten. Sie sind beschrieben in der Norm IEC 61851. Dabei sind die Lademodi 1-3 für das AC-Laden und Mode 4 für das DC-Laden vorgesehen. Mehr Details im Abschnitt 8.2.1.

Das ausreichende Vorhandensein von Ladeinfrastruktur ist entscheidend für die Kaufentscheidung der Verbraucher und mithin für den Hochlauf der Elektromobilität. Grundvoraussetzung für den Hochlauf der Elektromobilität und einen schnellen und kontinuierlichen Aufbau von Ladeinfrastruktur ist die Verfügbarkeit von attraktiven und wettbewerbsfähigen Elektrofahrzeugen für den Massenmarkt.
Der klimapolitische Nutzen der Elektromobilität ist umso größer, je höher der Anteil an Energie aus regenerativen Quellen an der Stromversorgung der Fahrzeuge ist. Dies erfordert einen zügigen Ausbau der Erzeugungskapazitäten für regenerativ erzeugten Strom

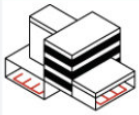
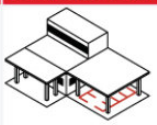
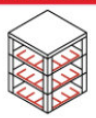
Anteile der Ladevorgänge	Privater Aufstellort: aktuell 85 % perspektivisch über 2020 hinaus: 60 - 70 %			Öffentlich zugänglicher Aufstellort: aktuell 15 % perspektivisch über 2020 hinaus: 30 - 40 %		
Typische Standorte für Lade-infrastruktur	Einzel- / Doppel-garage bzw. Stellplatz beim Eigenheim	Parkplätze bzw. Tiefgarage von Wohnanlagen, Mehrfamilien-häusern, Wohn-blocks	 Firmenpark-plätze auf eigenem Gelände	 Autohof, Autobahn-Raststätte	 Einkaufs-zentren, Parkhäuser, Kundenpark-plätze	Straßenrand / öffentliche Parkplätze
Vorgaben zur Lade-technologie	Combined Charging System vorschreiben			Combined Charging System als Mindeststandard in Ladesäulenverordnung vorgeschrieben		
Ladedauer für 20 kWh (Verbrauch für 100 km)	**6 Stunden** (AC 3,7 kW)	**6 Stunden** (AC 3,7 kW) **1-2 Stunden** (AC/DC 11-22 kW)	**6 Stunden** (AC 3,7 kW)	**30 Minuten** (DC 50 kW) **10 Minuten** (DC 150 kW)	**6 Stunden** (AC 3,7 kW)	**1-2 Stunden** (AC/DC 11-22 kW)
Ladedauer perspektivisch				**wenige Minuten**		

Abbildung 35: Ladeinfrastruktur laut Empfehlung der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE)

Die Bundesregierung hat in dem "Masterplan Ladeinfrastruktur" Maßnahmen favorisiert die für den zügigen Aufbau einer flächendeckenden und nutzerfreundlichen Ladeinfrastruktur bereitstehen sollen.
Bei der Betrachtung der Ladevorgänge wird perspektivisch davon ausgegangen das 60-80 % im Bereich des privaten Aufstellortes erforderlich sind. Dazu zählt der private Haushalt ebenso wie der Arbeitnehmerparkplatz. Durch den Ausbau können die etwaigen Hindernisse eliminiert werden und zur Umsetzung der Elektromobilität beitragen.
Die CO^2 Ziele können nur durch das Zusammenwirken umgesetzt werden, dazu gehört auch die nachhaltige Mobilität. Zur Verbreitung der Elektromobilität ist die wesentlichste Voraussetzung der Ausbau der Ladeinfrastruktur, damit die Hürden entfernt werden.

5.2.1 Beurteilung der Möglichkeiten an den einzelnen Standorten

Durch die relative Nähe verschiedener Referate und der entsprechenden lokalen Nähe der Parkplätze ist eine Umsetzung eines Fuhrparkmanagements mit gemeinsam nutzbaren Fahrzeugen möglich. Die Überbrückung zu den Parkplätzen kann auch mit alternativen Fortbewegungsmitteln umgesetzt werden z.B. E-Scooter, E-Bike, …. Siehe entsprechend dem Punkt 3.5 Alternativvarianten.

Um etwaige Mehrkosten und eine zusätzliche Netzbelastung zu vermeiden ist es empfehlenswert, ein entsprechendes Energiekonzept für die Liegenschaften zu realisieren. Im Zuge eines zusätzlichen Energiekonzeptes sollte auch die Nutzung von regenerativen Energien untersucht werden. Der Verkettung steigert die Wirtschaftlichkeit und senkt die Umweltbelastung.

Durch die Umsetzung des Masterplans und der geplanten Nutzung der potenziellen Dachflächen der öffentlichen Gebäude kann eine effektive Nutzung der regenerativen Energien umgesetzt werden. Durch die dezentrale Anordnung der Flächen zur PV-Nutzung, kann hiermit das Potential der Erneuerbaren Energien dargestellt werden. In diesem Zusammenhang stellen diese

dezentralen Energieversorgungsanlagen große stadtinterne Kapazitäten dar und bilden damit wichtige lokale Säulen der künftigen Energieversorgung.
Durch den Einsatz der Photovoltaik oder anderer Regenerativer Energien kann man bei gezielter Steuerung und Speicherung z.B. durch Batteriespeicher für RLM Lastspitzenkappung (und Ersatzstrom) für Netzentlastung sorgen. Mehr Details im Absatz des Lastmanagements 4.2.

Die Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch den Einsatz verschiedener Modularer Systeme die im Verbund mit einander kommunizieren ist Zukunftsorientiert. Durch die Vernetzung verschiedener Verbraucher und Einbindung intelligenter Batteriesysteme trägt dies zur Entlastung des städtischen Elektroversorgungsnetzes bei. Mit Hilfe des Einsatzes von Energiespeichersystemen, wird die vorhandene Energie zwischengespeichert, um sie beim Ladevorgang bereitzustellen. Das gewährleistet netzschonendes und paralleles Laden von mehreren Elektroautos. So spart man nicht nur Kosten für einen traditionellen Netzausbau, sondern auch Zeit bis zur Umsetzung. Durch das Aufstellen eines Batteriespeichers lässt sich ein Trafo-Ausbau vermeiden. Dieser ist mit zeit- und kostenintensiven Arbeiten und Genehmigungen verbunden. Die Spezielle Förderungen von Batteriespeichern von der Bundesregierung muss von Fall zu Fall geprüft werden.
Nachfolgend werden für die einzelnen Standorte die Varianten entsprechend der aktuellen Voraussetzungen aufgezeigt. Grundsätzlich liegt der Schwerpunkt im lastoptimierten Laden

Durch den Einsatz eines Lastmanagementsystem kann man die verschiedenen Variablen bzw. die einzelnen Parameter der Ladevorgänge, wie z. B. die Ladedauer, die Maximalleistung oder die Priorisierungslogik für die verschiedenen Referate pro Ladevorgang festgelegen. Durch diese Steuerung kann verhindert werden, dass es durch mehrere gleichzeitig ablaufende Ladevorgänge zu einer Überforderung bzw. einer Lastspitze im Bereich der elektrischen Installation und des Hausanschlusses kommt. Ein Lastmanagement kann auch zur verbesserten Nutzung regenerativer Energie eingesetzt werden. Insbesondere in Gebäuden mit mehreren Anschlussnutzern, ist ein Lastmanagement zu empfehlen. Bei einer gezielten Steuerung kann die mögliche Überdimensionierung und der daraus resultierende teure Ausbau des Netzanschlusses und der Elektroinstallation vermieden werden. Entsprechend der Vorgabe des Bundesministeriums für Bildung und Forschung der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) ist für jeden Ladepunkt ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 1,0 anzunehmen, wenn kein Lastmanagement vorgesehen ist. Dies bedeutet, dass für den jeweiligen Ladepunkt die maximale Leistung zur Verfügung gestellt werden muss.

Zur Definition der Ladeinfrastruktur muss man die Auswahl von Fahrzeugen und der entsprechenden Verfügbarkeit berücksichtigen. Die Auswahl wird im Detail für jeden einzelnen Standpunkt dargestellt. Hinweise für die zu installierende Ladeleistung können die zu erwartenden durchschnittlichen täglichen Fahrleistungen geben.

Übersicht der Variablen für die Auslegung der Ladeinfrastruktur:

- Art und Anzahl der Fahrzeuge - Standortbezogen
- Ladeleistung der entsprechenden Fahrzeuge
- kalkulierte Aufenthaltsdauer bzw. durchschnittliche Parkdauer
- Ladeverhalten der Fahrzeugführer
- Leistungsbezugsoptimierung mit Lastmanagement
- Batteriesystem um den Bedarf der Anschlussleistung zu reduzieren

Zur Installation der Ladeinfrastruktur müssen verschiedene technische Voraussetzungen bei der Installation sein. Die Allgemeinen gültigen Normen, Gesetzte und Vorschriften müssen beachtet und von Fachbetrieben umgesetzt werden.

Wie bereits vorab erwähnt ist eine der wichtigen Grundlegenden Voraussetzungen der Elektromobilität der Aufbau bzw. Ausbau der Ladeinfrastruktur. Dazu hat die Bundesregierung in Ihrem Masterplan das Ziel von 1 Mio. öffentlichen Ladepunkten bis 2030 ausgerufen. Nach letzten Informationen der Bundesregierung stehen Anfang 2021 „nur“ 21.100 Ladepunkte zur Verfügung. Mit Berücksichtigung der Nutzung der Parkflächen rund um die Liegenschaften der Stadtverwaltung ist eine Berücksichtigung öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur sinnvoll. Aktuell stehen im Bereich der Gebäude Rathaus / Rathaus Nord / Rathaus West ungefähr 235 Parkplätze zur Verfügung. Entsprechend der Daten der Ist Analyse sind ungefähr 35 Dienstfahrzeuge dort stationiert. Demzufolge stehen rund 200 Parkplätze zur Nutzung der Angestellten direkt im Bereich des Rathauses zur Verfügung. Die Nutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur ist in diesem Bereich möglich. Der Ausbau der Ladeinfrastruktur kann auch zur Motivation der Mitarbeiter dienen Ihr eigenes Fahrzeug umzustellen.

5.2.2 Rathaus – Parkplatz, Willy-Brandt-Platz 1 67657 Kaiserslautern

Die verfügbaren Parkflächen am Rathaus sind unterteilt. Die vier zur Verfügung stehenden Parkflächen sind nach den Himmelsrichtungen benannt.

Rathaus, Parkplatz Nord Lauterstraße (45 Parkplätze)
Rathaus, Parkplatz Ost (17 Parkplätze)
Rathaus, Parkplatz Süd (Vorplatz) (65 Parkplätze)
Rathaus, Parkplatz West (Maxstraße) (10 Parkplätze)

Eine Zuordnung der Parkplätze an spezifische Referate ist nicht vorhanden. In den nachfolgenden Kapiteln wird auf die einzelnen Parkflächen im Detail eingegangen. Im Rahmen der Netzverträglichkeit und der daraus resultierenden Leistungsabnahme ist eine Umsetzung mit einem intelligenten Lastmanagement zwingend erforderlich.
Die Steuerung der einzelnen Ladepunkte kann mit einer herstellerspezifischen Software gesteuert werden. Eine optimale Umsetzung wäre der Einsatz eines Peak Shaving Verfahrens um die möglichen Spitzenlasten zu eliminieren. Das Energiemanagement kann mit zusätzlichen Kosten von ungefähr 10.000€ umgesetzt werden. In diesem Umfang wäre die Lastspezifische Steuerung der Ladeinfrastruktur in Abhängigkeit von regenerativen Erzeugungsanlagen abgedeckt. Zusätzlich kann man die Groß Verbraucher gezielt Lastabhängig regeln.

Ein Gerätehersteller unabhängiges System würde den Energiebilanzkreis der einzelnen Liegenschaften optimieren und die Energieflüsse regulieren.
Die Umsetzung eines Energiebilanzkreises fördert die wirtschaftlichen und ökologischen Einsparungen.

5.2.2.1 Rathaus, Parkplatz Nord Lauterstraße (45 Parkplätze)

Bestehende Ladeinfrastruktur muss entsprechend dem Bedarf ausgebaut werden. Im Zuge des Ausbaus der Ladeinfrastruktur mit 3 Ladesäulen von insgesamt 6 Ladepunkten wurde bereits im

Umfang der Recherche zu diesem Konzept eine zukunftsorientierte Energieversorgungsleitung verlegt. Durch die bereits jetzt vollzogenen Maßnahmen sind die zusätzlichen Investitionen erheblich geringer als die aktuell zu erwartenden Kosten bei einer nachträglichen Aufrüstung. Die Umsetzung der anvisierten Ladeinfrastruktur mit einer Leistung von ~130kW bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1 ist abgedeckt und es steht noch weiteres Potenzial zur Verfügung.

Die Erweiterung der Ladeinfrastruktur an diesem Standort ist wirtschaftlich am besten umzusetzen. Die Zentrale Lage zwischen den Referaten kann genutzt werden, um entsprechend verschiedene Fahrzeuge der Referate zu stationieren.

Der Großteil der verfügbaren Parkplätze wird für Privatfahrzeuge genutzt. Hinsichtlich der Möglichkeit des Ausbaus und der entsprechenden Infrastruktur wäre eine zusätzliche Variante das Mitarbeiterladen. Durch die Errichtung der Abrechnungsfähigen Ladeinfrastruktur besteht die Eventualität bezugsgenau den Verbrauch abzurechnen.

Potenzial Insgesamt	10 Elektro Fahrzeuge	
IST	6 Elektro Fahrzeug	
SOLL	4 Ladepunkte	
IST	6 Ladepunkte á 22kW	→ 132kW
Zusätzlich	4 Ladepunkte á 11kW	→ 44kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 176kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 163,2kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 2,16kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 34kW

5.2.2.2 Rathaus, Parkplatz Ost [Nähe Bürgercenter] (17 Parkplätze)

In diesem Bereich ist der Ausbau der Ladeinfrastruktur möglich. Die vorhandene Trafoleistung im Rathaus ist wie bereits erwähnt ausreichend und kann zusätzliche Leistung bereitstellen.
Ein Ausbau der Ladeinfrastruktur ist momentan in diesem Bereich nicht zwingend. Die notwendigen Stellplätze für Elektrofahrzeuge kann mit der Erweiterung auf dem Parkplatz Nord abgedeckt werden. Diese Parkfläche wird hauptsächlich den Angestellten zur Verfügung gestellt. Eine Möglichkeit die Akzeptanz der Elektromobilität zu erhöhen wäre die Errichtung der Ladeinfrastruktur zur Nutzung für Arbeitnehmer.

5.2.2.3 Rathaus, Parkplatz Süd [Vorplatz zur Barbarossaburg] (65 Parkplätze)

Die Zentrale Lage und die entsprechende Verfügbarkeit von Fahrzeugen macht diese Parkfläche zu einer exponierten Lage. Eine Aufwertung für die dezentrale Mobilität in Verbindung mit einem Car Sharing System wäre ein repräsentatives Aushängeschild für die Stadt Kaiserlautern.

Der Ausbau einer Ladeinfrastruktur und einer möglichen Kooperation mit den Stadtwerken Kaiserslautern wäre mit diesem Mobilitätsstandort sinnvoll. Eine entsprechende Bereitstellung von Fahrzeugen kann mit dem Vorbuchungsrecht gewährleistet werden. Nähere Details im Absatz 3.6 Ersatzvariante Poolfahrzeug – Seite 39

5.2.2.4 Rathaus, Parkplatz West [zur Maxstraße] (10 Parkplätze)

Diese Parkfläche liegt direkt an der Maxstraße und ist ebenfalls im halböffentlichen Bereich. In diesem Bereich ist auch ein Ausbau über die Netzversorgung des Rathauses möglich. Die Leitungsverlegung wäre über vorhanden Kabeltrassen umsetzbar, bei bereits vorangegangenen Untersuchungen wurde die Leitungsverlegung als möglich betrachtet. Durch die langen Leitungswege muss allerdings im Detail die Installation geprüft werden. Aktuell ist an dieser Parkfläche keine Ladeinfrastruktur geplant. Eine Positionierung der Fahrzeuge auf dem Parkplatz Nord oder alternativ auf dem Parkplatz des Rathauses West ist von der Netzversorgung kosten günstiger umzusetzen.
Eine Verlegung der Fahrzeuge von dem Parkplatz West auf den Parkplatz Nord ist unter Berücksichtigung des zusätzlichen Ausbaus der Ladeinfrastruktur kostengünstiger. Entsprechend der Nähe zum vorhandenen Netzanschluss am Parkplatz Nord und den kürzeren Leitungswegen ist dort eine wirtschaftlichere Umsetzung möglich.

Potenzial Insgesamt	7 Elektro Fahrzeuge	
IST	0 Elektro Fahrzeuge	
SOLL	7 Ladepunkte	
IST	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
Zusätzlich	8 Ladepunkte á 11kW	→ 88kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 88kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 62,4kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 1,51kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 23,8kW

5.2.3 Rathaus Nord: Lauterstraße 2, 67657

Die verfügbaren Parkflächen am Rathaus Nord sind unterteilt auf zwei Parkflächen.
Grundsätzlich wird der Parkplatz im Innenhof im Schwerpunkt der Betrachtung liegen. Dieser ist vor Vandalismus geschützt.
Die Parkflächen im halböffentlichen begehbaren Bereich können ebenso zur öffentlichen Ladeinfrastruktur ausgebaut werden. Um die Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur zu gewährleisten und die Außendarstellung zu erhöhen empfehlen wir zwei Ladepunkte in dem Bereich zu installieren. Durch den möglichen Ausbau der Netzinfrastruktur sind diese umsetzbar.

Der Gesamtbereich des Rathauses Nord ist in Bezug auf die Netzverträglichkeit beschränkt. Nach Rücksprache mit dem Netzbetreiber ist eine Installation der Ladeinfrastruktur ohne gezielte Steuerung bzw. möglichen Ausbau der Netzinfrastruktur nicht umsetzbar.
Die Ansiedlung der verschiedenen Referate mit hoch frequentierten Fahrzeugen verlangt einen entsprechenden Ausbau der Ladeinfrastruktur.
Durch die aktuelle Netzauslastung ist unter anderem auch die Ladeinfrastruktur der Kreisverwaltung begrenzt,– Schnelllader 75kW – reduziert auf max. 30kW (möglicher Ausbau auf 50kW wird untersucht).

Der Netzbezug der notwendigen Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität kann mit verschiedenen Faktoren im Netz umgesetzt werden. Die Faktoren sind abhängig von der Grundversorgung oder von der Möglichkeit der Steuerung der Verbraucher. Dies hat zur Folge das entsprechend zwei grundsätzliche Versionen zur Verfügung stehen.

Die erste Version würde größere bauliche Maßnahmen voraussetzen. Entsprechend der aktuellen Begebenheiten und nach Rücksprache mit der SWK sind in dem kompletten Bereich um das Rathaus Nord / Kreisverwaltung / Japanischer Garten / ALCATRAZ / Am Abendsberg – Wohngebiet sind keine Netzreserven verfügbar. Die Möglichkeit den erforderlichen Leistungsbezug zu realisieren liegt in einem Netzausbau, welcher in Abstimmung mit dem EVU umgesetzt werden kann. Eine zusätzliche Energieleitung zur Versorgung des Verwaltungsbereichs am Rathaus Nord, kann zwischen dem Rathaus und Rathaus Nord verlegt werden, entsprechende Angebotsanfragen wurden bereits von der SWK initialisiert. Die Verlegung muss demzufolge unter der Lauterstraße umgesetzt werden. Durch die Installation und Ausbau der Netzversorgung würden weitere Kosten entstehen, erste Schätzungen belaufen sich auf mindestens 5o.000 € für den Ausbau der Netzinfrastruktur zum Stromverteiler am Rathaus Nord. Der notwendige Ausbau der Netzinfrastruktur kann entsprechend des Bedarfs an die beteiligten Parteien aufgeschlüsselt werden, dies bedeutet eine mögliche Kostenteilung der einzelnen Parteien, Stadtverwaltung Kaiserslautern / Kreisverwaltung Kaiserslautern / Netzbetreiber.
Mit dem Ausbau der Netzinfrastruktur sind alle geschätzten Leistungsversorgungsvarianten umsetzbar. Bei dem notwendigen Ausbau wird dementsprechend der Netzanschluss am Rathaus stärker belastet. Ein zukunftsorientierter Ausbau des Transformators im Rathaus ist (mit entsprechenden Mehrkosten) ebenso umsetzbar, allerdings in diesem Szenario nicht notwendig.

Die zweite Version ist Standortbezogen. Im Zuge der Installation der Mehrverbraucher empfehlen wir ausdrücklich die Erstellung eines Energiekonzeptes und die Verwirklichung eines Energiemanagements.

Im Vergleich zu benachbarten Verwaltungsgebäuden besteht am Rathaus Nord noch keine Versorgung durch regenerative Energien. Die Installation einer Photovoltaikanlage ist mehr als sinnvoll. Die entsprechenden Planungen wurden bereits initiiert. Für ein optimales Lastmanagement ist es empfehlenswert die Eigenstromoptimierung zu fördern.

Die detaillierte Untersuchung des Lastprofils für das Rathaus Nord brachte folgende Ergebnisse.

Das Lastprofil des Rathaus Nord weist derzeit Jahresspitzen von 58 kW Bezugsleistung auf. Gut in Abbildung 36 zu erkennen ist der typische Tagesverlauf der Bezugsleistung. Während in der Nacht die durchschnittliche aus dem Netz bezogene Leistung etwas weniger als 30 kW beträgt,

steigt der Strombezug ab circa 6 Uhr morgens rasant auf die maximale Leistung von etwas weniger als 60 kW an um dann über den Tagesverlauf allmählich wieder auf etwa 30 kW abzufallen.

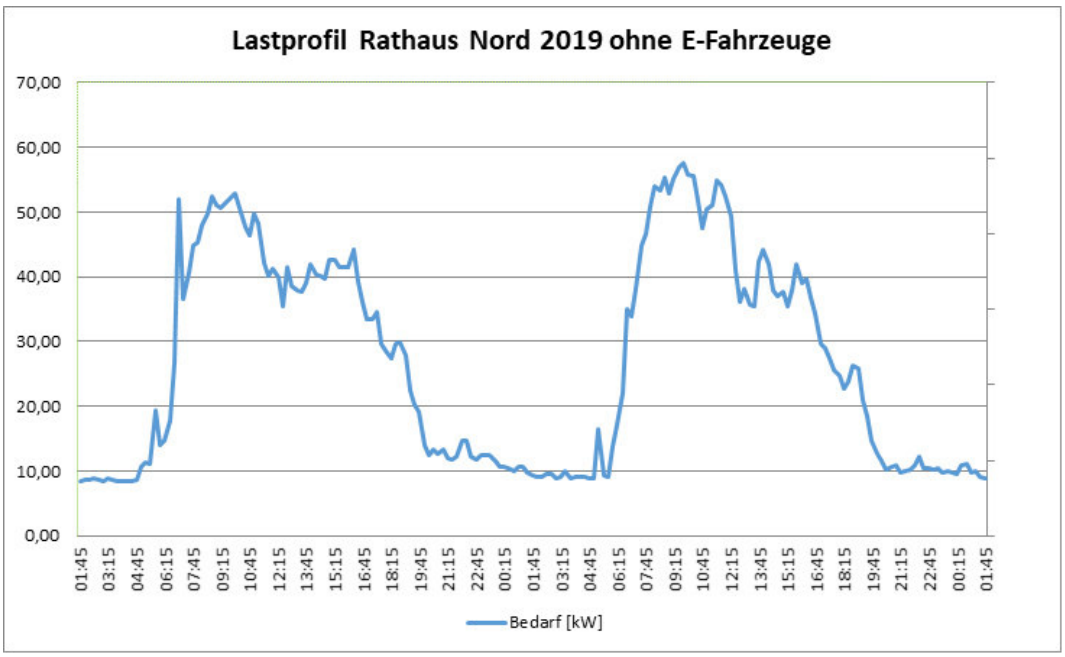


Abbildung 36: Lastprofil Rathaus Nord ohne E-Fahrzeuge (2019)

Aus der IST-Analyse der Fahrzeugnutzung am Rathaus Nord ist abzuleiten, dass die Fahrzeuge überwiegend tagsüber unterwegs sind und dann überwiegend nachts auf dem Parkplatz stehen.

In Abbildung 37 ist zu erkennen, dass eine durch ein Lastmanagement gedrosselte und zeitlich gesteuerte Ladeleistung ausreicht, damit die Fahrzeuge auch ohne Netzausbau hinreichend für das angegebene Fahrprofil – überwiegend über die Nacht verteilt - geladen werden können. In diesem Szenario mit dem Lade-Lastmanagement ist folglich ein Ausbau der Netzinfrastruktur nicht notwendig und der Aufbau der Ladeinfrastruktur in Verbindung mit der intelligenten Steuerung generiert effektiv keinen zusätzlichen Netzbezug.

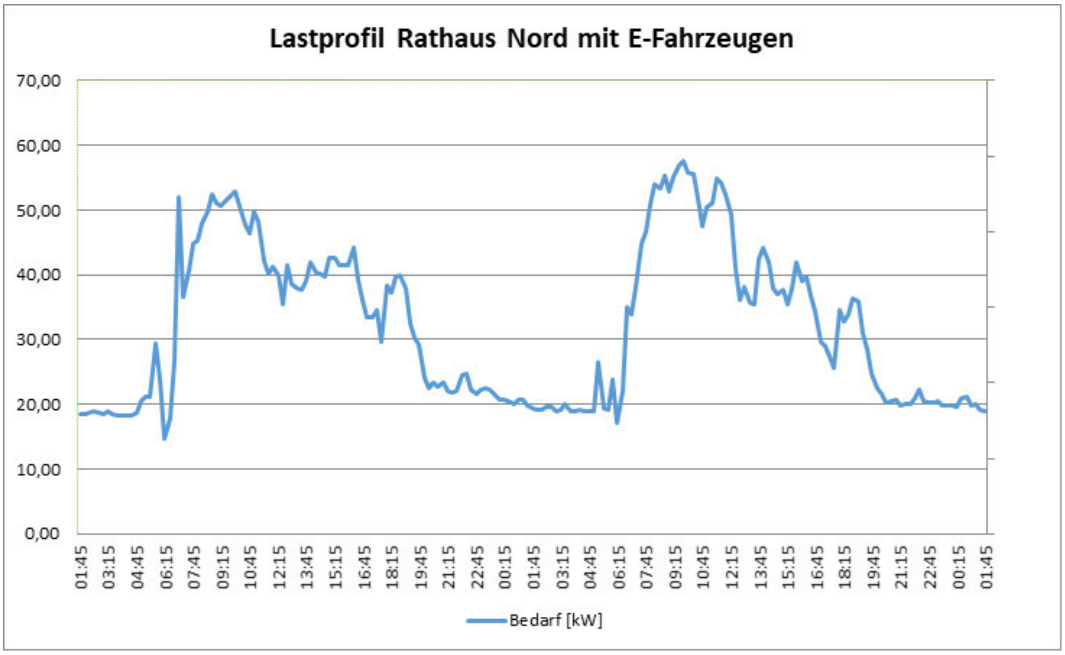


Abbildung 37: Lastprofil Rathaus Nord mit E-Fahrzeugen

Entsprechend der Abstimmung in Bezug auf die Netzinfrastruktur mit der SWK wäre in der nächsten Stufe die Installation eines Batteriespeicher als Alternative zu dem Netzausbau denkbar gewesen. Dabei wäre dann der Batteriespeicher in den bezugsschwächeren Zeiten aus dem Versorgungsnetz geladen worden, um dann im späteren Bedarfsfall die Elektrofahrzeuge versorgen zu können, auch wenn das örtliche Stromnetz zu diesem Zeitpunkt bereits ausgelastet ist. Diese Investition ist in dem aktuellen Ausbauszenario allerdings noch nicht erforderlich. In

Sollte jedoch zu einem späteren Zeitpunkt eine Photovoltaikanlage auf dem Dach des Rathaus Nord installiert werden können, würde es aus ökologischen Gründen sinnvoll sein einen Batteriespeicher noch einmal in die Betrachtung einzubeziehen. So könnte anstelle des aus dem Netz bezogenen (CO2-behafteten) Strommix, der tagsüber vor Ort erzeugte Strom nachts in die Fahrzeuge geladen werden.
In diesem Fall sollte aber auf jeden Fall ein Fachplaner die Dimensionierung und Planung des Batteriespeichers vornehmen, da vor allem bei einer gemischten Nutzung des Speichers (Peak-Shaving und Eigenverbrauchsoptimierung) im Speziellen auch bei eventuellen teilweisen Laden aus dem Netz und der eigenen Erzeugungsanlage, besondere Anforderungen v.a. an das Messkonzept gestellt werden.

1. Rathaus Nord (Innenhof) / Lauterstraße (25 Parkplätze)

Potenzial Insgesamt	17 Elektro Fahrzeuge	
IST	1 Elektro Fahrzeug	
SOLL	18 Ladepunkte	
IST	2 Ladepunkte á 22kW	→ 44kW
Zusätzlich	16 Ladepunkte á 11kW	→ 176kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 220kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 183,4kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 3,68kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 57,8kW

2. Rathaus Nord / Lauterstraße (10 Parkplätze) halböffentlicher begehbarer zugänglicher Bereich

Potenzial Insgesamt	4 Elektro Fahrzeuge	
IST	0 Elektro Fahrzeuge	
SOLL	4 Ladepunkte	
IST	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
Zusätzlich	4 Ladepunkte á 11kW	→ 44kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW

max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 44kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 44kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 44kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 3,4kW

5.2.4 Rathaus West: Maxstraße 17-19, 67657 Kaiserslautern

Die Zentrale Lage der Parkfläche am Rathaus West und die guten infrastrukturellen Voraussetzungen machen den Ausbau der Ladeinfrastruktur interessant. Zusätzlich wäre ein eigenstromoptimiertes Laden mit einer möglichen Photovoltaikanlage realistisch.

Durch die angrenzenden Gebäude des Rathaus West und die entsprechende Ost West-Ausrichtung der Dachflächen ist eine bedarfsorientierte Eigenstromnutzung umsetzbar. Im Zuge der Eigenstromoptimierung ist auch eine entsprechende Untersuchung für den Energieverbrauch umzusetzen.

Die örtliche Nähe zwischen den unterschiedlichen Referaten würde auch die Einrichtung eines Pool-Fahrzeuges möglich machen. Auch eine Umstrukturierung und Relokalisierung/Verlegung einzelner Fahrzeuge an den Standort des Rathauses West wäre sinnvoll. Bei einem zusätzlichen Ausbau der Ladeinfrastruktur im Bereich des Rathauses oder Rathauses Nord wäre die wirtschaftlichere Lösung die Verlagerung der Fahrzeuge zum Rathaus West. Dadurch würden die zusätzlichen Kosten im Bereich Netzausbau minimiert. Durch die Netzverträglichkeit und die notwendige Stromversorgung von der nahegelegenen Trafostation in der Burgstraße wäre der Ausbau der Ladeinfrastruktur an diesem Standort möglich. In dieser Betrachtung wird dieser Ansatz nicht im Detail verfolgt.

Der geringe Bedarf an aktuell notwendiger Ladeinfrastruktur ist umsetzbar. Ein Ausbau der Ladeinfrastruktur ist in diesem Bereich, wie bereits erwähnt, sehr gut durchführbar. Unter der Berücksichtigung der Netzverträglichkeit wäre auch eine Erweiterung der Ladeinfrastruktur im Bereich des Parkplatzes Rathaus West Maxstraße möglich. Wie bereits in Punkt 5.2.2 aufgeführt wäre der zusätzliche Ausbau der Ladeinfrastruktur an diesem Standort auch für die Öffentlichkeit möglich und entsprechend sinnvoll. Mit dem Ausbau würde die Akzeptanz der Elektromobilität gesteigert.
Eine zentrale Bedeutung der Elektromobilität neben dem privaten Laden ist das Laden am Arbeitsplatz.
Durch die Möglichkeit dem Arbeitnehmer den Zugang zur Ladeinfrastruktur zur Verfügung zu stellen wird die Außendarstellung und Attraktivität als Arbeitgeber gesteigert.
Zur Auslastung der installierten Ladestationen ist es von Vorteil auch in diesem Bereich öffentliche Ladeinfrastruktur aufzubauen.

Rathaus West (Innenhof) / Maxstraße (65 Parkplätze)

Potenzial Insgesamt	2 Elektro Fahrzeuge	
IST	0 Elektro Fahrzeuge	
SOLL	2 Ladepunkte	
IST	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
Zusätzlich	2 Ladepunkte á 11kW	→ 22kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 22kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 33kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 0,43kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 6,8kW

5.2.5 Vogelwoogstraße 50, 67659 Kaiserslautern

Die Errichtung zusätzlicher Ladeinfrastruktur im Bereich der Vogelwoogstraße 50 ist gegenwärtig begrenzt, durch die hohe Netzauslastung in dem Gebiet. Die aktuell in der Umsetzung befindliche Ladeinfrastruktur wird mit einem neuen zusätzlichen Hausanschluss realisiert. Dieser Hausanschluss ist auch nur bedingt nutzbar für weitere Ladeinfrastruktur, durch die Begrenzung der Netzauslastung.

Die momentan in der Umsetzung befindliche Ladeinfrastruktur mit zwei Ladepunkten, jeweils 22 kW Ladeleistung, wird über einen neuen Hausanschluss versorgt. Eine Erweiterung der Netzbelastung ist nach Informationen der Stadtwerke Kaiserslautern nicht möglich. Die Umsetzung bzw. die Realisierung der Ladeinfrastruktur ist in Verbindung mit einem statischen Lastmanagement in Bezug auf die gesamt verfügbare Leistung umzusetzen.

Unter Berücksichtigung der Investitionskosten ist ebenfalls hervorzuheben, dass eine Gesamtleistung des Hausanschlusses nicht größer als 30kW liegen sollte. Dadurch ließen sich die Kosten einer teuren Wandlermessung einsparen.
Die Zusatzinvestitionen für das Lade- / Lastmanagement ist im Verhältnis erheblich kostengünstiger, das lokale Energiemanagement kann bereits für 5.000€ umsetzbar sein. Die Umsetzung eines statischen Lastmanagements ist auch für die Netzauslastung von Vorteil. Bei einer Nichtberücksichtigung des Energiemanagements müsste die Netzinfrastruktur angepasst werden und eine Transformatorstation aufgebaut werden. Die Kosten für einen zusätzlichen Transformator gemäß einer Standortprüfung wurden im Vorfeld auf ungefähr 250.000,00 € geschätzt.
Des Weiteren kann man bei einer möglichen Sanierung der Gebäude, zusätzliche Photovoltaikanlagen berücksichtigen. Diese sollten mit einem Intelligentem System zu einer Lastoptimierten Ladeinfrastruktur ausgebaut werden.

Vogelwoog (Innenhof) / (>17 (Abschätzung) Anzahl der Parkplätze nicht definiert)

Potenzial Insgesamt	10 Elektro Fahrzeuge	
IST	1 Elektro Fahrzeug	
SOLL	2 Ladepunkte	
IST	2 Ladepunkte á 22kW	→44kW
Zusätzlich	10 Ladepunkte á 11kW	→ 110kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 154kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 121kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 1,70kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 37,4kW

5.2.6 Vogelwoogstraße 28, 67659 Kaiserslautern

Die Überschaubare Anzahl der Ladeinfrastruktur für den Standort in der Vogelwoog Straße 28 kann unter den aktuellen Bedingungen der Netzverträglichkeit umgesetzt werden.
Entsprechend der Vorgaben durch den EVU und die TAB sollte die Gesamtleistung der Ladeinfrastruktur auf 30kW reduziert werden um die notwendige Wandlermessung zu vermeiden und die zusätzlichen Kosten zu minimieren.

Alternativ kann man ein zusätzliches Lastabhängiges Lademanagement implementieren um die Anzahl der Ladepunkte zu erhöhen. Im Zusammenspiel mit dem Lastmanagement wird allerdings nicht die Gesamtleistung erhöht. Durch die Steuerung würde entsprechend der Anzahl der Ladepunkte mit der zur Verfügung stehenden Leistung versorgt.
Durch die Standzeiten wird die entsprechende Ladekapazität der Fahrzeuge abgedeckt.

Vogelwoog (Innenhof) / (>3 (Abschätzung) Anzahl der Parkplätze nicht definiert)

Potenzial Insgesamt	1 Elektro Fahrzeug	
IST	1 Elektro Fahrzeug	
SOLL	1 Ladepunkte	
IST	2 Ladepunkte á 22kW	→44kW
Zusätzlich	0 Ladepunkte á 11kW	→ 0kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 44kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 11kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 0,22kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 3,4kW

5.2.7 Stadtbildpflege Kaiserslautern: Daennerstraße 11, 67657 Kaiserslautern

Beim Eigenbetrieb der Stadt Kaiserslautern werden unterschiedlichste Fahrzeuge stationiert. Auch andere Referate nutzen den Betriebshof als Standort für teile Ihres Fuhrparks. Aus der Gesamtsumme sind Fahrzeuge unterschiedlichster Referate zusammengefasst. Bei der Stadtbildpflege ist aktuell die größte Anzahl von Ladepunkten verfügbar und wird auch entsprechend genutzt. Der Vorteil hier liegt auch in der Eigenstromoptimierung. Durch die hohe Anzahl des verfügbaren „grünen“ Stroms von den vorhandenen Photovoltaikanlagen wird die Elektromobilität sehr effizient. Aufgrund der verschiedensten Verbraucher und PV-Anlagen mit unterschiedlichen Inbetriebnahmedaten und Betreibern ist die (Eigen-)Versorgungssituation an diesem Standort sehr komplex.

Entsprechend der hohen Anzahl von den angesiedelten bzw. stationierten Fahrzeugen in der Daennerstraße muss die entsprechende Ladeinfrastruktur und Leistung zur Verfügung gestellt werden. An diesem Standort sind aktuell 38 Ladepunkte installiert. Diese befinden sich überwiegend im nicht öffentlichen sowohl auch im öffentlichen Bereich. Inklusive der bereits verfügbaren Ladepunkte sind am Standort Stadtbildpflege mindestens 18 zusätzliche Ladepunkte notwendig. Entsprechend der aktuellen potenziellen Anschaffung von Elektrofahrzeugen für den Fuhrpark am Standort der Stadtbildpflege, beträgt die maximale erforderliche Ladeleistung 1034 kW, bei der Annahme eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 1, siehe 4.2 Lastmanagement.

Nach Rücksprache mit den Stadtwerken steht in diesem Bereich keine zusätzliche Leistung über den vorhandenen Netzanschluss zur Verfügung. Die aktuelle Netzbelastung ist bereits am Maximum. Bei dem vorhandenen Transformator wurde bereits die Leistung auf die maximale Kapazität erweitert. Im nächsten Schritt müsste mit dem EVU ein Standort für den zusätzlichen Transformator definiert werden. Die Installation eines zusätzlichen Transformators kann ab einer Investition von 250.000 €, laut Netzbetreiber, umsetzbar sein.

Um die gesamte Ladeinfrastruktur in Verbindung mit der Regenerativen Energiegewinnung zu optimieren, wird in diesem Zusammenhang ein entsprechendes Energiekonzept notwendig. Die Umsetzung dieses Konzeptes muss standortbezogen ausgearbeitet werden.

Die Eigenstromoptimierung kann entsprechend mit bestehenden Anlagen kombiniert werden. Durch am Markt erhältliche Energie-Management-Systeme (EnMS) kann die Netzbelastung minimiert und teure Lastspitzen durch sogenanntes Peak Shaving reduziert werden. Durch das Peak Shaving werden zusätzliche Netzbelastungen vermieden.

Wenn man die Anzahl der Fahrzeuge und die entsprechenden Standzeiten berücksichtigt, kann man mit verschiedenen Ansatzpunkten und den veränderlichen Größen die notwendige Leistungskurve anpassen. Die Umstellung würde das vorhandene Potenzial der Energieerzeugungsanlagen nutzen.

Die Netzbezugsleistung kann durch die Nutzung der vorhandenen Erzeugungsanlagen im Bereich der Stadtbildpflege optimiert werden. Aktuell sind sieben Photovoltaikanlagen installiert. Die Gesamtleistung dieser Anlagen beläuft sich auf ungefähr 900kWp.
Die Anlagen sind in zwei Gruppen aufzuteilen, Volleinspeiseanlagen – gefördert durch die EEG Umlage und Eigenverbrauchsanlagen mit Überschusseinspeisung.

Bei den Volleinspeiseanlagen gibt es durch die unterschiedlichen Inbetriebnahme- und Laufzeiten, verschiedene Fristen für die Einspeisevergütung. Ab 2026 werden drei Anlagen aus der EEG Förderung fallen, zwei weitere spätestens 2031. Die zwei bereits zur Eigenversorgung installierten Anlagen sind davon unberührt.

Der Netzbezug kann durch die Umfirmierung der Volleinspeiseanlagen zu Eigenverbrauchsanlagen verringert werden. Für eine nachhaltige Nutzung der erzeugten Energie ist der Einsatz eines Speichersystem zu prüfen. In Zusammenarbeit mit einem dynamischen Lastmanagement kann die notwendige Ladeleistung entsprechend der Netzbelastung optimiert werden. Durch die Implementierung eines Speichers kann unter Berücksichtigung der aktuellen Gegebenheiten möglicherweise ein zusätzlicher Netzausbau wirtschaftlich vermieden werden.

Die Kostengegenüberstellung zwischen einem Netzausbau mit einer zusätzlichen Trafostation im Verhältnis zum Aufbau eines fachgerecht dimensionierten Batteriespeichers (mit der gemischten Versorgung aus den aktuellen Eigenverbrauchsanlagen sowie den Post-EEG-Anlagen) Überschreitet den Rahmen dieses Elektromobilitätskonzeptes. Ein entsprechendes Energiekonzept für diesen Standort mit der Berücksichtigung eines Speichersystem ist allerdings bereits in Umsetzung.

In einer bestehenden Kooperation zwischen der Stadtbildpflege Kaiserslautern, der WVE GmbH Kaiserslautern, der TU Kaiserslautern und der IZES gGmbH wurde ebenso ein Fuhrparkmanagement für den Standort Daennerstraße initiiert, mit welchem bedarfs- und benutzergerecht die Ladeleistung – auch in Abhängigkeit der prognostizierten Solarerträge - gesteuert wird.
Das Buchungssystem kann mittels der Programmierung der festgelegten Variablen die verfügbaren Fahrzeuge auswählen. Bei den Faktoren können z.B. die Fahrstrecke oder die Ausstattung der Fahrzeuge berücksichtigt werden. Durch dieses System kann der komplette Fuhrpark allen Mitarbeitern je nach Bedürfnis zur Verfügung gestellt werden.

Stadtbildpflege Kaiserslautern (Innenhof) / >220 (Abschätzung) (Anzahl der Parkplätze nicht definiert)

Potenzial Insgesamt 55 Elektro Fahrzeuge

IST	13 Elektro Fahrzeuge	
SOLL	55 Ladepunkte	
IST	38 Ladepunkte á 22kW	→ 836kW
Zusätzlich	18 Ladepunkte á 11kW	→ 198kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 1034kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 770kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 21,8kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 187kW

5.2.8 Grünflächenamt / Friedhof: Donnersbergstraße 78, 67657 Kaiserslautern

Der Standort des Grünflächenamtes hat eine spezielle Position in der Betrachtung der Elektromobilität. Auf Grund der Anzahl von Spezialfahrzeugen ist die Umstrukturierung in diesem Bereich differenziert zu betrachten.

Der verfügbare Fuhrpark umfasst neben den normalen Fahrzeugen (PKW / LKW / Transporter) auch Spezialfahrzeuge. Diese werden speziell im kommunalen Bereich eingesetzt. Im Grünflächenamt gibt es aktuell drei „GOUPiL“ Elektro Transporter – Spezial Fahrzeuge. Die notwendige Lademöglichkeit für diese Art der Fahrzeuge werden nicht mitberücksichtigt, da es sich hierbei um keine spezielle Ladeinfrastruktur handelt.
Im Gesamtumfang der Installation einer Ladeinfrastruktur ist es sinnvoll die entsprechende Eigenstromoptimierung zu forcieren. Dies kann auf den Bestandsgebäuden oder mit zusätzlicher Photovoltaik bestückten Carports umgesetzt werden. Die entsprechende Umsetzung sollte das dazugehörige Lade -Lastmanagement berücksichtigen.

Es gibt zwei Varianten für die Versorgung der Ladeinfrastruktur

a) Netzbezugspunkt liegt in der Nähe des Grünflächenamtes, Erhöhung der notwendigen Leistung am Hausanschluss. Bei dieser Umsetzung wäre keine zusätzliche Leistung mehr verfügbar.
   Eine Umsetzung mit Intelligentem Lade- / Lastmanagement ist möglich.

b) zukunftsorientierter wäre ein entsprechender Ausbau des Netzes im Bereich der ehemaligen Gärtnerei, dieses Gebiet soll als zukünftiges Wohngebiet genutzt werden. Entsprechend würde hier mit der Installation einer Trafostation genügend Leistung für zukünftige Projekte hergestellt werden.

Die wirtschaftliche Betrachtung zeigt die Umsetzung der Variante „a“ ist die kostengünstigere Variante. Hierbei würde entsprechend eine Eigenstromoptimierung realisiert ohne zusätzliche Investition beim Netzausbau. Die Investitionskosten für die Eigenstromoptimierung würden sich besser amortisieren als ein notwendiger Netzausbau.

Grünflächenamt / Friedhof (Innenhof) / >45 (Abschätzung) (Anzahl der Parkplätze nicht definiert)

Potenzial Insgesamt	8 Elektro Fahrzeuge	
IST	0 Elektro Fahrzeug	
SOLL	8 Ladepunkte	
IST	0 Ladepunkte á 22kW	→0kW
Zusätzlich	8 Ladepunkte á 11kW	→ 88kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 88kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 62,4kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 1,8kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 27,2kW

5.2.9 Feuerwehr Kaiserslautern: An der Feuerwache 6, 67663 Kaiserslautern

Bei der Datenerfassung wurde uns mitgeteilt, dass aktuell eine Umstellung auf Elektroantrieb der Spezialfahrzeuge nicht möglich ist. In unseren Recherchen haben wir bereits Projekte in der Umsetzung mit Löschfahrzeugen mit Elektroantrieb gefunden, z.B. eLHF der Fa. Rosenbauer. Diese Pilotfahrzeuge werden aktuell allerdings mit einem zusätzlichen Generator zur Stromerzeugung ausgestattet. Im Prinzip handelt es sich also bei diesen Pilotfahrzeugen um Hybridfahrzeuge.

Wenn man diese Spezialfahrzeuge bei der Fuhrparkumstellung berücksichtigt, müssen auch die Rahmenbedingungen wie die Netzbelastung angepasst werden. Je nach Ausstattung und Anzahl der Fahrzeuge vervielfacht sich die notwendige elektrische Leistungsabnahme am Standort. Bei diesen Fahrzeugen muss man auch die Schnellladefunktion berücksichtigen. Die Schnellladestationen würden zur beschleunigten Verfügbarkeit der Fahrzeuge dienen und die Ladezeit bzw. die notwendige Standzeit minimieren. Bei einer Annahme von zwei Fahrzeugen mit den dazugehörigen Schnellladern würde schnell eine Steigerung des Netzanschlusses von weit über 200kW erfolgen müssen. Die Leistungsabnahme würde sich damit mehr als vervierfachen. Diese Leistungssteigerung ist in der aktuellen Netzsituation nicht realisierbar.
Diese Umstellung muss im Detail mit der Feuerwehr und anschließend im Speziellen mit dem Netzversorger geklärt und besprochen werden.
Da eine Umstellung auf marktreife Elektrofahrzeuge im Bereich der Spezialfahrzeuge für Feuerwehren im Moment nur sehr schwer absehbar ist, wurde im Rahmen dieses Konzept – wie bereits zu Beginn der Ausarbeitung ausgeführt - nur der mögliche Ausbau der Ladeinfrastruktur für die derzeit tatsächlich elektrifizierbaren Fahrzeuge untersucht.

Im Juli/2020 gab es bereits eine interne Anfrage der Stadtverwaltung an die Stadtwerke Kaiserslautern bezüglich einer zusätzlichen Netzbelastung. Der gewünschte Ausbau des Netzanschlusses von der Stadtverwaltung um zusätzliche 180kW kann unter Berücksichtigung der momentanen Netzsituation nicht umgesetzt bzw. realisiert werden. Diese Leistungssteigerung würde ungefähr acht Ladepunkten á 22kW entsprechen.

Das Lastprofil der Liegenschaft hat gemäß der Daten aus 2019 einen maximalen Netzbezug von 99kW. Wobei man hier den Worst-Case annehmen muss und den Gleichzeitigkeitsfaktor 1,0 berücksichtigen muss. Das heißt 99 kW zusätzlich der maximalen Leistung der Ladeinfrastruktur 88 kW Ladeleistung, das heißt im Worst-Case könnte der Strombedarf bei 187kW liegen. Bei einem möglichen zeitlichen Versatz zu den bisherigen Lastspitzen ist immer noch mit einer zusätzlichen Netzbelastung von min. 35kW zurechnen. Um die Bereitschaft der Einsatzfahrzeuge zu gewährleisten. Wäre ein Strombedarf von 134kW notwendig.

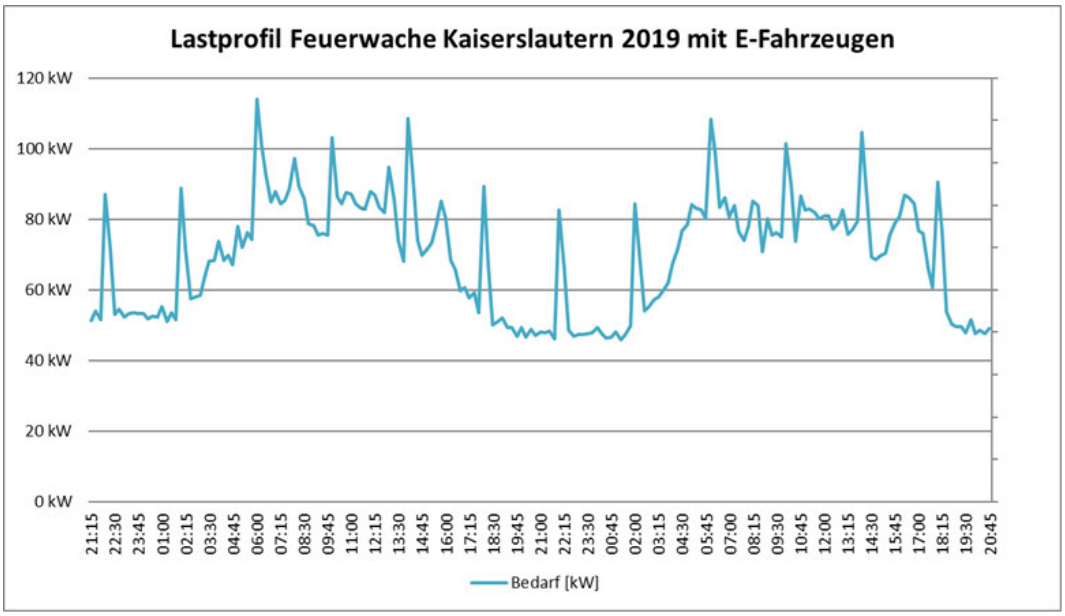


Abbildung 38: Lastprofil Feuerwache Kaiserslautern mit E-Fahrzeuge

In diesem Szenario wurde aufgrund der erfolgten Ist-Analyse eine Leistungszusage des Netzbetreibers von zusätzlichen 35 kW angefragt. Aber auch diese zusätzliche Leistung kann, nach Auskunft des Netzbetreibers, in diesem Netzgebiet nicht sichergestellt werden.

Der komplette Netzbereich ist gemäß den Informationen der Stadtwerke Kaiserslautern ausgelastet.
Zur Umsetzung einer entsprechenden Ladeinfrastruktur wurden von den Stadtwerken verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt. Um die Bedarfe abzudecken wäre eine zusätzliche neue Trassenführung notwendig. Ein zusätzlicher Abgang aus dem Mittelspannungsnetz ist ausführbar. Dementsprechend kann man mit der dazugehörigen Transformatorstation auch den Bereich um die Feuerwache versorgen. Die zusätzlichen Kosten für den Ausbau der Netzinfrastruktur sollte auch aus Gründen der Wirtschaftlichkeit mit möglichen anderen Netzbezugsnehmern besprochen werden. Eine mögliche Kostenteilung wäre möglich.

Die komplette Ladeinfrastruktur muss eine gezielte Lastverteilung ermöglichen, um entsprechend die Netzbelastung zu minimieren. Dieses Lastmanagement kann bzw. sollte in Absprache mit der bestehenden Photovoltaikanlage gesteuert werden. Eine Eigenstromoptimierung ist die optimale Voraussetzung für eine effiziente Elektromobilität. Eine nähere Betrachtung der Eigenstromoptimierung in Kombination mit dem Einsatz eines Batteriespeichers erscheint sinnvoll. Zur Umsetzung eines Lastmanagements für die Feuerwache müssen die verschiedenen Rahmenbedingungen definiert werden. Dazu wurden Fahrzeuge in zwei Kategorien unterteilt.

Die erste Kategorie umfasst die Fahrzeuge die zu Verwaltungs- bzw. Organisationszwecken eingesetzt werden. Die zweite Kategorie beinhaltet die Einsatzfahrzeuge.

Kategorie 1:
2 Fahrzeuge die zu Verwaltungs- und Organisationszwecken eingesetzt werden.
Diese Fahrzeuge können über Nacht geladen werden und laden daher nur mit einer Mindestladeleistung von jeweils 3,6 kW. Als Standzeiten wird der Zeitraum zwischen 16:00 und 7:00 Uhr, sowie zwischen 12:00 und 13:00 Uhr angenommen.

Kategorie 2:
Diese Kategorie umfasst 4 Einsatzfahrzeuge. Die notwendige durchgängige Bereitschaft der Fahrzeuge verlangt eine konstante Verfügbarkeit der Lademöglichkeit von ca. 35 kW Ladeleistung, bei der Annahme von einer Stunde Standzeit pro drei Stunden Betriebszeit.

Durch die Verknüpfung der bestehenden Photovoltaikanlage und einem Batteriespeichersystems kann die Wirtschaftlichkeit und die entsprechende CO^2 Einsparung um ein Vielfaches gesteigert werden.
Durch die geplante Installation einer Ladeinfrastruktur ändert sich das Lastprofil.
Um die vorab beschriebene Leistungsspitze zu eliminieren, bräuchte der Energiespeicher eine entsprechende Entladeleistung von 35 kW. Da die Fahrzeuge in der Regel kurze Strecken zurücklegen ist im Verhältnis zur Ladeleistung nur eine geringe Kapazität des Batteriespeichers ausreichend.
Mit einem 35 kWh Speicher ließ sich in der Simulation das Bezugsprofil auf 83 kW begrenzen. Unter Berücksichtigung eines Batteriespeichers würde man nicht nur den notwendigen Netzausbau vermeiden, man kann zusätzlich die bereits jetzt vorhandenen Lastspitzen von 99kW minimieren. Nach aktuellem Kenntnisstand wäre dies eine Reduzierung von 16kW vom Netzbezug.

Im Vergleich eines zusätzlichen Netzausbau um die Energieversorgung sicherzustellen sind die Investitionen für die Batteriespeichersystem kostengünstiger. Kostenschätzungen für den Netzausbau liegen bei ungefähr 250.000,00 € im Gegensatz zu einem Aufbau eines Batteriesystems mit ungefähr 60.000,00€.
Die folgende Grafik zeigt den unterschiedlichen Verlauf der Lastspitzen in Abhängigkeit des Batteriespeichers. Die Speicherkapazität (grüne Linie) zeigt in Abhängigkeit des Netzbezuges (braune Linie) die Verringerung bzw. Vermeidung der Lastspitzen. Zusätzlich wird die Batterie mit dem erzeugten Strom aus der PV Anlage unterstützt. Daraus resultiert die Kappung des Netzbezuges von maximal knapp über 80 kW was sich in der braunen Kurve gezeigt wird.:

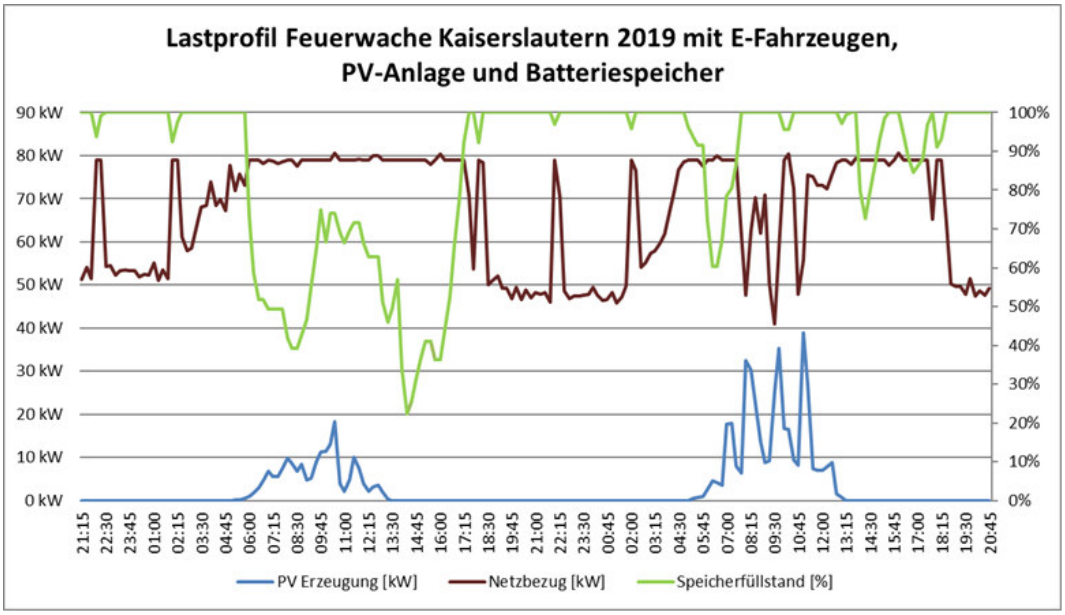


Abbildung 39: Lastprofil Feuerwache mit E-Fahrzeuge, PV und Batteriespeicher

Feuerwehr Kaiserslautern (Innenhof) / >65 (Abschätzung) (Anzahl der Parkplätze nicht definiert)

Potenzial Insgesamt	6 Elektro Fahrzeuge	
IST	2 Elektro Fahrzeuge	
SOLL	6 Ladepunkte	
IST	2 Ladepunkte á 22kW	→ 44kW
Zusätzlich	4 Ladepunkte á 11kW	→ 44kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 88kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 57,8kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 1,3kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 20,4kW

Die dargestellte Ladeinfrastruktur beinhaltet keine Spezialfahrzeuge.

5.2.10 Jugendhaus Augustastraße: Augustastraße 11, 67655 Kaiserslautern

Am Standort des Jugendhauses in der Augustastraße ist aktuell kein Fahrzeug stationiert.
Durch die örtliche Trennung ist ein Poolfahrzeug allerdings eher uninteressant. Als Alternative wäre noch ein Mietwagen / Car Sharing umsetzbar.
Für die möglichen Fahrzeuge kann die entsprechende Ladeinfrastruktur mit den aktuellen Rahmenbedingungen umgesetzt werden. Bei der Realisierung ist entsprechend darauf zu achten

das eine maximale Leistung von kleiner 30kW eingehalten werden soll um eine teure Wandlermessung zu vermeiden. Entsprechend der Vorgaben durch den VNB und die TAB muss bei einer Leistungsabnahme größer 30kW eine Wandlermessung eingesetzt werden. Um diese zusätzlichen Kosten zu minimieren ist die Drosselung bzw. Steuerung der Ladeinfrastruktur notwendig. Alternative zur Drosselung kann die Ladeinfrastruktur durch ein Lastabhängiges Lademanagement gesteuert werden.
Der Ausbau der Ladeinfrastruktur auf zwei Ladepunkte ist in Hinblick auf die aktuelle Situation mehr als ausreichend.
Auch wenn das Stromnetz an diesem Standort eine ausreichend hohe Leistung zur Verfügung stellen kann, ist aus ökologischer Sicht hier die Installation einer Photovoltaikanlage zur Eigenstromversorgung des Jugendhauses und der Ladepunkte evtl. sogar in Kombination mit einem Batteriespeicher zu empfehlen.

Jugendhaus Augustastraße (Innenhof) / >10 (Abschätzung (Anzahl der Parkplätze nicht definiert)

Potenzial Insgesamt	2 Elektro Fahrzeuge	
IST	0 Elektro Fahrzeug	
SOLL	2 Ladepunkte	
IST	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
Zusätzlich	4 Ladepunkte á 11kW	→ 44kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 44kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 9,2kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 0,43kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 6,8kW

5.2.11 Schule am Beilstein: Velmannstraße 13, 67657 Kaiserslautern

Gemäß unserer Ist-Analyse ist an diesem Standort nur ein Fahrzeug angesiedelt. Dieses Fahrzeug wird durch Pro Humanis (mittels Leihvertrag) zur Verfügung gestellt. Zur Erstellung dieses Konzeptes lagen keine Informationen über die Nutzung dieses Fahrzeuges vor. Bei diesem Fahrzeug ist davon auszugehen, dass bei der Umstellung auf elektrischen Antrieb besonders auf Anforderungen hinsichtlich der Barrierefreiheit geachtet werden muss und in wie fern auch Elektrofahrzeuge geliehen werden können. Bei der Annahme, dass dieses Fahrzeug eine hohe Standzeit hat und für kurze bis mittlere Strecken genutzt wird, ist bei der Elektrifizierung dieses Fahrzeuges nur eine minimale Ausstattung der Ladeinfrastruktur notwendig.
Zwar ist im Netzbereich der Beilsteinschule eine Leistungserweiterung möglich, aber für die Versorgung dieses Fahrzeuges – bei den richtigen getroffenen Annahmen – nicht erforderlich.
Die Ausstattung der Ladeinfrastruktur kann entsprechend mit einem System zur Eigenstromoptimierung genutzt werden und die vorhandene Photovoltaikanlage (vorbehaltlich widersprechende vertragliche Regelungen) eventuell zur Versorgung der Ladeinfrastruktur genutzt werden.

Schule am Beilstein (Innenhof) / >4 Abschätzung (Anzahl der Parkplätze nicht definiert)

Potenzial Insgesamt	1 Elektro Fahrzeug	
IST	0 Elektro Fahrzeug	
SOLL	2 Ladepunkte	
IST	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
Zusätzlich	2 Ladepunkte á 11kW	→ 22kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 22kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1		→ 4,6kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit	→ 0,07kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben Gleichzeitigkeitsfaktor =1	→ 6,8kW

5.2.12 Fritz-Walter-Schule: Erfurter Straße 68-70, 67663 Kaiserslautern

Bis 2013 wurde an der Fritz-Walter-Schule ebenfalls ein Fahrzeug genutzt, welches über einen Leihvertrag durch Pro Humanis zur Verfügung gestellt wurde. Aktuell ist entsprechend der bereitgestellten Dokumentation kein Fahrzeug am Standort stationiert.
Durch die dezentrale Lage im westlichen Stadtgebiet und den besonderen Status als Schwerpunktschule ist eine entsprechende Mobilität für den Standort wertvoll und nützlich.

Bei der Annahme eines Fahrzeuges, wie es bereits bis 2013 zur Verfügung gestellt wurde empfehlen wir eine minimale Ausstattung der Ladeinfrastruktur. Diese kann entsprechend bei Bedarf von Referaten genutzt werden.
Im Hinblick auf die Attraktivität als Arbeitgeber besteht je nach Ausstattungsvariante die Möglichkeit eines Fremdladens durch Angestellte. Die Abrechnung kann detailliert ausgeführt werden.

Theoretisch wäre auch eine Konstellation zur Eigen- bzw. Direktversorgung der Ladeinfrastruktur durch die installierte Photovoltaikanlage möglich.
Zusätzlich sollte die Ladeinfrastruktur entsprechend mit einem System zur Eigenstromoptimierung ausgestattet werden. Die vorhandene Photovoltaikanlage würde entsprechend den Vorzug Elektromobilität wiederspiegeln.
Die Versorgung der konzeptionellen Ladeinfrastruktur durch die Stadtwerke Kaiserslautern ist gesichert.

Fritz-Walter-Schule / >3 (Abschätzung) (Anzahl der Parkplätze nicht definiert)

Potenzial Insgesamt	1 Elektro Fahrzeug	
IST	0 Elektro Fahrzeug	
SOLL	2 Ladepunkte	
IST	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW
Zusätzlich	2 Ladepunkte á 11kW	→ 22kW
	0 Ladepunkte á 22kW	→ 0kW

max. Gesamtleistung LIS mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1 → 22kW
max. Gesamtleistung Elektrofahrzeuge
mit Gleichzeitigkeitsfaktor =1 → 4,6kW

Intelligentes Laden:
Mindestladeleistung

unter Berücksichtigung der Ladezeit → 0,06kW
unter Berücksichtigung der techn. Vorgaben
Gleichzeitigkeitsfaktor =1 → 3,4kW

6 Abrechnung und Monitoring

6.1 Grundlagen

Die Freischaltung der Ladevorgänge an der internen Ladinfrastruktur der Stadtverwaltung Kaiserslautern sowie an externer Ladeinfrastruktur soll möglichst mit einem Authentifizierungsverfahren erfolgen. Eine Abrechnung der intern und extern getätigten Ladevorgänge soll hierbei den einzelnen Referaten, spezifisch zugeordnet werden. Bei der Auswahl der Ladeinfrastruktur muss dementsprechend darauf geachtet werden, dass diese mit dem gewählten Abrechnungssystem kompatibel ist.
Da für die Abrechnung der Ladevorgänge an der bestehenden Ladeinfrastruktur aktuell bereits die Ladekarte der Stadtwerke Kaiserslautern (SWK) genutzt wird, ist im Folgenden die allgemeine Funktionsweise aufgeführt.

Abbildung 40: Ladekarte

6.2 Voraussetzung für ein referatsspezifisches Abrechnungssystem

Ab dem Zeitpunkt, ab dem E-Fahrzeug an der Ladstation angeschlossen ist und der Ladevorgang startet, beginnt ebenso der Datenaustausch zwischen dem Ladepunkt und dem sogenannten Backend-System. Dieses System ermöglicht die Übermittlung von Benutzer- und Abrechnungsdaten für den Ladestrom sowie Beginn und Ende des Ladevorgangs und die dabei verbrauchte Energiemenge. Die Information über die Belegung der Ladepunkte, oder eventuelle Störungen können ebenfalls über das System erfasst werden.
Neben der Datenerfassung, besteht auch die Möglichkeit, die Konfiguration der Ladestation anzupassen, oder Softwareupdates zu übertragen.

Die Kommunikation erfolgt über das sogenannte Open Charge Point Protocol (OCPP), welches ein herstellerneutrales, lizenzfreies und als weltweiter Standard etabliertes Kommunikationsprotokoll, ist. Die über das Protokoll ausgetauschten Daten sind verschlüsselt, sodass die Informationen über die Ladevorgänge bestmöglich geschützt sind. Alle Ladestationen, die dieses Protokoll unterstützen können auch vollumfänglich mit allen OCCP fähigen Backend-Systemen kommunizieren.

Die Freigabe eines Ladevorgangs an der Ladesäule und auch die eindeutige Zuordnung eines Verbrauchers kann über eine RFID-Karte, oder auch eine App dargestellt werden. Auf der RFID-Karte können unterschiedliche Informationen über den Verbraucher gespeichert werden. Wird keine Abrechnung oder eine Zuordnung des Verbrauchs benötigt, können auch Ladesäulen ohne

Authentifizierung, oder beispielsweise mit einem Schlüsselschalter verbaut werden. Der Ladevorgang startet hierbei beim Einstecken des Ladekabels, bzw. durch die Freigabe via Schlüsselschalter.

Eine Freigabe bzw. ein Laden der Fahrzeuge außerhalb der eigenen Ladeinfrastruktur, beispielsweise während einer Dienstreise, kann durch das sogenannte Roaming ermöglicht werden. Die RFID-Karte wird hierbei für die Freigabe des Ladevorgangs an Ladestationen verschiedenster Betreiber genutzt, ohne dass mit jedem Einzelnen ein entsprechender Vertrag abgeschlossen werden muss. Die Kosten sind vom jeweiligen E-Mobility Provider abhängig, der auch die Abrechnung der internen Ladevorgänge bereitstellt.

Die SWK Ladekarte kann so programmiert werden, dass sie sowohl für die interne Authentifizierung der Ladevorgänge bei der Stadtverwaltung, als auch zum Laden der E-Fahrzeuge im öffentlichen Raum genutzt werden kann (Roaming). Die einzelnen Karten können hierbei bestimmten Fahrzeugen und somit den einzelnen Referaten zugeordnet werden.
Beispielsweise bei Dienstfahrten können die Elektroautos dann mit der Karte an über 5.000 Ladepunkten geladen werden.
Durch das LTE-Modem (inkl. Sim-Karte) können die Daten ohne Netzwerkanbindung an das Gebäude zum Backendbetreiber übermittelt werden. Die Zuordnung läuft über die RFID.
Somit ist es möglich, alle Ladevorgänge genau zuzuordnen und eine spezifische Rechnung zu stellen.
Die Tarife der internen und externen Ladevorgänge müssen hierbei mit der SWK abgestimmt werden. Die beiden Vorgänge sind im Folgenden noch einmal kurz beschrieben und in einer vereinfachten Grafik dargestellt.

6.2.1 Lade- und Abrechnungsvorgang interne Ladeinfrastruktur

Wie vorab beschrieben und in Abbildung 41 dargestellt, erfolgt bei einem Ladevorgang an den internen Lesesäulen der Stadt Kaiserslautern die Autorisierung des Ladevorgangs durch die SWK-Karte. Diese ist dem jeweiligen Fahrzeug oder Referat zugeordnet und im Backend hinterlegt, sodass der Ladevorgang starten kann. Die SWK bekommt hierbei alle Informationen über den Ladevorgang und kann dementsprechend die Daten der Ladevorgänge und die Rechnung für den geladenen Strom bereitstellen. Wie bereits erläutert, kann dann mit Hilfe der fahrzeugspezifischen Ladedaten, die referatsspezifische Rechnung zusammengestellt werden.

Abbildung 41: Ladevorgang an interner Ladeinfrastruktur

6.2.2 Lade- und Abrechnungsvorgang an externen Ladesäulen (Roaming)

Bei einem Ladevorgang an einer Ladesäule, die von einem anderen Unternehmen betrieben wird, erfolgt die Autorisierung ebenfalls über die SWK-Karte. Dieser Vorgang ist in Abbildung 42 vereinfacht dargestellt. Die SWK arbeitet hierbei mit ladenetz.de als Partner zusammen. Das ermöglicht es an allen Ladesäulen des ladenetz.de Verbundes zu laden. Die entsprechenden Ladestationen können auf der ladenetz.de Homepage oder per App vom Nutzer gefunden werden, hier ist auch der aktuelle Zustand (frei, belegt etc.) ersichtlich. Der Ladevorgang an allen Ladepunkten erfolgt zu einem einheitlichen Tarif, der unabhängig vom jeweiligen Betreiber ist. Unterschieden wird dabei zwischen AC- und DC-Laden.
Dadurch, dass auch hierbei alle fahrzeugspezifischen Ladevorgänge mit der entsprechenden Rechnung von der SWK bereitgestellt werden, kann ebenfalls eine referatsspezifische Abrechnung erfolgen.

Abbildung 42: Ladevorgang an externer Ladeinfrastruktur

7 Beschaffungsvarianten

Eine Elektrifizierung der Fahrzeugflotte muss sinnvollerweise sukzessive in Abstimmung mit den Bedarfen der einzelnen Referate erfolgen. Hierbei wurden die nachfolgenden Kriterien für die Erstellung einer Handlungsoption herangezogen:

Wirtschaftlichkeit: Bestehend aus einem Vollkostenvergleich der Betriebs- und Instandhaltungskosten sowie dem berücksichtigten Einsatz von möglichen Umweltboni.

Verfügbarkeit: Die Fahrzeuge müssen verfügbar sein. Im Fall eines Schadens muss zeitnah ein Ersatzfahrzeug zur Verfügung gestellt werden. Die Ausfallzeiten sollten so gering als möglich gehalten werden. Alternativ kann zwischen den Referaten Carsharing betrieben werden.

Zukunftsorientiert: Die Aufgabengebiete der einzelnen Referate sind ständig im Wandel. Genauso flexibel sollte der Fuhrpark aufgestellt sein. Eine Nachjustierung der Fahrzeugflotte aufgrund von Mehr- oder Minderbedarfen sollte gewährleistet werden.

7.1 Variante 1: Kaufen

Die Entwicklung von alternativen Antriebstechnologien steht aktuell am Anfang. Neben der Weiterentwicklung von ressourcenschonenden hocheffizienten Akkumulatoren wird ebenfalls die Brennstoffzelle sowie der Wasserstoffantrieb in den nächsten Jahren erhebliche Fortschritte erzielen. Aufgrund dieser rasanten Entwicklung ist der Wertverfall eines aktuellen Elektrofahrzeuges vergleichsweise hoch.
Der Wertverfall spiegelt sich jedoch nicht am Fahrzeug selbst sondern hauptsächlich bei der Batterie wider. Diese altert unabhängig von der natürlichen Degradation je nach Fahrprofil und Nutzung sehr unterschiedlich. Mögliche Reichweitenverluste von bis zu fünf Prozent nach drei Jahren und 45.000 km Laufleistung erschweren die Restwertbestimmung erheblich (vgl. Whitepaper Battery Health Report von Twaice, Autovista Group und TÜV Rheinland). Zusätzlich drücken die Förderungen für den Kauf neuer Elektrofahrzeuge den Wiederverkaufswert für gebrauchte Fahrzeuge weiter nach unten und die erhöhte Nachfrage sorgt für Skaleneffekte bei der Produktion. Hinzu kommen die Unsicherheiten bei der Entsorgung der Batterien.

Empfehlung: Aus den genannten Gründen sollte im Bereich der Fahrzeuge, die nur zu Personenbeförderung genutzt werden, der Fokus auf einer flexiblen Beschaffungsvariante liegen. Bei Nutzfahrzeugen ist eine individuelle Beschaffungsanalyse vonnöten.

7.2 Variante 2: Leasing

Um flexibel auf die tatsächlichen Bedarfe eingehen zu können, bedienen sich die einzelnen Referate bereits unterschiedlichen Beschaffungsvarianten.

Die finanzielle Belastung ist bei einem Leasingmodell kalkulierbar. Ein Vollwartungsvertrag inkl. Servicecheck der Akkumulatoren ist hierbei inbegriffen. Die laufenden Betriebskosten erfolgen aus

der Laufleistung. Diese wird beim Abschluss des Leasingvertrages festgelegt und ist in Verbindung mit mehreren Poolfahrzeugen gut einzuhalten.

Die Verfügbarkeit ist als sehr gut zu bewerten. Sollte es zum Ausfall kommen, wird zeitnah ein Ersatzfahrzeug vom Leasingpartner bereitgestellt.

Nach der Leasingdauer kann der Bedarf flexibel angepasst werden und in den Bereichen Fahrzeugklasse, benötigte Laufleistung sowie Ausstattung reagiert werden.

7.3 Variante 3: Zentrales Fuhrparkmanagement – Internes Carsharing

Bisher erfolgt die Beschaffung der Sonder- und Nutzfahrzeuge für jedes Referat separat. Das soll hinsichtlich der spezifischen Anforderungen auch so bleiben.

Wie aus den Ersatzvariante zu entnehmen, wurden insgesamt 72 PKW ohne besondere Anforderungen an Sonderausstattung etc. identifiziert. Es macht Sinn eine zentrale Organisation anzustreben, die sich um die nachfolgenden Themen kümmert:

- Fördermittelanträge
- Beschaffung und Ausschreibung
- Carsharing und Buchungssysteme

Durch die Zentralisierung ist eine übergeordnete Verwaltung der Mobilität möglich. Neben der Fördermittelnutzung können auch Ausschreibungskriterien zentral verglichen und ebenfalls sukzessive an den tatsächlichen Bedarf des Fuhrparks angepasst werden.

Hinweis: Es gibt sowohl auf Bundes- sowie auf Landes- und Kreisebene verschiedene Fördertöpfe zur Elektrifizierung von kommunalen Liegenschaften. Diese Fördertöpfe werden sukzessive in vergleichsweisen kurzen Zeiträumen angepasst. Eine individuelle Betrachtung zur aktuellen Fördersituation ist daher unumgänglich. Neben der Unterstützung bei Kauf- sowie Leasingsonderzahlungen kann auch die Herstellung der Ladeinfrastruktur sowie die Digitalisierung eines zentralen Fuhrparkmanagements unterstützt werden.

Als neutrale Fördermittelberater kann auf die Energieagentur RLP zurückgegriffen werden. Diese haben entsprechenden Zugriff auf die aktuellen Förderdatenbanken und helfen bei der Auswahl sinnvoller Fördermittel.

Die Kostenberechnung eines Elektrofahrzeuges im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor ist nachfolgend noch einmal exemplarisch für einen Opel Corsa dargestellt.

7.3.1 Kostenvergleich inkl. Fördermittelberücksichtigung

Die Berechnung der Kosten erfolgt beispielhaft für einen Opel Corsa-e und einen Opel Corsa Edition als Referenzfahrzeug und soll eine ungefähre Richtung der jährlichen Kosten aufzeigen, wenn eine Förderung vorhanden ist. Als Grundlage für die Fördermittelberücksichtigung, werden die Daten der Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI mit einbezogen. Aktuelle werden für die Stadt Kaiserslautern bereits Elektrofahrzeuge mit einer Förderquote von 90%, über diesen Förderaufruf

bezogen. Die 90% Förderung bezieht sich hierbei auf den Differenzbetrag Elektrofahrzeug zu einem Referenzfahrzeug mit konventionellem Verbrennungsmotor.
Die jährlichen Kosten für beide Modelle werden in Abhängigkeit von den Tageskilometern in Tabelle 16 angegeben.

Folgende Annahmen werden in der Rechnung berücksichtigt:

Abschreibungsdauer: 6 Jahre
Arbeitstage pro Jahr: 255
Investitionskosten: Corsa Edition 17.530€
Corsa-e 30.650€ - 11.808€ (Förderung) → 18.842€
Energiekosten: Verbrauch x Benzinkosten
Corsa Edition (4,4l/100km x 1,3€/l) /100 = 0,057€/km
Corsa-e (16,8kWh/100km x 0,3€/kWh) /100 = 0,05€/km
Unterhaltungskosten (Versicherung, Wartung, Steuern)
Corsa Edition ca. 600€ pro Jahr
Corsa-e ca. 450€ pro Jahr
Jährliche Kosten: km/Jahr x Energiekosten + Unterhaltungskosten + Abschreibungskosten

km / Tag	km / Jahr (255 AT)	**Corsa Edition** (jährliche Kosten)	**Corsa-e** (jährliche Kosten)	Differenz (Ersparnis Corsa-e)
10	2550	3.367,53 €	3.418,85 €	- 51,33 €
20	5100	3.513,39 €	3.547,37 €	- 33,99 €
30	7650	3.659,25 €	3.675,89 €	- 16,65 €
40	10200	3.805,11 €	3.804,41 €	**0,69 €**
50	12750	3.950,97 €	3.932,93 €	**18,03 €**
60	15300	4.096,83 €	4.061,45 €	**35,37 €**
70	17850	4.242,69 €	4.189,97 €	**52,71 €**
80	20400	4.388,55 €	4.318,49 €	**70,05 €**
90	22950	4.534,41 €	4.447,01 €	**87,39 €**
100	25500	4.680,27 €	4.575,53 €	**104,73 €**
110	28050	4.826,13 €	4.704,05 €	**122,07 €**

Tabelle 16: Kostenvergleich Corsa Edition / Corsa-e

Es Zeigt sich, dass aufgrund der geringeren Energie- und Unterhaltungskosten, der Corsa-e inkl. Förderung bereits ab 40km pro Tag geringere Kosten pro Jahr verursacht, als ein Corsa mit Verbrennungsmotor.
Die Wirtschaftlichkeit eines Elektrofahrzeuges kann beispielsweise durch selbst erzeugten Strom aus eine PV-Anlage noch einmal gesteigert werden, da der Strom günstiger ist als die aus dem Netz bezogene Energie. Zusätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Strompreise zukünftig weiter steigen.
Eine Benzinpreissteigerung, von der man im gerade im Zusammenhang mit steigenden CO2-Preisen ausgehen muss ist nicht berücksichtigt. Auch dieser Faktor wirkt sich auf längere Zeit positiv auf Wirtschaftlichkeitsberechnung eines Elektrofahrzeuges aus.

7.4 Kostenvergleich Beschaffungsvarianten

Wie zuvor bereits beschreiben, haben die verschiedenen Beschaffungsvarianten Vor- und Nachteile. Eine beispielhafte Aufstellung der Kosten für das Modell ID4 von Volkswagen zeigt, wie unterschiedlich die Kosten für eine Nutzung von 36 Monaten sind.
Die nachfolgende Kostenübersicht beinhaltet die Kosten für folgende Beschaffungsszenarien.

- Kauf
- Kauf inkl. Förderung (vgl. Kap. 7.3.1)
- Leasing (Sonder-Konditionen: GStB Gemeinde- und Städtebund Rheinland-Pfalz)
- Carsharing

Folgende Annahmen werden in der Rechnung berücksichtigt:

Haltedauer: min. 36 Monate
Fahrleistung: 15.000 km/Jahr
Konditionen: GStB Gemeinde- und Städtebund Rheinland-Pfalz
Annahme Wertverlust: 45% bei 36 Monaten
Wartungskosten: Kauf: ca. 250€ pro Jahr
Leasing: 144€ pro Jahr

	Kauf	**Kauf inkl. Förderung (Förderquote 90%)**	**Leasing**	**Carsharing**
VW ID.4		39.512,61 €		
		11.700 €		
	39.512,61 €	**27.812,61 €**	**39.512,61 €**	**/**
Haltedauer (Monate)	>36	>36	36	36
Fahrleistung (Jahr)	15.000km	15.000km	15.000km	15.000km
Rate	/	/	365,00 €	700,00 €
Gesamtkosten	39.512,61 €	27.812,61 €	13.140,00 €	25.200,00 €
Restwert nach 36 Monaten (Annahme Wertverlust 45%)	21.731,94 €	21.731,94 €	/	/
Servicekosten 36 Monate	750,00 €	750,00 €	432,00 €	/
	39.512,61€	27.812,61€		
	- 21.731,94€	- 21.731,94€		
Kosten für 36 Monate	**18.530,67 €**	**6.830,67 €**	**13.572,00 €**	**25.200,00 €**

Tabelle 17: Kostenvergleich Beschaffungsvarianten

Die Kostenzusammenstellung zeigt, dass der Kauf eines Fahrzeuges, gerade in Verbindung mit Förderprogrammen bei einer längeren Nutzungsdauer Kostenvorteile haben kann. Bei einer Förderquote von 90%, ist die Beschaffungsvariante „Kauf inkl. Förderung“, mit 6.830,67€ die günstigste.
Das Fahrzeugleasing hat den bereits beschriebenen Vorteil der Flexibilität, zusätzlich sind die Kosten hierfür sehr genau planbar, da diese mit dem Leasinggeber fest vereinbart sind. Die Servicekosten sind beispielsweise auch über eine monatliche Pauschale abdeckbar. Auch die Entwicklung des Wertverlusts ist beim Leasing nicht relevant.

Die Kosten für das Carsharing sind gesamthaft über eine monatliche Rate abgedeckt und somit auch genau planbar. Bei einer Rate von 700€ pro Monat, zeigt sich, dass die Beschaffungsvariante „Carsharing“ als Ersatz für ein Fahrzeug nicht wirtschaftlich darstellbar ist. Sobald man jedoch zwei Fahrzeuge durch ein Poolfahrzeug über Carsharing ersetzt, kann auch diese Beschaffungsvariante wirtschaftliche Vorteile haben.

8 Ausschreibungskriterien

Die Ausschreibung muss nach dem aktuellen Vergaberecht definiert und durchgeführt werden. Neben den allgemeinen Ausschreibungskriterien kann es sinnvoll sein, Umweltkriterien in einer Ausschreibung zu berücksichtigen.

Wir empfehlen hierzu den Leitfaden zur umweltfreundlichen Beschaffung von kommunalen Fahrzeugen, welchen das Umwelt Bundesamt sukzessive aktualisiert. Hierin wird auch die monetäre Berücksichtigung von Umweltkriterien klar definiert. Im Anschluss werden die wichtigsten Kriterien zusammengefasst.

8.1 Grundlagen

Das Vergaberecht regelt lediglich wie die öffentliche Beschaffung ausgeführt werden muss. Es erlaubt den Verantwortlichen detailliert festzulegen was sie beschaffen wollen und wie die Güter zu beschaffen sein sollen.
So können in der Definition des Auftragsgegenstands Hinweise auf Umweltkriterien erfolgen und zudem einzelne Umweltanforderungen bei den technischen Spezifikationen und/oder bei den Zuschlagskriterien festlegt werden. Dabei ist einzig zu beachten, dass die Definition des Auftragsgegenstands nicht diskriminierend ist, d. h. nicht gegen die Grundsätze des Vergaberechts verstößt. Dementsprechend kann man grundsätzlich bei der Ausschreibung von Fahrzeugen den Elektroantrieb aus Voraussetzung definieren. Da bei der Beschaffung von Neufahrzeugen auf Basis dieses Konzeptes spezifische Elektrofahrzeuge relevant sind, empfiehlt es sich, den Elektroantrieb und die damit verbundenen weiteren Kriterien direkt in der Leistungsbeschreibung vorzugeben.

8.2 Allgemeine Ausschreibungskriterien

Neben den Standardkriterien, wie beispielsweise Größe, Verfügbarkeit, Garantie, oder auch Sonderfunktionen, die bei einer Ausschreibung angegeben werden, werden im Leitfaden zur umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung: Kommunalfahrzeuge beispielsweise folgende Kriterien für die Ausschreibung herangezogen:

- Umweltabzeichen z.B. Blauer Engel (übergeordnet)
- Geräuschemissionen z.B. Schalleistungspegel, Betriebsgeräusche
- Schadstoffemissionen
- Lackierung und Beschichtung

Jedoch bezieht sich besagter Leitfaden primär auf Antriebssysteme mit fossilen Kraftstoffen und spielt daher im Hinblick auf die allgemeinen Ausschreibungskriterien wie Geräusch- und Schadstoffemissionen nur eine untergeordnete Rolle. Bei der Ausschreibung von Elektrofahrzeugen und der für den Ladevorgang benötigten Ladeinfrastruktur sollten allerdings verschiedene Kriterien berücksichtigt werden. Diese werden im Folgenden erläutert.

8.2.1 Ladevorgang

Der Ladevorgang ist von zwei wesentlichen Faktoren abhängig: der Spezifikation des Fahrzeugs und dem Ladeverfahren an Wechsel- (AC) oder Gleichspannung (DC). Die vom Fahrzeug abhängigen Faktoren sind die Art des Anschlusses für den Ladevorgang und die maximale Ladeleistung.

Trotz einer Vielzahl von Steckervarianten hat sich in Europa für den Anschluss des Elektrofahrzeuges an einer Ladesäule mit Wechselspannung (AC) der Typ 2-Stecker (Abbildung 43) als Standard durchgesetzt. Dieser Standard ist in Deutschland zusätzlich durch die Ladesäulenverordnung (LSV), verpflichtend vorgegeben. Er ermöglicht Ladeleistungen bis zu 43 kW.

Abbildung 43: Typ 2 Stecker, Quelle: Mennekes

Der Anschluss für diesen Stecker sollte in der Ausschreibung eines Elektrofahrzeuges zwingend vorgegeben sein, da auch die interne Ladeinfrastruktur bei der Stadtverwaltung mit dieser Art von Anschluss ausgestattet ist.
Für das Laden an einer Schnellladesäule (DC) hat sich das Combined Charging System (CCS), auch Combo 2 genannt, durchgesetzt. Ladevorgänge mit dem in Abbildung 44 dargestellten Stecker ermöglicht Ladeleistungen von bis zu 350 kW. Bei diesem Anschluss kann sowohl über Gleich-, als auch über Wechselstrom geladen werden.

Abbildung 44: CCS-Stecker, Quelle: Phoenix Contact

Der Anschluss für diesen Stecker ist in den meisten Fahrzeugen erhältlich, jedoch häufig nur als Sonderausstattung gegen einen entsprechenden Aufpreis. Soll ein Elektrofahrzeug auch an Schnelladesäulen geladen werden können, so muss der CCS-Stecker in der Ausschreibung als Kriterium angegeben werden.

Die Ladeleistung eines Fahrzeuges hat einen entscheidenden Einfluss auf die Ladedauer. Sie gibt an wie viel Leistung ein Fahrzeug aufnehmen kann und hängt von dem intern verbauten Ladegerät

(On-Board Charger) ab. Prinzipiell bestimmt immer die Komponente mit der schwächsten Leistung mit welcher Geschwindigkeit geladen werden kann. Ein Fahrzeug, das beispielsweise eine maximale Ladeleistung von 4,6 kW hat, kann auch an einer Ladestation mit 22 kW nur mit 4,6 kW laden. Umgekehrt kann das Fahrzeug an einer Ladestation, die weniger als 4,6 kW bereitstellt, nur mit der maximalen von der Ladestation zur Verfügung gestellten Leistung laden.
Je nach Nutzung und dem damit verbundenen Ladeprofil sollte daher bei einer Ausschreibung auch die Ladeleistung des Fahrzeuges berücksichtigt werden.
Ein Renault ZOE mit einer max. Ladeleistung von 22 kW und einer Batteriekapazität von 45kWh benötigt für die Ladung an einem 22 kW Ladepunkt, beispielsweise ca. 2h für eine volle Ladung.

Ladezeit [h]=Batteriekapazität [kWh]/Ladeleistung[kW]

8.2.2 Reichweite

Die Reichweite von Elektrofahrzeugen kann ein entscheidendes Kaufkriterium sein, da es hier aktuell noch große Unterschiede zwischen den verschiedenen Modellen und Herstellern gibt.
Auch die Reichweite ist von mehreren Faktoren abhängig. Beispielsweise ist die Batteriekapazität ist ein essentieller Faktor. Jedoch lässt sich nicht pauschal sagen, dass eine größere Batterie auch immer mehr Reichweite bedeutet. Wie bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor haben auch Elektrofahrzeuge unterschiedliche Verbräuche und somit bei gleicher Batteriekapazität ggf. unterschiedliche Reichweiten. Von den Herstellern wird die Reichweite gemäß der „Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure“ (WLTP) angegeben, die eine realitätsnähere Aussage als nach dem ursprünglichen Verfahren „Neuen Europäischen Fahrzyklus“ (NEFZ) zulässt. Die Fahrzyklen bei dem WLTP-Verfahren bilden unterschiedliche Fahrsituationen von beispielsweise dem Stadtverkehr bis hin zur Autobahn ab. Bei einer Ausschreibung können die Reichweiten somit nach dem WLTP verglichen werden.
Beachtet werden sollte hierbei allerdings, dass diese Werte unter Laborbedingungen eingefahren werden und beispielsweise bei niedrigen Temperaturen stark variieren können. Dadurch, dass chemische Reaktionen bei kälteren Temperaturen langsamer ablaufen, hat der Akku im Winter einen höheren Stromverbrauch für die gleiche Motorleistung. Zusätzlich steigt der Energiebedarf durch die Beheizung des Fahrzeuginnenraums. Verschiedenen Modelle, wie beispielsweise der E-Golf von VW, sind daher bereits mit einer Wärmepumpe erhältlich, welche den Stromverbrauch reduziert. Hierbei wird die durch den Akku abgegebene Wärme, zur Heizung des Innenraums verwendet.
Laut Studien des ADAC kann die Reichweite von Elektroautos im Winter um 10 bis 30% sinken, im Extremfall sogar mehr. Die hohen Verluste treten hierbei hauptsächlich bei niedrigeren Geschwindigkeiten, bis 50km/h und bei Kurzstrecken auf, was gerade für die Fahrzeuge im städtischen Verkehrsbereich relevant ist.
Ein Renault ZOE, wie er bereits bei Ref. 65 im Einsatz ist, hat laut einem Test der Norwegian Automobile Federation (NAF) zum Beispiel bei kalten Temperaturen eine reale Reichweite von 316km und laut WLTP eine Reichweite von 380km.
Da die Fahrzeuge der Stadtverwaltung ganzjährig bewegt werden, hat dieser Faktor Einfluss auf die Fahrzeugauswahl.

Sollte sich die benötigte Reichweite bei einem Fahrzeug im Grenzbereich der Herstellerangabe bewegen, so ist es ggf. empfehlenswert sich für ein Fahrzeug mit höherer Reichweitenangabe zu entscheiden. Dies sollte bereits über die Angaben in einer Ausschreibung berücksichtigt werden.
Die ungefähre Reichweite eines Fahrzeuges lässt sich mit der Batteriekapazität und dem Energieverbrauch auf 100km berechnen. Bei einem E-Golf von VW, wie er auch bereits eingesetzt wird, mit einem Energieverbrauch von 13,2 kWh/100km und einer Batteriekapazität von 35 kWh, beträgt die Reichweite ca. 265km.

Reichweite [km]=Batteriekapazität [kWh]/Energieverbrauch [kWh/100km] x100

8.3 Definition Umweltkriterien

8.3.1 Eigenschaften des Auftraggebers

Um eine Vergleichbarkeit unter den Anbietern herstellen zu können, empfehlen wir den Nachweis für das Vorhandensein eines Umweltmanagementsystems (UMS). Nachweis für die Erfüllung der Anforderungen können u.a. Umweltmanagementsysteme wie EMAS oder ISO 140001 sein, aber auch vergleichbare Formen des Nachweises solcher Managementmaßnahmen müssen akzeptiert werden.

8.3.2 Berücksichtigung von Umweltkriterien

Werden Umweltkriterien als Zuschlagskriterium verwendet, müssen diese, um die für die Vergabe geforderte Transparenz zu gewährleisten,

- mit dem Auftragsgegenstand in Verbindung stehen,
- objektiv quantifizierbar sein,
- in Relation zu den anderen Zuschlagskriterien gewichtet werden
- und in den Ausschreibungsunterlagen klar definiert sein.

8.3.3 Bieterprinzip:

Das Billigstbieterprinzip bietet sich für die Bewertung von Ausschreibungen an. Zur Bewertung wird die Lebenszyklusbetrachtung empfohlen. Diese beinhaltet neben den angebotenen Beschaffungskosten auch den Umweltaspekt der eingesetzten Betriebsmittel.

Die Berücksichtigung des Umweltaspektes findet über die rechnerische Einsparung der Treibhausgaseinsparung statt. Die Berücksichtigung im Bereich der Lebenszyklusberechnung wird an den festgelegten CO_2 - Preis der Bundesregierung gekoppelt und entsprechend berücksichtigt. Ein Berechnungsbeispiel erfolgt in Kapitel 9 Berechnung Treibhausgaseinsparung.

8.4 Bewertungsempfehlung:

Die Bewertung erfolgt durch die Beschaffungsverantwortlichen. Diese berücksichtigen die Qualität derjenigen Angebote, die die technischen Spezifikationen erfüllen, um das geeignetste Angebot auszuwählen. Das Angebot mit dem niedrigsten Preis bzw. das wirtschaftlich günstigste Angebot erhält den Zuschlag.
Um die Bewertung der technischen Spezifikationen zwischen einzelnen Fahrzeugmodellen zu visualisieren bzw. besser vergleichbar zu machen, ist eine Punktesystem wie im Folgenden erläutert hilfreich.

8.4.1 Bewertungstool (Punktesystem)

Um die angebotenen Fahrzeugmodelle untereinander zu vergleichen und auf dieser Basis eine Entscheidung zu treffen, kann ein Punktesystem zur Hilfe genommen werden.
Kriterien wie Fahrzeugkategorien oder bestimmte Ausstattungen, die bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor identisch sind und in einer Ausschreibung bereits angegeben werden können sind hierbei nicht ausschlaggeben.
Elektrofahrzeuge unterscheiden sich aktuell hauptsächlich in den Kriterien Batteriekapazität, Reichweite, Verbrauch und Ladeleistung, welche in Kapitel 8.2 beschrieben sind und in Wechselwirkung stehen. Diese Eigenschaften können wie Abbildung 45 dargestellt, verglichen werden.
Je nach Präferenz kann hierbei durch das Anpassen der Wertungspunkte, die Gewichtung der einzelnen Kriterien angepasst werden.
Im dargestellten Vergleich zwischen dem Renault ZOE, Opel Corsa-E und VW e-UP bekommt der Renault die meisten Punkte. Im Einzelfall könnte jetzt entschieden werden, ob die höhere Ladeleistung des ZOE im Gegensatz zum Corsa-E entscheidend für die Fahrzeugauswahl ist. Sollte die relevante Ladeinfrastruktur beispielsweise nur 11kW bereitstellen, könnte dieser Unterscheid vernachlässigt werden.

	Modell	**Renault ZOE Z.E.50**	**Opel Corsa-E**	**VW e-up**
Batteriekapazität	**Wertung**			
<40kWh	*			*
40 - 60kWh	**	**	**	
>60kWh	***			
Reichweite				
<300km	*			*
300 - 400km	**	**	**	
>400km	***			
Verauch				
10 - 15kW/100km	***			***
15 - 20kW/100km	**	**	**	
>20kW/100km	*			
Ladeleistung (AC)				
<12kW	*		*	*
12 - 22kW	**	**		
>22kW	***			
	Ergebnis	********	*******	******

Abbildung 45: Punktesystem

9 Berechnung Treibhausgaseinsparung

Laut Masterplan 100 % Klimaschutz der Stadt Kaiserslautern verursacht der Mobilitätssektor in Kaiserslautern etwa 16 % der Treibhausgasemissionen (vgl. Masterplan, S. 112). Das ist eine jährliche Emission von insgesamt 173.375 t Treibhausgas. Diese Emission ergibt sich aus allen Verkehrsteilnehmern, die sich innerhalb der Gemarkung der Stadt Kaiserslautern bewegen (vgl. Masterplan, S. 28). Es wurde das Ziel definiert, im Mobilitätssektor von Kaiserslautern bis 2025 eine Einsparung von 24.151 t-THG/a zu erzielen.
Die Betrachtung im Masterplan 100 % Klimaschutz ist jedoch nicht explizit auf den Fuhrpark der Stadt Kaiserslautern bezogen. Daher wird dessen jährliche Emission im Folgenden berechnet und anschließend der möglichen Einsparung durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen gegenübergestellt.

9.1 Berechnungsgrundlagen

In der Berechnung wird die Treibhausgasemission für alle in Kapitel 5 aufgezeigten Fahrzeuge berechnet. Dabei können im Vergleich aufgrund nicht zu generierender Daten bzgl. der Lieferkette von Kraftstoffen lediglich die Emissionen betrachtet werden, die während der Fahrt – also durch die Verbrennung von Kraftstoff – entstehen.

Für die Berechnung wurde den verschiedenen Fahrzeugen abhängig vom Modell zunächst ein Kraftstoffverbrauch in Liter pro 100 km zugeordnet, z.B.

Opel Astra: 5 l/100 km.

Über die Multiplikation des Kraftstoffverbrauchs mit der Laufleistung pro Jahr kann für jeden PKW und Transporter der Kraftstoffverbrauch pro Jahr ermittelt werden, z.B.

Opel Astra: (15.000 km/a / 100 km) * 5 l/100 km = 750 l/a.

Mittels der Energiedichte des hier angenommenen Kraftstoffs Diesel kann die jährlich benötigte Energiemenge pro Fahrzeug in kWh/a ermittelt werden. Der Energiegehalt von Diesel liegt bei 9,96 kWh/l (Benzin: 9,02 kWh/l, Quelle BAFA), z.B.

Opel Astra: 750 l/a * 9,96 kWh/l = 7.470 kWh/a

D.h. der hier betrachtete Opel Astra benötigt pro Jahr 7.470 kWh Energie in Form von 750 l Diesel, um eine Strecke von 15.200 km bei einem Verbrauch von 5 l/100 km zurückzulegen.

Über den vom BAFA veröffentlichten Emissionsfaktor für Diesel kann nun die Emission von CO_2 ermittelt werden. Der Emissionsfaktor liegt für Diesel bei 0,266 tCO_2/MWh (Benzin: 0,264 tCO_2/MWh), z.B.

Opel Astra: 7,47 MWh/a * 0,266 tCO_2/MWh = 1,99 tCO_2/a

D.h. der hier betrachtete Opel Astra emittiert mit den zu vor genannten Angaben pro Jahr etwa zwei Tonnen Kohlenstoffdioxid.

Mittels dieser Methodik wurde die Emission für alle in Kapitel 5 aufgeführten Fahrzeuge berechnet, detailliert aufgeführt im Anhang.

Mit der Angabe der Emission pro Jahr sowie der Laufleistung pro Jahr kann die spezifische CO_2-Emission pro gefahrenem Kilometer berechnet werden, z.B.

Opel Astra: 1,99 tCO_2/a / 15.000 km/a = 0,000132 tCO_2/km = 132 gCO_2/a
(vgl. Masterplan, S. 169)

Der Masterplan zieht eine spezifische Emission von 120 g/km für die Berechnung der Einsparung heran. Die Differenz zwischen beiden Werten basiert auf der Herangehensweise und der jährlichen Aktualisierung der Heizwerte sowie des CO_2-Faktors durch das BAFA.

9.2 Ausweisen der Treibhausgasbilanz

Für die hier betrachteten Fahrzeuge der Stadtverwaltung Kaiserslautern ergibt sich pro Jahr eine Emission von knapp 102 Tonnen CO_2. Die Verteilung der Emission je Fahrzeug ist in Abbildung 46 mit der zugehörigen Referatsnummer dargestellt. Eine hohe Emission ergibt sich durch besonders hohe Laufleistungen des Fahrzeugs und/oder aufgrund eines hohen Kraftstoffverbrauchs in Abhängigkeit vom Fahrzeugmodell.
Die berechneten 102 Tonnen Kohlenstoffdioxid werden nur von den Fahrzeugen emittiert, für die im Rahmen dieser Studie bereits eine Ersatzvariante vorliegt. Da sich Elektroautos emissionsfrei fortbewegen, stoßen diese also im Gegensatz zu konventionellen Fahrzeugen während der Fahrt kein CO_2 und dessen Äquivalente aus. Werden alle hier ausgewiesenen Potenziale erschöpft, kann nur die Stadtverwaltung nur durch den Ersatz von 61 Fahrzeugen im Fahrbetrieb 102 t_{CO2}/a einsparen.

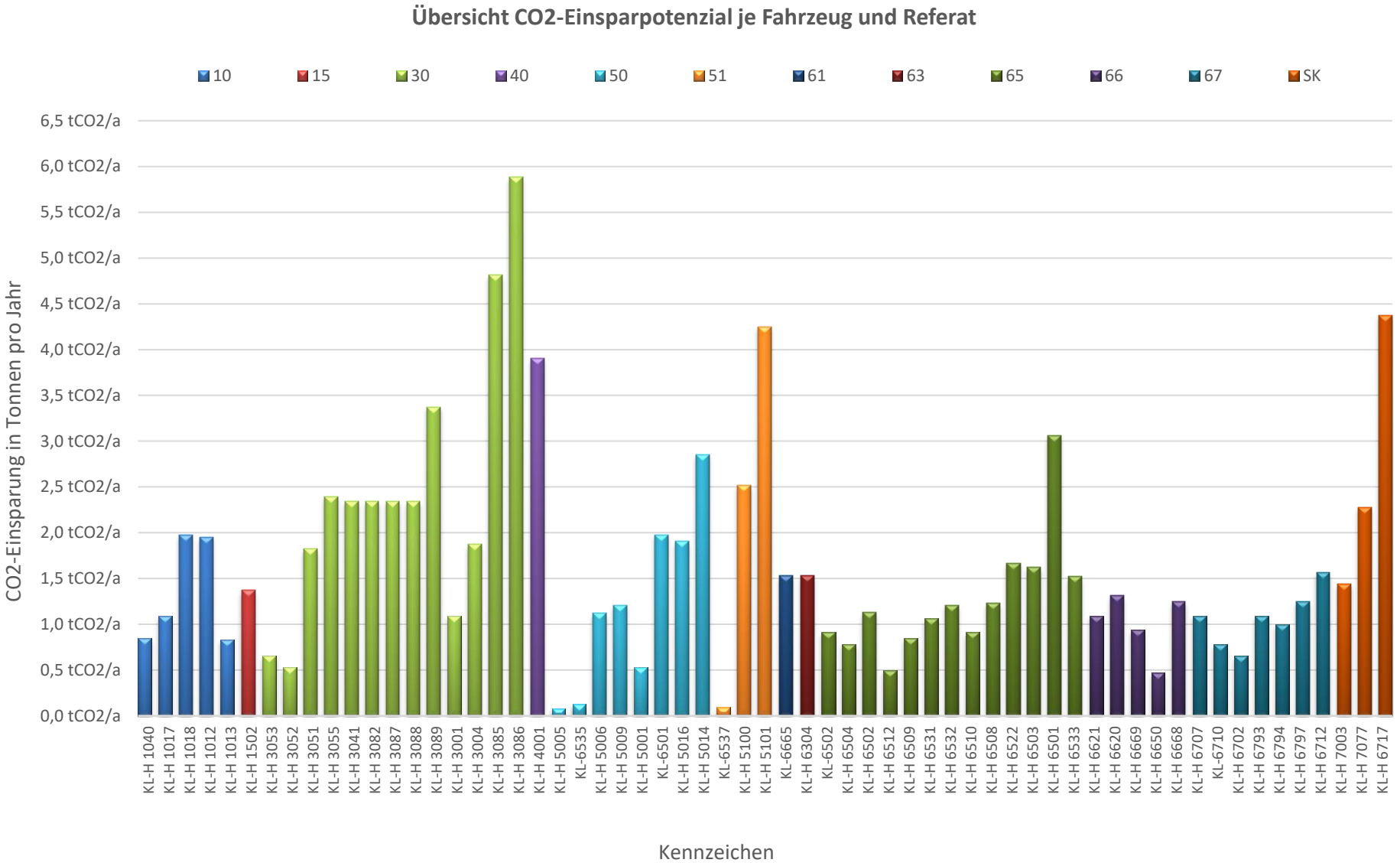


Abbildung 46: Übersicht mögliche CO_2-Einsparung je Fahrzeug

10 FAQ

Da das Thema Elektromobilität erst in den letzten Jahren deutlich an Relevanz gewonnen hat, wirft der Umgang mit einem Elektrofahrzeug bei einem Großteil der Bevölkerung Fragen auf. Zur Aufklärung werden im Folgenden häufig gestellte und wiederkehrende Fragen beantwortet, um mögliche Bedenken auszuräumen.
Die Fragen sind hierbei den drei Kategorien Allgemeines, Batterie und Aufladung, sowie Sicherheit zugeordnet, welche zunächst ausführlich erläutert werden.

10.1 Allgemeines zum Elektroauto

Obwohl sich die Bezeichnung Elektroauto auf die Art des verbauten Motors bezieht, wird im allgemeinen Sprachgebrauch mit diesem Begriff häufig auf batterieelektrische Fahrzeuge verwiesen. Batterieelektrische Autos speichern die nötige Energie in Akkumulatoren. Während der Fahrt können diese durch Bremsenergie, die sogenannte Rekuperation, wieder aufgeladen werden. Die Ladung durch Rekuperation kann die Ladung am Stromnetz allerdings nicht ersetzen.

Der Verbrauch eines Elektroautos wird durch ähnliche Faktoren bestimmt wie der Verbrauch eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor. Die Faktoren sind die Sparsamkeit des Motors, die Größe und das Gewicht des Fahrzeugs, der Fahrstil, genutzte Komfortsysteme wie Sitzheizung, Klimaanlage und Radio sowie auch das Wetter. Bei niedrigen Temperaturen arbeiten Akkumulatoren ineffizienter und zudem muss mehr Energie für die Beheizung des Fahrzeuginnenraums aufgewendet werden. Die Angabe des Energieverbrauchs erfolgt bei Elektrofahrzeugen nicht in l/100 km, sondern in kWh/100 km oder kWh/km. Die Vielzahl der Modelle bewegt sich derzeit in einem Bereich von 15 kWh/100 km bis 20 kWh/100 km. Wie weit die Strecke ist, die mit einem bestimmten Elektroauto zurückgelegt werden kann, kann über die Kapazität der Batterie ermittelt werden. Diese wird in kWh angegeben und entspricht sozusagen dem Tankvolumen eines Verbrenners. Die Reichweite gängiger Elektroautos bewegt sich in einem Bereich von 100 km bis mittlerweile ca. 500 km.

- Was versteht man unter einem Battery Electric Vehicle (BEV)?
  - ➔ *BEV bezeichnet den Fahrzeugtyp, der umgangssprachlich Elektroauto genannt wird. Hierbei wird der Elektromotor rein durch eine Batterie mit Energie versorgt.*

- Was versteht man unter einem Range Extender (REX)?
  - ➔ *Bei diesem Fahrzeugtyp wird die Reichweite über einen kleinen Verbrennungsmotor aufgebaut, der allerdings nicht das Fahrzeug, sondern einen Generator antreibt, um die Batterie zu laden.*

- Was versteht man unter einem Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV)?
  - ➔ *Hierbei wird der Verbrennungsmotor durch einen Elektromotor unterstützt. Die Batterie kann wie bei einem BEV über eine Ladeanschluss geladen werden.*

- Was ist der Unterschied zwischen einem Hybrid und einem Plug-In Hybrid?
  - ➔ *Ein Hybrid verfügt über keinen externen Ladeanschluss zum Laden der Batterie. Die Batterie wird lediglich durch den Verbrennungsmotor und beim Bremsen geladen.*

10.2 Batterie und Aufladung

Da die Batterien eine der wichtigsten Komponenten eines batterieelektrischen Fahrzeugs sind, wirft das Themenfeld Batterie und Aufladung erfahrungsgemäß die meisten Fragen auf.
Die Aufladung ist jedoch sowohl am eigenen Parkplatz als auch unterwegs mühelos möglich. Auch wenn es je nach Land und Hersteller viele verschiedene Steckertypen für den Anschluss von Elektroautos an Ladeinfrastruktur gibt, wurde eine Variante als europäischer Standard definiert. Dabei handelt es sich um den Typ-2 oder auch Mennekes-Stecker. Dieser ist an den meisten in Europa installierten Ladepunkten zu finden und dient der Ladung mit Wechselstrom (AC). Das zum Stecker passende Kabel nennt sich Mode-3-Ladekabel. Für die Schnellladung gibt es einen gesonderten Stecker, der Combo oder CCS-Stecker genannt wird. Dieser unterstützt das Laden mit Gleich- oder Wechselspannung in einem deutlich höheren Leistungsbereich als der Typ-2-Stecker. Um die Kompatibilität der Fahrzeuge mit dem überwiegend vorhandenen Steckertyp 2 garantieren zu können, wurden in dieser Studie nur Fahrzeuge betrachtet, die einen solchen besitzen.

Zum Aufladen des Elektrofahrzeugs verbindet zunächst Elektroauto und Ladepunkt mit dem Ladekabel. Die Dauer bis zur vollständigen Aufladung wird in der Regel im Display des Wagens angezeigt. Beide Stecker werden sowohl am Ladepunkt sowie am Wagen automatisch verriegelt. Nach Beendigung des Ladevorgangs wird zuerst das Ladekabel vom Wagen getrennt. Die Entriegelung am Ladepunkt findet anschließend automatisch statt. Die Abrechnung erfolgt über die Ladekarte der SWK.

- Darf die Ladeleitung auch nach dem Ladevorgang stecken bleiben?
  - ➔ *Ja, da durch das Lademanagement im Fahrzeug, die Ladung abgebrochen wird sobald die Batterie geladen ist.*

- Wo schließe ich die Ladeleitung als erstes an?
  - ➔ *Die Leitung wird für den Ladevorgang erst an der Ladesäule oder Wallbox angeschlossen und dann an der Steckdose des Fahrzeuges. Nach dem Beenden des Ladevorgang muss das Kabel zuerst am Fahrzeug und danach an der Ladeinfrastruktur entfernt werden.*

- Wie kann der Ladevorgang beendet werden?
  - ➔ *Der Ladevorgang endet automatisch nachdem die Batterie voll geladen ist, kann aber auch an der Ladeinfrastruktur oder über das Fahrzeug beendet werden.*

10.3 Sicherheit

Im Hinblick auf die Sicherheit sind Elektrofahrzeuge im Straßenverkehr nicht unsicherer als konventionelle Automobile. Stattdessen sind bei neu angeschafften Elektrofahrzeugen aufgrund der Aktualität tendenziell mehr Assistenz- und Sicherheitssysteme vorhanden als bei älteren Fahrzeugen. Auch das Bild von brennenden oder explodieren Elektrofahrzeugen ist nicht gerechtfertigt, da bei einem Unfall umgehend der Batteriestrom abgeschaltet wird.
Der Ladevorgang von Elektrofahrzeugen ist in jeder Hinsicht ausreichend gesichert. Die Ladepunkte sowie Stecker sind abgesichert, auch Nässe und Schnee können keinen Stromschlag hervorrufen. Das Laden bei Regen ist demnach unbedenklich. Der Ladevorgang selbst kann nicht von

Unbefugten unterbrochen werden, da die Verriegelung des Kabels am Fahrzeug und am Ladepunkt nur mit dem Fahrzeugschlüssel gelöst werden kann.

- Kann ich mein Elektrofahrzeug bei Regen laden?
  - ➔ *Ja, der Ladevorgang bei Regen ist unbedenklich, da der Strom erst fließt, wenn der Kontakt vollständig hergestellt ist.*

- Ist das Ladekabel beim Ladevorgang gegen Diebstahl gesichert?
  - ➔ *Ja, das Ladekabel ist über die Verriegelung am Auto gesichert und wird während des Ladevorgangs auch an der Ladeinfrastruktur verriegelt.*

- Sind bei einem Unfall besondere Vorkehrungen zu treffen?
  - ➔ *Grundsätzlich wird der Batteriestrom bei einem Unfall abgeschaltet. Für die Rettungskräfte bietet die sogenannte „Rettungskarte“ wichtige Hinweise zu den verschieden Fahrzeugmodellen. Beispielsweise wo die Hochvoltleitungen im Auto verlaufen, sollte ein Schneidewerkzeug zum Einsatz kommen.*

- Brennt ein Elektroauto schneller, als ein Auto mit Verbrennungsmotor?
  - ➔ *Da sich das Hochvoltsystem durch eine Sensorik abschaltet, gibt es prinzipiell keine erhöhte Brandgefahr bei Elektrofahrzeugen. Sollte es unfallbedingt dennoch zu einem Brand der kommen, so werden die Fahrzeuge kontrolliert ausbrennen gelassen.*

11 Angewandte Normen und Vorschriften

Allgemeine Normen und Vorschriften wurden im Rahmen der Konzepterstellung berücksichtigt im speziellen die folgenden:

- Leitfaden zur umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung Kommunalfahrzeuge
- DIN 18015–1 Hinweise für die Errichtung von elektrischen Anlagen in Wohngebäuden
- VDE 0100 „Errichten von Niederspannungsanlagen“
  - VDE AR N 4102 „Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss von ortsfesten Schalt- und Steuerschränken, Zähleranschlusssäulen, Telekommunikationsanlagen und Ladestationen für Elektrofahrzeuge“
  - VDE-AR-N 4105 „Anforderungen für den Anschluss von Erzeugungsanlagen“
  - VDE-AR-N 4100 „Technische Anschlussregel Niederspannung“
  -
- VDE 0100-410 Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
- VDE 0100-443 Schutz gegen Überspannungen infolge der atmosphärischen Einflüsse
- VDE 0100-540 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter
- VDE 0100-534 Überspannungsschutzeinrichtungen
- VDE 0100-600 Erstprüfung elektrischer Anlagen durch Besichtigen, Erproben und Messen
- VDE 0100–722 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Stromversorgung von Elektrofahrzeugen
- VDE 0105-100 Betrieb von elektrischen Anlagen
- VDE 0122–1 (DIN EN 61851–1) „Elektrische Ausrüstung von Elektrofahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“
- VDE 0185-305-1 „Blitzschutz“ Allgemeine Grundsätze
- VDI 2166, Blatt 2 „Planung elektrischer Anlagen in Gebäuden - Hinweise für die Elektromobilität“
- Technische Anschlussbedingungen (TAB) des Netzbetreibers
- VdS 3471 „Ladestationen für Elektrostraßenfahrzeuge“

12 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: ÜBERSICHT FUHRPARK....6
TABELLE 2: ÜBERSICHT PKW UND TRANSPORTER JE REFERAT MIT KENNZEICHEN, STANDORT UND ALTER....10
TABELLE 3: LADEMODI NACH IEC 61851....42
TABELLE 4: REFERAT 10: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....46
TABELLE 5: REFERAT 15: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....47
TABELLE 6: REFERAT 30: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....47
TABELLE 7: REFERAT 40: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....48
TABELLE 8: REFERAT 50: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....48
TABELLE 9: REFERAT 51: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....49
TABELLE 10: REFERAT 61: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....49
TABELLE 11: REFERAT 63: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....50
TABELLE 12: REFERAT 65: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....50
TABELLE 13. REFERAT 66: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....51
TABELLE 14: REFERAT 67: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....51
TABELLE 15: REFERAT 70: FAHRZEUGTYPEN UND MÖGLICHE ERSATZVARIANTEN....52
TABELLE 16: KOSTENVERGLEICH CORSA EDITION / CORSA-E....82
TABELLE 17: KOSTENVERGLEICH BESCHAFFUNGSVARIANTEN....83

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flussdiagramm Methodik 5
Abbildung 2: PKW: Übersicht der durchschnittlichen Fahrleistung pro Tag sowie der Gesamtfahrleistung pro Jahr 7
Abbildung 3: Transporter: Übersicht der durchschnittlichen Fahrleistung pro Tag sowie der Gesamtfahrleistungen pro Jahr 8
Abbildung 4: Übersicht Standorte der PKW und der Transporter, referatsunabhängig 16
Abbildung 5: Übersicht Standorte der Referate 17
Abbildung 6: Übersicht Standorte Rathaus, Rathaus Nord und West 17
Abbildung 7: Standort: Rathaus, Parkplatz Nord 18
Abbildung 8: Standort: Rathaus, Parkplatz Ost 19
Abbildung 9: Standort: Rathaus, Parkplatz Süd 19
Abbildung 10: Standort: Rathaus, Parkplatz West 20
Abbildung 11: Standort: Rathaus Nord, Innenhof 21
Abbildung 12: Standort: Rathaus Nord, Lauterstraße 22
Abbildung 13: Standort: Rathaus West 22
Abbildung 14: Standort: Vogelwoogstraße 50 23
Abbildung 15: Standort: Vogelwoogstraße 28 24
Abbildung 16: Standort: Stadtbildpflege Kaiserslautern (SK) 25
Abbildung 17: Standort: Donnersbergstraße 26
Abbildung 18: Standort: Feuerwehr 27
Abbildung 19: Standort: Jugendhaus Augustastraße 28
Abbildung 20: Standort: Schule am Beilstein 29
Abbildung 21: Standort: Fritz-Walter-Schule 30
Abbildung 22: Übersicht Merkmale Ersatzvariante (Klein)Wagen 32
Abbildung 23: Übersicht Merkmale Ersatzvariante Kombi 33
Abbildung 24: Übersicht Merkmale Ersatzvariante Kleintransporter 34
Abbildung 25: Übersicht Merkmale Ersatzvariante Transporter 35
Abbildung 26: Übersicht Merkmale Ersatzvariante Fahrräder und Scooter 36
Abbildung 27: Lastenfahrrad - Long-John 38
Abbildung 28: Lastenfahrrad - Dreirad 38
Abbildung 29: Lastenfahrrad - Backpacker 38
Abbildung 30: Lastenfahrrad - Bäckerfahrrad 38
Abbildung 31: Buchungsvorgang Poolfahrzeug 40
Abbildung 32: Mobilitätstandort Carsharing 41
Abbildung 33: Netzlast mit und ohne dynamisches Lastmanagement, Quelle: The Mobility House 44
Abbildung 34: Netzlast mit und ohne priorisiertes Lastmanagement, Quelle: The Mobility House 45
Abbildung 35: Ladeinfrastruktur laut Empfehlung der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) 55
Abbildung 36: Lastprofil Rathaus Nord ohne E-Fahrzeuge (2019) 61
Abbildung 37: Lastprofil Rathaus Nord mit E-Fahrzeugen 62
Abbildung 39: Lastprofil Feuerwache Kaiserslautern mit E-Fahrzeuge 70
Abbildung 40: Lastprofil Feuerwache mit E-Fahrzeuge, PV und Batteriespeicher 72
Abbildung 41: Ladekarte 76
Abbildung 42: Ladevorgang an interner Ladeinfrastruktur 78
Abbildung 43: Ladevorgang an externer Ladeinfrastruktur 79
Abbildung 44: Typ 2 Stecker, Quelle: Mennekes 86
Abbildung 45: CCS-Stecker, Quelle: Phoenix Contact 86
Abbildung 46: Punktesystem 89
Abbildung 47: Übersicht mögliche CO_2-Einsparung je Fahrzeug 92

14 Abkürzungsverzeichnis

AC ..... alternating current
BAFA ..... Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEV ..... Battery Electric Vehicle
BHKW ..... Blockheizkraftwerk
CCS ..... Combined Charging System
DC ..... direct current
DSM ..... Demand Side Management
DSR ..... Demand Side Response
eLHF ..... Elektrisches Lösch- und Hilfeleistungsfahrzeug
EMAS ..... Eco-Management and Audit Scheme
EnMS ..... Energie-Management-System
EVU ..... Energieversorgungsunternehmen
h ..... Stunde
ISO ..... Internationale Organisation für Normung
kg ..... Kilogramm
km ..... Kilometer
km/h ..... Kilometer pro Stunde
kW ..... Kilowatt
l ..... Liter
LKW ..... Lastkraftwagen
LSV ..... Ladesäulenverordnung
NAF ..... Norwegian Automobile Federation
NEFZ ..... Neuen Europäischen Fahrzyklus
OCPP ..... Open Charge Point Protocol
PHEV ..... Plug-In Hybrid Electric Vehicle
PKW ..... Personenkraftwagen
PV ..... Photovoltaik
Ref. ..... Referat
REX ..... Range Extender
RFID ..... radio-frequency identification
SK ..... Stadtbildpflege
Stk. ..... *Stück*
SWK ..... Stadtwerke Kaiserslautern
TAB ..... Technische Anschlussbedingungen
UMS ..... Umweltmanagementsystem
VDE ..... Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik
W ..... Watt
Wh ..... Wattstunde
WLTP ..... Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure

15 Anlagenverzeichnis

Anlage 1……Datentabellen Fuhrpark (IST-Analyse)
Anlage 2……*Fahrzeugsteckbriefe*
Anlage 3……*Datengrundlage Spinnennetzdiagramme Ersatzvarianten E-Autos*
Anlage 4……*Berechnung THG-Einsparung*
Anlage 5……Tabelle Leistungsberechnung je Standort

Legende

Elektro-/Hybridfahrzeug
Schätzwert

Dezernat	Referat	Name	Kennzeichen	Hersteller	Modell	Art	Vers Beginn	Zusatzinfo Fahrzeugart	Standort	Fahrten pro Jahr	km pro Jahr	Ø km pro Tag	Ø Fahrten pro Tag	Ø km pro Fahrt	besondere Anforderungen	Vertragsfom	Laufzeit (z.B. Ende Leasing)
I	10	Organisationsmanagement	KL-H 1001	Audi		Pkw	16-Jan-20	wird ersetzt duch Hybrid	Feuerwehr Kaiserslautern			50					
I	10	Organisationsmanagement	KL-H 1012	Opel		Pkw	25-Apr-17	Astra	Rathaus - Parkplatz West	126	14944	119					
I	10	Organisationsmanagement	KL-H 1015	Opel		Pkw	25-Apr-17		Rathaus - Parkplatz Nord	203	3646	18	1				
I	10	Organisationsmanagement	KL-H 1016	Opel		Pkw	25-Apr-17		Rathaus - Parkplatz Nord	174	4404	25	1				
I	10	Organisationsmanagement	KL-H 1017	Ford	Fiesta	Pkw	29-Jun-17	Schrägheclimousine	Rathaus - Parkplatz West	152	8347	55					
I	10	Organisationsmanagement	KL-H 1018	Opel	Astra	Pkw	11-Okt-17		Rathaus - Parkplatz West		15114	98					
I	10	Organisationsmanagement	KL-H 1040	Opel		Pkw	11-Okt-17	Kombi	Rathaus - Parkplatz West	250	5335	21	1-2	10	Reichweite für Seminare in Mainz, Koblenz, Neuwied); Ladevolumen für mehrere PC's usw. benötigt		
I	10	Organisationsmanagement	KL-KL 22 E	Audi		Pkw		Elektrofahrzeug	Feuerwehr Kaiserslautern			50					
IV	15	Umweltschutz	KL-H 1502	Dacia		Pkw	28-Mai-19	Geländewagen (Allrad)	Rathaus Nord - Innenhof	267	6527	24					
IV	15	Umweltschutz	KL-H 225 E	Peugeot		Pkw	23-Jul-19	Elektrofahrzeug	Rathaus Nord - Innenhof			50					
II	30	Recht und Ordnung	KL-6606	Ford		Pkw			keine Angabe			40					
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3001	Opel		Pkw	11-Jan-18	Kombi	Rathaus Nord - Innenhof		7000	50	2 bis 3			Leasing	
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3004	Renault		Pkw	07-Feb-20	Kombi	Rathaus Nord - Innenhof		12000	50	2 bis 3			Leasing	Jan. 21
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3041	Hyundai		Pkw	03-Jun-19	Kombi	Rathaus Nord - Innenhof			40			Fahrzeug Ausländer-behörde, muss bereit stehen, ua für Langstrecken --> kein reines E-Fzg		
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3051	Volkswagen	Polo	Pkw	20-Sep-16	Politessendienst, nur Stadtgebiet 6:30-23:00	Rathaus Nord - Innenhof	544	13963	26					
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3052	Volkswagen	Golf Plus	Pkw	11-Jan-17	Transport mobiler Technik, nur Stadtgebiet	Rathaus Nord - Innenhof	113	2852	25					
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3053	Volkswagen	Golf Plus	Pkw	11-Jan-17	Transport mobiler Technik, nur Stadtgebiet	Rathaus Nord - Innenhof	152	3569	23					
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3055	Volkswagen	Polo	Pkw	20-Sep-16	Politessendienst, nur Stadtgebiet 6:30-23:00	Rathaus Nord - Innenhof	521	18390	35					
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3062	Opel		Pkw	01-Okt-18		Rathaus Nord - Innenhof	230	2800	12	1				
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3081	Ford		Pkw	16-Jul-19		Rathaus Nord - Innenhof	384	19763	51,47	2				
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3082	Hyundai		Pkw	27-Feb-19	I30 Kombi	Rathaus Nord - Innenhof	382	19934	52,18	2				
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3087	Hyundai		Pkw	27-Feb-19	I 30 Kombi	Rathaus Nord - Innenhof	390	21761	55,8	2				
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3088	Hyundai		Pkw	27-Feb-19	Kombi	Rathaus Nord - Innenhof	389	20581	52,91	2				
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3089	Hyundai		Pkw	27-Feb-19	Tucson SUV	Rathaus Nord - Innenhof	385	21521	55,9	2				
III	40	Schulen	KL-H 4001	Fiat	Scudo	Pkw	22-Aug-07	Van (9 Sitzer)	Schule am Beilstein			60				Leihvertrag Pro Humanis	
III	50	Soziales	KL-H 5013	Mercedes-Benz		Pkw	29-Jul-14		Vogelwoogstraße 50	226	3729	17	1	15-25			
III	50	Soziales	KL-H 5015	Dacia		Pkw	12-Aug-16		Vogelwoogstraße 50	198	2400	12	1-2	12-15			
III	50	Soziales	KL-H 5017	Opel	E-Corsa	Pkw	18-Jun-19		Rathaus West	150	6840	45					
III	51	Jugend und Sport	KL-6537	Daimler-Benz		Pkw	21-Apr-80	hauptsächlich Transporte	Jugendhaus Augustastraße	25	569	23					
III	51	Jugend und Sport	KL-H 5100	Opel	Combo	Pkw	14-Jun-19	Kombi	Rathaus West	179	16030	90					
III	51	Jugend und Sport	KL-H 5101	Opel	Combo	Pkw	14-Jun-19	Kombi	Rathaus - Parkplatz Nord	270	27137	100					

III	51	Jugend und Sport	KL-H 5132	Renault		Pkw	30-Jun-10		Jugendhaus Augustastraße	107	3096	29				
IV	63	Bauordnung	KL-H 6304	Opel	Mokka	Pkw	22-Mrz-18		Rathaus - Parkplatz Nord	400	9800	25	2-3	4-60		
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-6502	VW	Caddy	Pkw	23-Nov-04		Daennerstraße 11 (SK)	193	4977	26				
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6502	Volkswagen	Caddy	Pkw	22-Dez-09		Daennerstraße 11 (SK)	194	6156	32				
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6504	Renault	Kangoo	Pkw	03-Jul-12		Daennerstraße 11 (SK)	164	4278	26				
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-ZJ 65 E	Renault	ZOE	Pkw	31-Jan-20	Elektrofahrzeug	Rathaus - Parkplatz Nord			50				
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-ZT 65 E	Renault	Kangoo	Pkw	31-Jan-20	Elektrofahrzeug	Vogelwoogstraße 28	156	6554	42				
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-ZV 65 E	Renault	ZOE	Pkw	27-Feb-20	Elektrofahrzeug	Rathaus - Parkplatz Nord			50				
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-ZY 65 E	Renault	Kangoo	Pkw		Elektrofahrzeug	keine Angabe			40				
IV	66	Tiefbau	KL-H 6620	Opel	Combo	Pkw	18-Mai-11		Daennerstraße 11 (SK)	209	8394	40				
IV	66	Tiefbau	KL-H 6621	Opel	Combo	Pkw	20-Dez-11	geschlossener Kasten zur Wartung und Kassenentleerung der Parkscheinautomaten und Parkuhren	Daennerstraße 11 (SK)		ca. 7000	35	ganztägig			
IV	66	Tiefbau	KL-H 6630	Opel		Pkw	09-Nov-15		Daennerstraße 11 (SK)	126	2440	19				
IV	66	Tiefbau	KL-H 6650	Opel		Pkw	13-Jun-18	Kombi	Daennerstraße 11 (SK)	66	2977	45				
IV	66	Tiefbau	KL-H 6669	Opel	Astra	Pkw	20-Jun-18	Kombi	Daennerstraße 11 (SK)	150	5980	40				
IV	66	Tiefbau	KL-KP 66 E	Renault		Pkw	28-Feb-20	Elektrofahrzeug	Rathaus - Parkplatz Nord			50				
IV	66	Tiefbau	KL-NE 66 E	Renault		Pkw	28-Feb-20	Elektrofahrzeug	Rathaus - Parkplatz Nord			50				
IV	67	Grünflächen	KL-6708	Opel		Pkw	27-Jan-06		Donnersbergstraße 78	täglich		40				wird 2022
IV	67	Grünflächen	KL-6710	Opel	Meriva	Pkw	16-Dez-04		Donnersbergstraße 78		6000	100				
IV	67	Grünflächen	KL-H 6702	Opel	Agila	Pkw	23-Nov-09		Donnersbergstraße 78		5000	100				
IV	67	Grünflächen	KL-H 6707	Volkswagen	Caddy	Pkw	01-Jul-16		Donnersbergstraße 78	täglich		40				
IV	67	Grünflächen	KL-H 6793	Volkswagen	Caddy	Pkw	16-Feb-15		Donnersbergstraße 78		6000	100				
IV	67	Grünflächen	KL-H 6794	Volkswagen	Caddy	Pkw	24-Mrz-14	Forstabteilung	Donnersbergstraße 78		5500	100				
IV	67	Grünflächen	KL-H 6797	Suzuki	Grand Vitara	Pkw	05-Jan-11		Donnersbergstraße 78		6000	100				
	SK	Stadtbildpflege	KL-E 756 E	Renault		Pkw		Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)			50				
	SK	Stadtbildpflege	KL-E 758 E	Renault		Pkw		Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)			50				
	SK	Stadtbildpflege	KL-E 827 E	Renault		Pkw		Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)			50				
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6624	Opel		Pkw	19-Nov-13		Daennerstraße 11 (SK)	480	9280	38,67	2	19,33		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6629	Opel		Pkw	03-Dez-14		Daennerstraße 11 (SK)	540	12046	44,61	2	22,31		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6635	Opel		Pkw	12-Mrz-04		Daennerstraße 11 (SK)	320	2891	18,07	2	9,03		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6688	Opel		Pkw	26-Apr-05		Daennerstraße 11 (SK)	440	5931	26,96	2	13,48		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6711	Volkswagen		Pkw	08-Dez-08		Daennerstraße 11 (SK)		ca.14000km	60				
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7003	Mercedes-Benz		Pkw	13-Dez-06	Kombi C 180 Kompressor	Daennerstraße 11 (SK)	240	9137	38	0	0		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7005	Volkswagen		Pkw	13-Okt-15	Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)	115	8000	75	ganztägig	nicht zu ermitteln		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7006	Volkswagen		Pkw	13-Okt-15	Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)	150	9000	70	ganztägig	nicht zu ermitteln		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7027	Dacia		Pkw	23-Okt-13		Daennerstraße 11 (SK)	312	14175	45,43	ganztägig	45,01		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7028	Volkswagen		Pkw	09-Nov-16		Daennerstraße 11 (SK)	322	18164	56,41	ganztägig	56,41		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7029	Volkswagen		Pkw	27-Jun-16		Daennerstraße 11 (SK)	106	4202	40	2	20		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7038	Renault		Pkw	21-Apr-10		Daennerstraße 11 (SK)	200	6943	34,7	ganztägig	34,7		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7099	Volkswagen		Pkw	25-Aug-16		Daennerstraße 11 (SK)	150	9000	70	ganztägig	nicht zu ermitteln		
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 784 E	Renault		Pkw	29-Okt-18	Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)	150	9000	70	ganztägig	50-70		

Anzahl PKW: 71

Legende

Elektro-/Hybridfahrzeug
Schätzwert

Dezernat	Rferat	Name	Kennzeichen	Hersteller	Modell	Art	Vers Beginn	Zusatzinfo Fahrzeugart	Standort	Fahrten pro Jahr	km pro Jahr	Ø km pro Tag	Ø Fahrten pro Tag	Ø km pro Fahrt	besondere Anforderungen	Vertragsfom	Laufzeit (z.B. Ende Leasing)
I	10	Organisationsmanagement	KL-H 1013	Ford		Transporter	27-Jul-17	Kastenwagen (2. Sitzer)	Rathaus - Parkplatz Wesz	374	3904	10		4-30			
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3085	Volkswagen	Multivan	Transporter	12-Apr-19	lt. Fahrtenbuch Multivan	Rathaus Nord - Innenhof	388	18463	47,59	2				
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3086	Volkswagen	Multivan	Transporter	07-Aug-19	lt. Fahrtenbuch Multivan	Rathaus Nord - Innenhof	386	22537	58,39	2				
III	50	Soziales	KL-H 5005	Opel	Movano	Transporter	27-Aug-09		Vogelwoogstraße 50	40	320	8	1 / Woche	8-15			
III	50	Soziales	KL-6535	Opel	9 Sitzer Bus	Transporter	12-Apr-05		Vogelwoogstraße 50	30	450	15	1	15-25			
III	50	Soziales	KL-H 5006	Opel	Movano	Transporter	18-Dez-09		Vogelwoogstraße 50	167	5400	32	1	30-40			
III	50	Soziales	KL-H 5009	Opel	Movano	Transporter	20-Apr-11		Vogelwoogstraße 50	164	5800	35	1	30-40			
III	50	Soziales	KL-H 5001	Daimlerchrysler	Sprinter	Transporter	19-Dez-07		Vogelwoogstraße 50	47	1700	36	2 / Woche	25-35			
III	50	Soziales	KL-6501	Opel	Vivaro	Transporter	01-Jun-06		Vogelwoogstraße 50	245	9429	38					
III	50	Soziales	KL-RE 50 E	Renault		Transporter	27-Feb-20	Elektrofahrzeug	Vogelwoogstraße 50			40					
III	50	Soziales	KL-H 5016	Citroën	Jumper	Transporter	10-Jan-18	geschlossener Kasten	Vogelwoogstraße 50	137	6100	45	1	40-60			
III	50	Soziales	KL-H 5014	Opel	Movano	Transporter	03-Nov-15		Vogelwoogstraße 50	206	13650	66	1	60-70			
I	61	Stadtentwicklung	KL-6665	Mercedes-Benz		Transporter	20-Mrz-01	Lieferwagen (Kastenwagen mit 5 Sitzplätzen,Trennwand zum Laderaum und Innenausbau für den Transport des Instrumentariums)	SK (ehemaliger städtischer Betriebshof)	80	2500	30	3				
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6512	Opel	Vivaro	Transporter	26-Jun-18	Van	Daennerstraße 11 (SK)	216	2311	11					
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6509	Mercedes-Benz	Sprinter	Transporter	15-Jan-18	geschlossener Kasten	Daennerstraße 11 (SK)	128	2668	21					
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6531	Renault	Trafic	Transporter	11-Jul-16		Daennerstraße 11 (SK)	185	5007	27					
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6532	Renault	Trafic	Transporter	14-Jul-16		Daennerstraße 11 (SK)	210	5750	27					
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6510	Opel		Transporter	26-Jun-18	Van	Daennerstraße 11 (SK)	158	4338	27					
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6508	Opel	Vivaro	Transporter	09-Okt-17	Van	Daennerstraße 11 (SK)	178	5844	33					
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6522	Opel	Vivaro	Transporter	15-Dez-16		Daennerstraße 11 (SK)	221	7954	36					
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6503	Peugeot	Expert	Transporter	23-Feb-12	geschlossener Kasten	Daennerstraße 11 (SK)	209	7787	37					
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6501	Mercedes-Benz	Sprinter	Transporter	09-Mrz-10		Daennerstraße 11 (SK)	225	9761	43					
IV	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6533	Renault	Trafic	Transporter	14-Jul-16		Daennerstraße 11 (SK)	168	7291	43					
IV	66	Tiefbau	KL-H 6668	Opel	Vivaro	Transporter	17-Dez-19	Van zur Wartung und Störungsbeseitigung Parkleitsystem	Daennerstraße 11 (SK)		8000	35	ganztägig				
IV	66	Tiefbau	KL-YE 66 E	Renault		Transporter	14-Apr-20	Elektrofahrzeug	Rathaus - Parkplatz Nord			40					
IV	66	Tiefbau	KL-H 6632	Volkswagen		Transporter	14-Nov-16		Daennerstraße 11 (SK)	363	19848	55					
IV	67	Grünflächen	KL-H 6712	Toyota		Transporter	31-Mrz-20	Van (Transportbus)	Donnerbergstraße 78		6000	100					
	SK	Stadtbildpflege	KL-E 578 E	Renault		Transporter	24-Okt-19	Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)	200	5600	28	ganztägig	28			
	SK	Stadtbildpflege	KL-E 594 E	Renault		Transporter	24-Okt-19	Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)	200	11000	55	2	27			
	SK	Stadtbildpflege	KL-E 659 E	Renault		Transporter	25-Mrz-20	Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)	140	4122	58,89	2	29,44			
	SK	Stadtbildpflege	KL-E 670 E	Renault		Transporter	25-Mrz-20	Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)	140	2257	32,24	2	16,12			
	SK	Stadtbildpflege	KL-E 673 E	Renault		Transporter	25-Mrz-20	Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)	140	4162	59,46	2	29,73			
	SK	Stadtbildpflege	KL-E 674 E	Renault		Transporter		Elektrofahrzeug	Daennerstraße 11 (SK)			35					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6505	Mercedes-Benz		Transporter	03-Jun-13		Daennerstraße 11 (SK)	480	7495	31,23	2	15,61			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6506	Peugeot		Transporter	29-Jul-13		Daennerstraße 11 (SK)	480	11211	46,71	2	23,36			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6666	Mercedes-Benz		Transporter	11-Dez-09		Daennerstraße 11 (SK)	400	11239	56,2	2	28,1			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6717	Peugeot		Transporter	30-Mrz-09	geschlossener Kasten	Daennerstraße 11 (SK)		ca.14000km	60					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6782	Mercedes-Benz		Transporter	29-Mrz-11		Daennerstraße 11 (SK)		ca.14000km	60					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7025	Dacia		Transporter	22-Mai-12		Daennerstraße 11 (SK)	121	6066	50,13	ganztägig	50,13			

	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7041	Mercedes-Benz		Transporter	29-Jun-11		Daennerstraße 11 (SK)	310	13610	43,9	ganztägig	43,9			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7042	Mercedes-Benz		Transporter	29-Jun-11		Daennerstraße 11 (SK)	315	14569	46,25	ganztägig	46,25			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7043	Mercedes-Benz		Transporter	25-Sep-14		Daennerstraße 11 (SK)	311	18686	60,08	ganztägig	63,35			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7045	Mercedes-Benz		Transporter	27-Nov-15		Daennerstraße 11 (SK)	240	18972	79,05	ganztägig	79,05			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7077	Mercedes-Benz		Transporter	20-Jan-15	geschlossener Kasten	Daennerstraße 11 (SK)	132	7215	35					

Anzahl Transporter: 44

Legende Ausschlussgründe

- kein Ersatz
- besondere Spezifikation, E-Fahrzeuge in Entwicklung/Testbetrieb
- Ersatz durch Brennstoffzellenfahrzeug
- ohne Förderung nicht wirtschaftlich abbildbar
- Einzelfallbetrachtung

Dezernat	Rferat	Name	Kennzeichen	Hersteller	Modell	Art	Vers Beginn	Zusatzinfo Fahrzeugart	Standort	Fahrten pro Jahr	km pro Jahr	Ø km pro Tag	Ø Fahrten pro Tag	Ø km pro Fahrt	besondere Anforderungen	Vertragsfom	Laufzeit (z.B. Ende Leasing)
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-1060	Liebherr		Sonderfahrzeug	20-Dez-01	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Mobilkran, Selbstfahr. Arb.maschine									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-211	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	23-Okt-02	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Gerätewagen									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-212	Iveco		Sonderfahrzeug	10-Apr-03	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Löschfahrzeug									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-213	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	07-Mai-96	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Löschfahrzeug									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-214	Iveco		Sonderfahrzeug	16-Jun-98	Feuerwehr- und Katastrophenschutz									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-216	Volkswagen		Sonderfahrzeug	06-Aug-01	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Transporter	Feuerwache/ASB/DRK								
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-217	Fiat		Sonderfahrzeug	20-Aug-01	Feuerwehr- und Katastrophenschutz	Feuerwache/ASB/DRK								
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-223	MAN		Sonderfahrzeug	15-Apr-04	Feuerwehr- und Katastrophenschutzfahrzeug									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-226	Volkswagen		Sonderfahrzeug	01-Sep-93	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Geräte Messtechnik									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-227	Daimlerchrysler		Sonderfahrzeug	27-Okt-04	Feuerwehr - und Katastrophenschutz, Löschfahrzeug									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-230	MAN		Sonderfahrzeug	15-Dez-99	Feuerwehr- und Katastrophenschutz									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-232	Iveco		Sonderfahrzeug	04-Mrz-99	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Löschfahrzeug									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-233	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	16-Jan-06	Feuerwehr- und Katastrophenschutzfahrzeug, Wechsellader									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-235	Daimlerchrysler		Sonderfahrzeug	19-Mai-05	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Zivilschutz									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-238	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	21-Jun-95	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Gerätewagen Gefahrgut									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-258	Daimlerchrysler		Sonderfahrzeug	09-Mrz-00	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, bis 1 t	Feuerwache/ASB/DRK								
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-262	Ford		Sonderfahrzeug	05-Dez-03	Feuerwehr- und Katastrophenschutz	Feuerwache/ASB/DRK								
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-265	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	25-Jan-01	Feuerwehr- und Katastrophenschutz									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-269	Ford		Sonderfahrzeug	06-Apr-05	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Nottragenlagerung									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-272	Volkswagen		Sonderfahrzeug	03-Apr-01	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Pkw									

IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-276	Volkswagen		Sonderfahrzeug	13-Jul-01	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, bis 1 t	Feuerwache/ASB/DRK									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-292	MAN		Sonderfahrzeug	14-Mrz-88	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Rüstwagen										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-293	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	16-Mrz-94	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Löschfahrzeug										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-297	Volkswagen		Sonderfahrzeug	22-Nov-06	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, bis 1 t	Feuerwache/ASB/DRK									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-299	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	29-Sep-97	Feuerwehr - und Katastrophenschutz, Löschfahrzeug										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-300	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	31-Mai-06	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Pkw										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-305	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	17-Mai-06	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-333	Volkswagen		Lkw	23-Sep-05											
III	50	Soziales	KL-6560	Mercedes-Benz		Lkw	09-Jan-02	Kipper	Erzhütterstraße74 - 67659 KL bei Herrn Podinovic Senad									
IV	66	Tiefbau	KL-6671	Mercedes-Benz		Lkw	13-Mai-96	Kran	SK	17	232	14						
IV	66	Tiefbau	KL-6672	Daimlerchrysler		Lkw	08-Okt-02	Fahrten nur Stadtgebiet	SK	108	2249	21						
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-8022	MAN		Sonderfahrzeug	08-Okt-99	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Zivilschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-8023	Fiat		Sonderfahrzeug	03-Sep-01	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Zivilschutz, Messwagen										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-8027	Iveco		Sonderfahrzeug	03-Jul-96	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Schlauchwagen										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-D 8020	Magirus-Deutz		Sonderfahrzeug	02-Okt-12	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3054	Volkswagen	Caddy	Sonderfahrzeug	17-Okt-14	Radarfahrzeug mit fester Technik	Rathaus Nord - Innenhof	293	7925	25						
II	30	Recht und Ordnung	KL-H 3056	Volkswagen	Caddy Vitronic	Sonderfahrzeug	26-Jul-19	Radarfahrzeug mit fester Technik	Rathaus Nord - Innenhof	119	4324	33						
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3700	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	19-Dez-16	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Zivilschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3701	BMW		Sonderfahrzeug	20-Mrz-17	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3702	BMW		Sonderfahrzeug	20-Mrz-17	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3704	Opel		Sonderfahrzeug	01-Jun-15	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3705	Peugeot		Sonderfahrzeug	29-Jan-18	Feuerwehr- und Katastrophenschutz	Feuerwache - Rücksprache mit Hr. Simonis 316 - 052 3701	357	13259	37 max. 1100						
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3706	Peugeot		Sonderfahrzeug	12-Mrz-18	Feuerwehr- und Katastrophenschutz	Feuerwache - Rücksprache mit Hr. Simonis 316 - 052 3701	498	10137	20 max. 1330						
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3711	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	19-Dez-16	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3712	MAN		Sonderfahrzeug	28-Apr-08	Feuerwehr- und Katastrophenschutzfahrzeug, ELW										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3713	Iveco		Sonderfahrzeug	14-Apr-14	Feuerwehr- und Katastrophenschutz,										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3714	Iveco		Sonderfahrzeug	28-Mai-14	Feuerwehr- und Katastrophenschutz,										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3715	Peugeot		Sonderfahrzeug	05-Jun-18	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3716	Peugeot		Sonderfahrzeug	28-Sep-17	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3717	Fiat Ducato		Sonderfahrzeug	22-Dez-14	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3718	Fiat		Sonderfahrzeug	09-Jun-08	Feuerwehr- und Katastrophenschutzfahrzeug										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3719	Ford		Sonderfahrzeug	01-Feb-11	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										

IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3724	Iveco		Sonderfahrzeug	30-Okt-08	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3725	Iveco		Sonderfahrzeug	03-Jun-16	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3729	Mitsubishi		Sonderfahrzeug	12-Sep-11	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Straßenreiniger										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3734	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	07-Feb-08	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3735	MAN		Sonderfahrzeug	22-Nov-17	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3740	MAN		Sonderfahrzeug	10-Dez-19	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3743	Iveco		Sonderfahrzeug	23-Mai-13	Feuerwehr- und Katastrophenschutz,										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3744	Iveco		Sonderfahrzeug	06-Dez-10	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3745	Iveco		Sonderfahrzeug	26-Feb-16	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3746	Iveco		Sonderfahrzeug	02-Okt-12	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3747	Iveco		Sonderfahrzeug	14-Jan-16	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3748	Opel		Sonderfahrzeug	01-Okt-07	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Löschfahrzeug										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3750	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	13-Dez-10	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3752	MAN		Sonderfahrzeug	21-Dez-15	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3755	MAN		Sonderfahrzeug	18-Mrz-15	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3770	Dacia		Sonderfahrzeug	03-Dez-15	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, bis 3,5 t	Feuerwache - Rücksprache mit Hr. Simonis 316 - 052 3701	766	7234	9,4km max. 100km						
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3772	Iveco		Sonderfahrzeug	07-Jun-19	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3773	Ford		Sonderfahrzeug	11-Jul-13	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3774	Iveco		Sonderfahrzeug	19-Dez-14	Feuerwehr- und Katastrophenschutzfahrzeug										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3783	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	06-Jun-18	Krankenwagen										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3798	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	08-Nov-07	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, bis 3,5 t, geschlossener Kasten	Feuerwache/ASB/DRK									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3810	Dacia		Sonderfahrzeug	30-Jul-14	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Kommadowagen										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3811	Dacia		Sonderfahrzeug	06-Feb-15	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Zivilschutz Kommandowagen										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3812	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	03-Dez-08	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3815	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	17-Dez-09	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3816	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	17-Dez-09	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3817	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	13-Dez-12	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3818	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	08-Apr-13	Feuerwehr- und Katastrophenschutz, Zivilschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3820	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	03-Dez-08	Feuerwehr- und Katastrophenschutz	Feuerwache/ASB/DRK									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3821	Opel		Sonderfahrzeug	12-Apr-11	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3822	Opel		Sonderfahrzeug	12-Apr-11	Feuerwehr- und Katastrophenschutz										

IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3823	Renault		Sonderfahrzeug	14-Jan-16	Feuerwehr- und Katastrophenschutz									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3824	MAN		Sonderfahrzeug	28-Sep-17	Feuerwehr- und Katastrophenschutz									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3883	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	10-Jan-12	Krankenwagen									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3884	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	21-Nov-13	Krankenwagen									
IV	37	Feuerwehr und Katastrophenschutz	KL-H 3886	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	15-Okt-14	Krankenwagen									
III	50	Soziales	KL-H 5002	Citroën	Jumper	Lkw	03-Dez-08	offener Kasten	Vogelwoog 50	124	3560	29	2 / Woche	25-35			
III	50	Soziales	KL-H 5003	Opel		Lkw	12-Mai-09	Plane und Spriegel	Vogelwoog 50	107	3000	28	2 / Woche	25-35			
III	50	Soziales	KL-H 5007	Opel	Movano	Lkw	22-Apr-10	offener Kasten	Vogelwoog 50	27	1000	37	1	37-42			
III	50	Soziales	KL-H 5011	Mercedes-Benz	Sprinter	Lkw	04-Nov-13	offener Kasten	Vogelwoog 50	190	4140	22	1	20-30			
III	50	Soziales	KL-H 5012	Mercedes-Benz	Spinter	Lkw	04-Nov-13	offener Kasten	Vogelwoog 50	128	400	3	1	30-40			
I	61	Stadtentwicklung	KL-H 6100	Volkswagen		Sonderfahrzeug	27-Okt-16	Messfahrzeug (SonderKFZ zum Transport von Vermessungsinstrumenten (Kastenwagen mit 4 Sitzplätzen und Innenausbau für den Transport des Instrumentariums)	SK (ehemaligen städtischen Betriebshof)	150	4900	35 (max. 58)	3				
I	61	Stadtentwicklung	KL-H 6101	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	08-Mrz-18	Messfahrzeug (SonderKFZ zum Transport von Vermessungsinstrumenten (Kastenwagen mit 4 Sitzplätzen und Innenausbau für den Transport des Instrumentariums)	SK (ehemaligen städtischen Betriebshof)	200	9000	45 (max. 78)	3				
	65	Gebäudewirtschaft	KL-H 6500	Mercedes-Benz	Atego	Lkw	31-Aug-04	mit Ladegerät (Hebebühne)	SK - Rücksprache Eberle 3652714 / Hr. Ruby 3652713	193	5118	27					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6615	Mercedes-Benz		Lkw	15-Dez-10	Kipper offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6616	Iveco		Lkw	20-Aug-08										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6617	Mercedes-Benz		Lkw	27-Mai-09	Kipper offener Kasten		480	13557	56,49	2	28,24			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6618	Mercedes-Benz		Lkw	27-Mai-09	Kipper offener Kasten		480	10450	43,54	2	21,77			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6625	Mercedes-Benz		Lkw	17-Feb-11										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6626	Mercedes-Benz		Lkw	27-Dez-11	Kipper									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6627	Mercedes-Benz		Zugmaschine	22-Mai-13	Unimog									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6628	Mercedes-Benz		Lkw	27-Mai-13	Kipper offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6631	Mercedes-Benz		Lkw	05-Dez-16										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6667	Mercedes-Benz		Lkw		Kipper									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6683	Mercedes-Benz		Lkw	08-Dez-11	Kipper									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6689	AGCO		Zugmaschine	12-Mrz-03	Geräteträger									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6691	Deere		Zugmaschine	12-Apr-18										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6701	Mercedes-Benz		Lkw	27-Aug-19	Kipper									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6714	Daimler		Lkw	16-Mrz-18	offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6716	Mercedes-Benz		Lkw	31-Jul-17	Kipper									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6718	Holder		Zugmaschine	19-Dez-16										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6722	Holder		Zugmaschine	29-Aug-13										
IV	67	Grünflächen	KL-H 6723	Mercedes-Benz		Lkw	27-Feb-17										
IV	67	Grünflächen	KL-H 6725	Pfau		Lkw	27-Jul-07	Kipper offener Kasten									
IV	67	Grünflächen	KL-H 6727	Pfau		Lkw	27-Jul-07	Kipper offener Kasten									
IV	67	Grünflächen	KL-H 6736	Mercedes-Benz		Lkw	27-Aug-14	Kipper offener Kasten									
IV	67	Grünflächen	KL-H 6759	M. Schmitt Duisburg		Sonderfahrzeug	19-Feb-20	Kipper offener Kasten (Kleintransporter)	Donnersbergstraße								
IV	67	Grünflächen	KL-H 6779	Nissan	Pick Up	Sonderfahrzeug	08-Mai-13	Pick Up (Wildpark) war als n.r. gekennzeichnet	Donnerbergstraße 78		13500	100					
IV	67	Grünflächen	KL-H 6724	Mercedes-Benz	Sprinter	Sonderfahrzeug	03-Feb-17	Doppelkabine / Ladefläche	Donnerbergstraße 78	täglich		40					
IV	67	Grünflächen	KL-H 6733	Mercedes-Benz	Sprinter	Sonderfahrzeug	14-Sep-11	Doppelkabine / Ladefläche	Donnerbergstraße 78	täglich		40					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6738	Renault		Lkw	08-Feb-12	Kipper			ca.14000km	ca. 60km					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6739	Mercedes-Benz		Lkw	06-Sep-12	Kipper offener Kasten									
IV	67	Grünflächen	KL-H 6741	Mercedes-Benz		Lkw	21-Jan-19										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6745	Mercedes-Benz		Lkw	08-Jan-20	Kipper			ca.14000km	ca. 60km					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6746	Mercedes-Benz		Lkw	21-Dez-06	Kipper offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6747	Mercedes-Benz		Lkw	14-Jan-20	Kipper offener Kasten			ca.14000km	ca. 60km					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6748	Mercedes-Benz		Lkw	08-Jan-20	Kipper offener Kasten			ca.14000km	ca. 60km					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6753	Mercedes-Benz		Lkw	14-Jan-20	Kipper			ca.14000km	ca. 60km					
IV	67	Grünflächen	KL-H 6755	Wacker Neuson		Lkw	08-Jan-18	offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6760	Mercedes-Benz		Lkw	17-Feb-16										

	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6761	Mercedes-Benz		Lkw	01-Mrz-18	Kipper			ca.14000km	ca. 60km					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6762	Mercedes-Benz		Lkw	01-Mrz-18	Kipper			ca.14000km	ca. 60km					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6766	Mercedes-Benz		Lkw	23-Apr-10	Kipper									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6768	Mercedes-Benz		Lkw	16-Dez-15										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6770	Iveco		Lkw	08-Jan-07	geschlossener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6771	Kramer		Zugmaschine	17-Feb-16										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6774	Mercedes-Benz		Lkw	02-Dez-08										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6776	Mercedes-Benz		Lkw	29-Mrz-11	offener Kasten			ca.14000km	ca. 60km					
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6783	Holder		Zugmaschine	20-Jul-12										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6784	Kubota		Zugmaschine	24-Feb-14										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6785	Holder		Zugmaschine	07-Jun-10										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6787	Holder		Zugmaschine	16-Apr-15										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6788	Egholm		Zugmaschine	03-Sep-12										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6921	Daimlerchrysler		Sonderfahrzeug	05-Feb-04	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6925	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	09-Jan-07	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6926	Scania		Sonderfahrzeug		Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6927	Scania		Sonderfahrzeug		Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6930	Holder		Zugmaschine	14-Jan-20										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6931	Mercedes-Benz		Lkw	11-Feb-20	Kipper offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6932	Mercedes-Benz		Lkw	11-Feb-20	Kipper offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7009	Hako		Zugmaschine	19-Okt-16	Kehrmaschine									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7010	Dulevo		Sonderfahrzeug	28-Aug-15	Straßenreiniger									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7012	Boschung		Sonderfahrzeug	15-Sep-16	Straßenreiniger									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7013	Boschung		Sonderfahrzeug		Straßenreiniger									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7014	Hako		Zugmaschine	25-Jul-18										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7015	MAN		Sonderfahrzeug	31-Jul-19	selbstfahrende Arb.maschine Straßenreiniger									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7018	D.D.V GmbH		Sonderfahrzeug	06-Mai-13	Selbstfahrende Arbeitsmaschine Straßenreiniger									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7021	Hansa Maschinenbau		Zugmaschine	04-Feb-16										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7040	Daimler		Lkw	05-Nov-09	offener Kasten		272	13614	50,05	ganztägig	50,05			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7044	Mercedes-Benz		Lkw	07-Okt-15	offener Kasten		320	19190	59,97	ganztägig	59,97			
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7050	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	27-Mrz-08	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7051	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	02-Apr-08	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7052	Daimlerchrysler		Sonderfahrzeug	30-Dez-10	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7053	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	30-Dez-10	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7054	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	30-Dez-10	Straßenreinigungs- und Müllfahrzeug									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7056	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	18-Jan-13	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7057	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	01-Jun-15	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7058	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	05-Jun-15	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7059	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	03-Jun-15	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7060	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	03-Jun-15	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7061	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	05-Jun-15	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7062	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	09-Jun-15	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7063	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	09-Jun-15	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7064	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	10-Jun-15	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7065	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	10-Jun-15	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7067	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	19-Dez-16	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7068	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	07-Apr-17	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7069	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	11-Feb-13	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7070	Isuzu		Sonderfahrzeug	16-Jun-17	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7071	Mercedes-Benz		Sonderfahrzeug	19-Mai-16	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7072	Mercedes-Benz		Lkw	09-Jan-07										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7073	Scania		Sonderfahrzeug	04-Okt-18	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7074	MFTBC		Sonderfahrzeug	21-Feb-20	Müllwagen									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7076	Volvo		Lkw	26-Nov-18	Plane und Spriegel									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7078	Mercedes-Benz		Lkw	16-Feb-16	offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7079	Volvo		Lkw	22-Mrz-17	geschlossener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7080	Mercedes-Benz		Lkw	14-Okt-08										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7081	Mercedes-Benz		Lkw	10-Jan-07										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7082	Volvo		Lkw	29-Apr-16	mit Abrollvorrichtung									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7083	Volvo		Lkw	16-Nov-16										

	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7084	Volvo		Lkw	16-Nov-16											
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7085	Volvo		Lkw	28-Okt-16	Kippmulde mit Abrollvorrichtung										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7086	Volvo		Lkw	16-Nov-16											
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7087	Volvo		Lkw	16-Mai-18											
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7089	Volvo		Lkw	14-Dez-16											
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7091	Mercedes-Benz		Lkw	02-Okt-14											
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7092	Volvo		Lkw	29-Apr-16											
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7093	Volvo		Lkw	12-Feb-19											
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7094	Volvo		Lkw	08-Jan-07											
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7095	Volvo		Lkw	22-Dez-17											
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7097	Volvo		Lkw	20-Dez-18											
	SK	Stadtbildpflege	KL-RP 53 H	Mercedes-Benz		Lkw	16-Mai-14	Oldtimer										

Anzahl LKW, Zugmaschinen + Sonderfahrzeuge: 204

Legende Ausschlussgründe

kein Antrieb
Einzelfallbetrachtung

Dezernat	Rferat	Name	Kennzeichen	Hersteller	Modell	Art	Vers Beginn	Zusatzinfo Fahrzeugart	Standort	Fahrten pro Jahr	km pro Jahr	Ø km pro Tag	Ø Fahrten pro Tag	Ø km pro Fahrt	besondere Anforderungen	Vertragsfom	Laufzeit (z.B. Ende Leasing)
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6511	Humbaur		Anhänger	29-Sep-98										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6633	Atlas Weyhausen		Arbeitsmaschine	03-Mrz-17	schwer Schaufellader									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6634	Barthau Anhängerbau		Anhänger	31-Mrz-17	offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6636	Wörmann		Anhänger	07-Nov-18	Kipper									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6687	Compair		Anhänger	27-Jul-00										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6692	Müller Mitteltal		Anhänger	13-Jul-89										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6693	Trebbiner		Anhänger	19-Jun-19	SDAH Verkehrsleittafel									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6703	Fischer		Anhänger	25-Okt-16	Arbeitsmaschine Laubsauger									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6705	Auwärter		Anhänger	02-Feb-01	Holzzerkleinerer									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6719	Amazonen-Werke		Anhänger	28-Apr-14	Arbeitsmaschine									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6720	Spragelse		Anhänger	07-Nov-07	Arbeitsgerät Mähmaschine									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6730	Humbaur		Anhänger	29-Jun-16										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6731	Auwärter		Anhänger	16-Sep-03	offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6732	MAN		Arbeitsmaschine	10-Jul-13	Hebebühne									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6734	Humbaur		Anhänger	29-Jun-16	geschlossener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6751	Humbaur		Anhänger	20-Okt-15	geschlossener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6754	Humbaur		Anhänger	18-Sep-00										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6763	Fischer		Anhänger	24-Okt-19	Arbeitsmaschine									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6772	Wagenbouw Hapert		Anhänger	04-Okt-00										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6773	Fischer		Anhänger	23-Nov-15	Arbeitsmaschine									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6778	Jensen		Anhänger	22-Feb-07	offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6780	Williams		Anhänger	17-Sep-15										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6781	Maco-Meudon		Anhänger	22-Aug-91	Kompressor									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6786	Jensen		Anhänger	20-Okt-15	Arbeitsmaschine									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6789	Fischer		Anhänger	28-Okt-15	Arbeitsmaschine									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6790	Jensen		Anhänger	03-Dez-14	Arbeitsmaschine									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 6792	Hirth		Anhänger	03-Sep-12	Kipper offener Kasten									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7008	Humbaur		Anhänger	18-Jan-05										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7032	Humbaur		Anhänger	04-Feb-10										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7033	Humbaur		Anhänger	23-Sep-11										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7034	Humbaur		Anhänger	20-Feb-12										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7035	Humbaur		Anhänger	25-Mrz-14										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7036	Koch		Anhänger	04-Okt-18										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7037	Humbaur		Anhänger	12-Feb-19	Kipper									
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7039	Wörmann		Anhänger	05-Mrz-20										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7090	Müller Mitteltal		Anhänger	02-Okt-14										
	SK	Stadtbildpflege	KL-H 7096	HKM		Anhänger	10-Nov-06										
	SK	Stadtbildpflege	ohne	Zinde		Arbeitsmaschine	03-Mrz-98	Gabelstapler									

Anzahl Anhänger + Arbeitsmaschinen: 85

1 (Klein)wagen

1.1 VW e-up! (2020)

Batteriekapazität	*32,3 kWh*
Reichweite nach WLTP	260 km
Verbrauch nach WLTP	12,7-12,9 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	251 l
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Leistung	61 kW (83 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	1.530 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,2 kW
Maße (L / B / H (mm))	3.540 / 1.910 / 1.492
Preis	21.421 €

1.2 Renault Zoe R110 Z.E.

Batteriekapazität	*41,0 kWh*
Reichweite nach WLTP	316 km
Verbrauch nach WLTP	16,1 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	338 l
Höchstgeschwindigkeit	135 km/h
Leistung	80 kW (108 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	1.954 kg
max. Leistungsaufnahme AC	22 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.085 / 1.730 / 1.562
Preis	29.999 €

1.3 Opel Corsa-e

Batteriekapazität	*45,0 kWh*
Reichweite nach WLTP	330 km
Verbrauch nach WLTP	16,5 – 17,0 kWh / 100 km
Sitzplätze/Türen	5/4
Kofferraumvolumen	267 l
Höchstgeschwindigkeit	150 km/h
Leistung	100 kW (136 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	1.920 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.060 / 1.765 / 1.435
Preis	29.146 €

1.4 Hyundai IONIQ Elektro

Batteriekapazität	*38,3 kWh*
Reichweite nach WLTP	311 km
Verbrauch nach WLTP	13,8 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	357 l
Höchstgeschwindigkeit	165 km/h
Leistung	100 kW (136 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	1.888 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,2 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.470 / 1.820 / 1.450
Preis	35.350 €

1.5 Tesla Model 3 Standard Range Plus

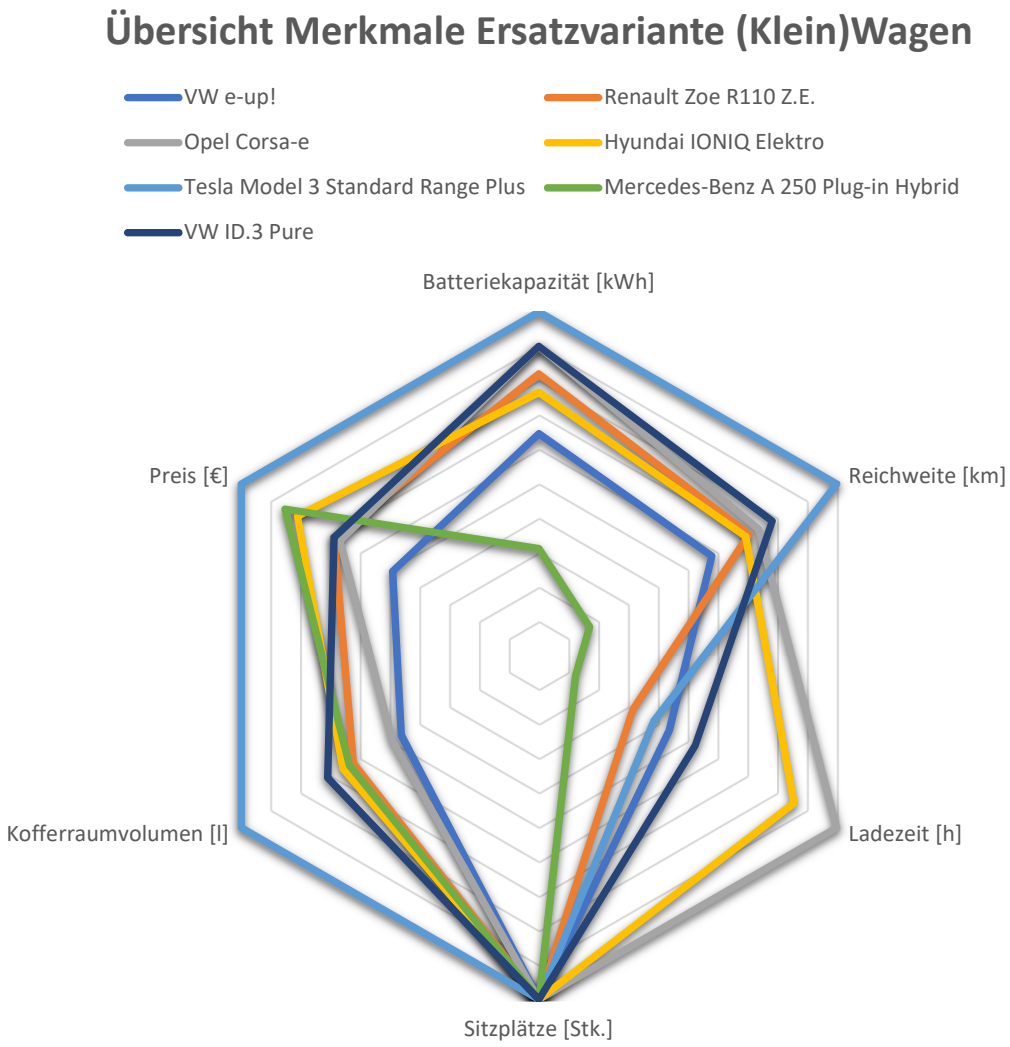
Batteriekapazität	*50 kWh*
Reichweite nach WLTP	448 km
Verbrauch nach WLTP	14,1 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/4
Kofferraumvolumen	542 l
Höchstgeschwindigkeit	225 km/h
Leistung	191 kW (260 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.139 kg
max. Leistungsaufnahme AC	11 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.694 / 1.849 / 1.443
Preis	43.560 €

1.6 Mercedes-Benz A 250 Plug-in Hybrid

Batteriekapazität	*15,6 kWh*
Reichweite nach WLTP	76 km
Verbrauch nach WLTP	14,6 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/4
Kofferraumvolumen	345 l
Höchstgeschwindigkeit	140 km/h
Leistung	75 kW (102 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.060 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.549 / 1.796 / 1.446
Preis	37.161 €

1.7 VW ID.3 Pure

Batteriekapazität	*45,0 kWh*
Reichweite nach WLTP	351 km
Verbrauch nach WLTP	14,8 – 16,4 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	385 l
Höchstgeschwindigkeit	160 km/h
Leistung	110 kW (150 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.240 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,2 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.261 / 1.809 / 1.568
Preis	30.000 €



2 Kombi

2.1 Mazda MX30

Batteriekapazität	*30,0 kWh*
Reichweite nach WLTP	200 km
Verbrauch nach WLTP	17,8 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	366 l
Höchstgeschwindigkeit	140 km/h
Leistung	105 kW (143 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.119 kg
max. Leistungsaufnahme AC	6,6 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.395 / 1.795 / 1.570
Preis	34.490 €

2.2 Opel Mokka-e

Batteriekapazität	*45 kWh*
Reichweite nach WLTP	322 km
Verbrauch nach WLTP	14,0 - 17,8 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	350 l
Höchstgeschwindigkeit	150 km/h
Leistung	100 kW (136 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	-
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.150 / 1.750 / 1.525
Preis	34.110 €

2.3 Hyundai Kona Elektro (39 kWh)

Batteriekapazität	*39,2 kWh*
Reichweite nach WLTP	305 km
Verbrauch nach WLTP	13,9 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	361 l
Höchstgeschwindigkeit	155 km/h
Leistung	100 kW (136 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	-
max. Leistungsaufnahme AC	11 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.165 / 1.800 / 1.565
Preis	34.850 €

2.4 Skoda Octavia iV Combi Plug-in Hybrid

Batteriekapazität	*13,0 kWh*
Reichweite nach WLTP	70 km
Verbrauch nach WLTP	14,8 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	490 l
Höchstgeschwindigkeit	120 km/h
Leistung	85 kW (116 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2141 kg
max. Leistungsaufnahme AC	3,6 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.689 / 1.829 / 1.468
Preis	42.949 €

2.5 Seat Leon Sportstourer e-Hybrid

Batteriekapazität	*13,0 kWh*
Reichweite nach WLTP	70 km
Verbrauch nach WLTP	12,3 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	620 l
Höchstgeschwindigkeit	120 km/h
Leistung	75 kW (102 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.060 kg
max. Leistungsaufnahme AC	3,6 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.642 / 1.799 / 1.448
Preis	36.425 €

2.6 VW Passat GTE Plug-in Hybrid

Batteriekapazität	*9,9 kWh*
Reichweite nach WLTP	54 km
Verbrauch nach WLTP	14,2-14,8 kWh/ 100 km
Verbrauch Hybridmodus	1,5-1,6 l / 100 km
Sitzplätze/Türen	5/5
Kofferraumvolumen	483 l
Höchstgeschwindigkeit	120 km/h
Leistung	85 kW (102 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.250 kg
max. Leistungsaufnahme AC	3,6 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.767 / 1.832 / 1.476
Preis	44.795€

2.7 Renault Kangoo Z.E. (2 Sitzer)

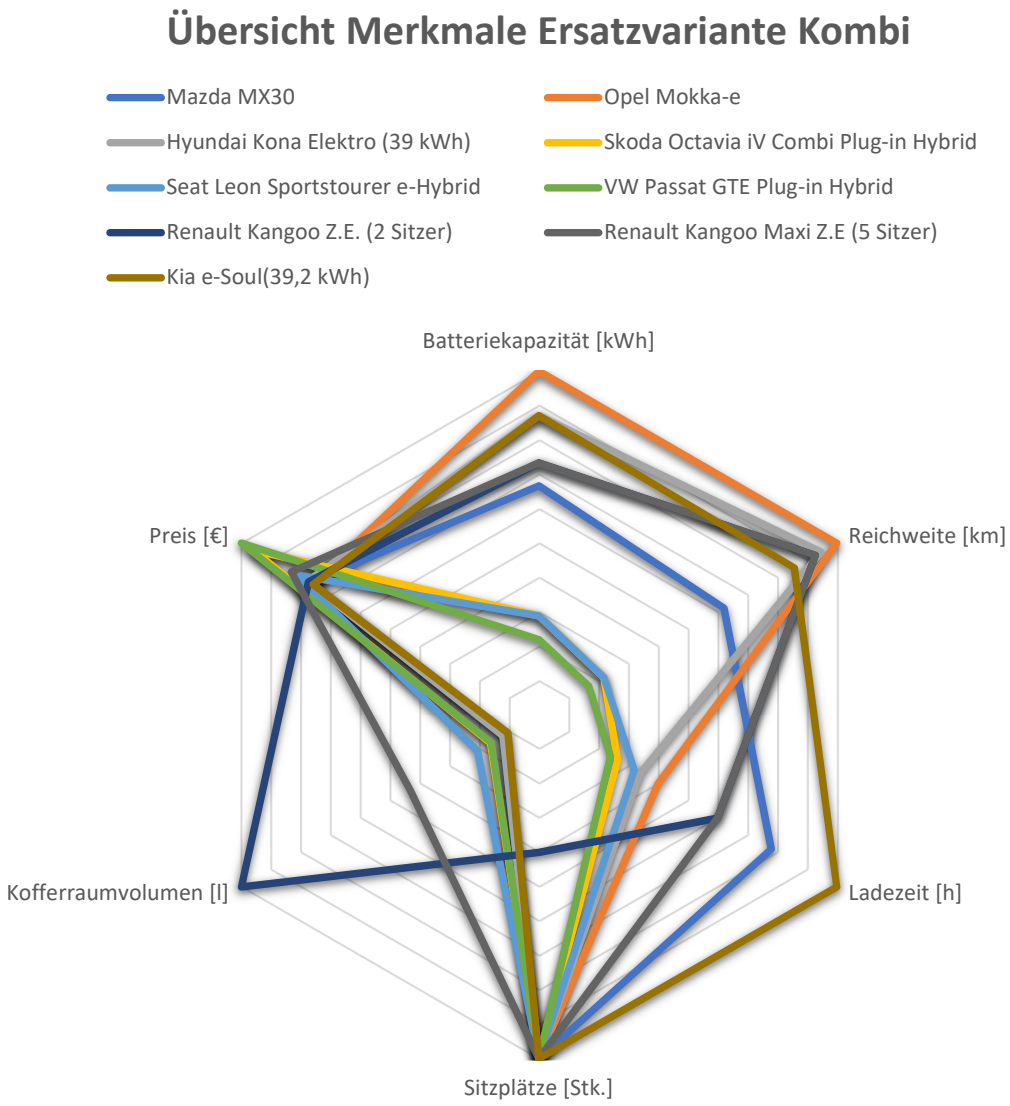
Batteriekapazität	*33 kWh*
Reichweite nach WLTP	299 km
Verbrauch nach WLTP	15,2 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	2/4
Kofferraumvolumen	3000 l
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Leistung	44 kW (60 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.130 kg
max. Leistungsaufnahme AC	4,6 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.282 / 1.185 / 1.810
Preis	34.707 €

2.8 Renault Kangoo Maxi Z.E. (5 Sitzer)

Batteriekapazität	*33 kWh*
Reichweite nach WLTP	299 km
Verbrauch nach WLTP	15,2 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/4
Kofferraumvolumen	1300 l
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Leistung	44 kW (60 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.190 kg
max. Leistungsaufnahme AC	4,6 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.666 / 1.830 / 1.802
Preis	37.270 €

2.9 Kia e-Soul (39,2 kWh)

Batteriekapazität	*39,2 kWh*
Reichweite nach WLTP	276 km
Verbrauch nach WLTP	14,5 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/4
Kofferraumvolumen	315 l
Höchstgeschwindigkeit	155 km/h
Leistung	150 kW (204 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.180 kg
max. Leistungsaufnahme AC	4,6 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.195 / 1.800 / 1.600
Preis	33.990 €



3 Kleintransporter

3.1 Opel Zafira e-Life S

Batteriekapazität	*45 kWh*
Reichweite nach WLTP	230 km
Verbrauch nach WLTP	21,7 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	8/4
Kofferraumvolumen	3.600 l
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Leistung	100 kW (136 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.860 kg
max. Leistungsaufnahme AC	11 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.606 / 2.204 / 1.905
Preis	56.700 €

3.2 Peugeot e-Expert Standard

Batteriekapazität	*50 kWh*
Reichweite nach WLTP	212 km
Verbrauch nach WLTP	24,9 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/4
Kofferraumvolumen	4.600 l
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Leistung	100 kW (136 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	3.175 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.606 / 2.204 / 1.905
Preis	40.890 €

3.3 Citroën ë-Jumpy

Batteriekapazität	*50 kWh*
Reichweite nach WLTP	212 km
Verbrauch nach WLTP	27 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	5/4
Kofferraumvolumen	4.600 l
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Leistung	100 kW (136 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.830 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.600 / 1.920 / 1.900
Preis	40.890 €

3.4 Mercedes e-Vito

Batteriekapazität	*35 kWh*
Reichweite nach WLTP	184 km
Verbrauch nach WLTP	20,5 - 24,9 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	2/4
Kofferraumvolumen	6.000 l
Höchstgeschwindigkeit	140 km/h
Leistung	85 kW (116 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	3.500 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	5.140 / 1.928 / 1.912
Preis	40.588 €

3.5 Opel Vivaro-e

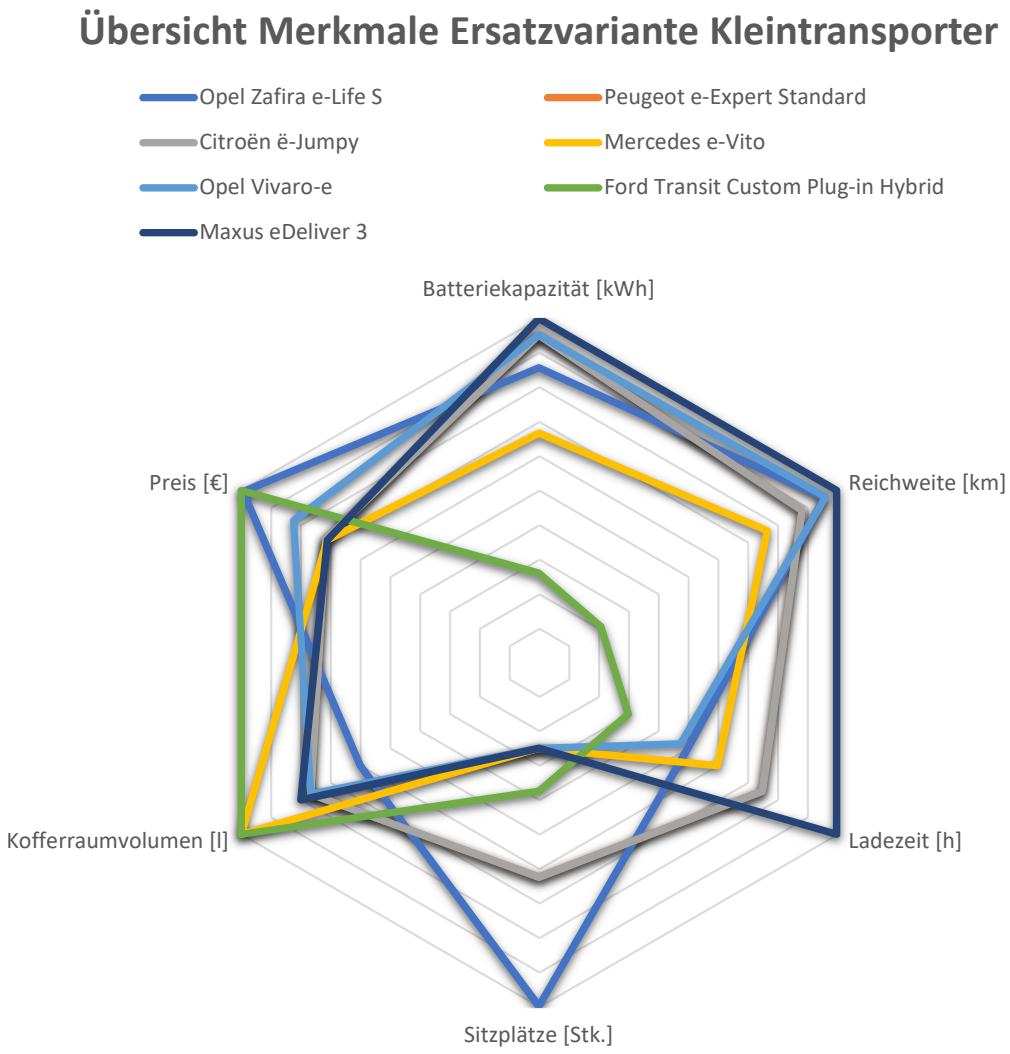
Batteriekapazität	*50 kWh*
Reichweite nach WLTP	231 km
Verbrauch nach WLTP	21,7 – 26,1 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	2/4
Kofferraumvolumen	4.600 l
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Leistung	100 kW (136 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.900 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.609 / 2.204 / 1.905
Preis	47.050 €

3.6 Ford Transit Custom Plug-in Hybrid

Batteriekapazität	*13,6 kWh*
Reichweite nach WLTP	50 km
Verbrauch nach WLTP	17,4 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	2/3
Kofferraumvolumen	6.000 l
Höchstgeschwindigkeit	120 km/h
Leistung	75 kW (102 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	3.400 kg
max. Leistungsaufnahme AC	4,6 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.973 / 1.986 / 2.000
Preis	57.066€

3.7 Maxus eDeliver 3

Batteriekapazität	*52,2 kWh*
Reichweite nach WLTP	240 km
Verbrauch nach WLTP	24,4 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	2/3
Kofferraumvolumen	4.800 l
Höchstgeschwindigkeit	120 km/h
Leistung	90 kW (122 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.300 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,2 kW
Maße (L / B / H (mm))	4.555 / 1.780 / 1.895
Preis	40.588 €



4 Transporter

4.1 Mercedes eSprinter

Batteriekapazität	*35 kWh*
Reichweite nach WLTP	120 km
Verbrauch nach WLTP	32,5 – 37,1 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	2/4
Kofferraumvolumen	11.000 l
Höchstgeschwindigkeit	120 km/h
Leistung	85 kW (116 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	3.500 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	6.088 / 2.175 / 2.687
Preis	64.141 €

4.2 VW e-Crafter

Batteriekapazität	*32 kWh*
Reichweite nach WLTP	173 km
Verbrauch nach WLTP	21,5 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	3/4
Kofferraumvolumen	10.700 l
Höchstgeschwindigkeit	90 km/h
Leistung	100 kW (136 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	3.500 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	5.986 / 2.427 / 2.590
Preis	62.524 €

4.3 Fiat E-Ducato

Batteriekapazität	*47 kWh*
Reichweite nach WLTP	146 km
Verbrauch nach WLTP	-
Sitzplätze/Türen	3/4
Kofferraumvolumen	10.000 l
Höchstgeschwindigkeit	100 km/h
Leistung	90 kW (122 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	2.800 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7 kW
Maße (L / B / H (mm))	5.413 / 2.050 / 2.254
Preis	65.926 €

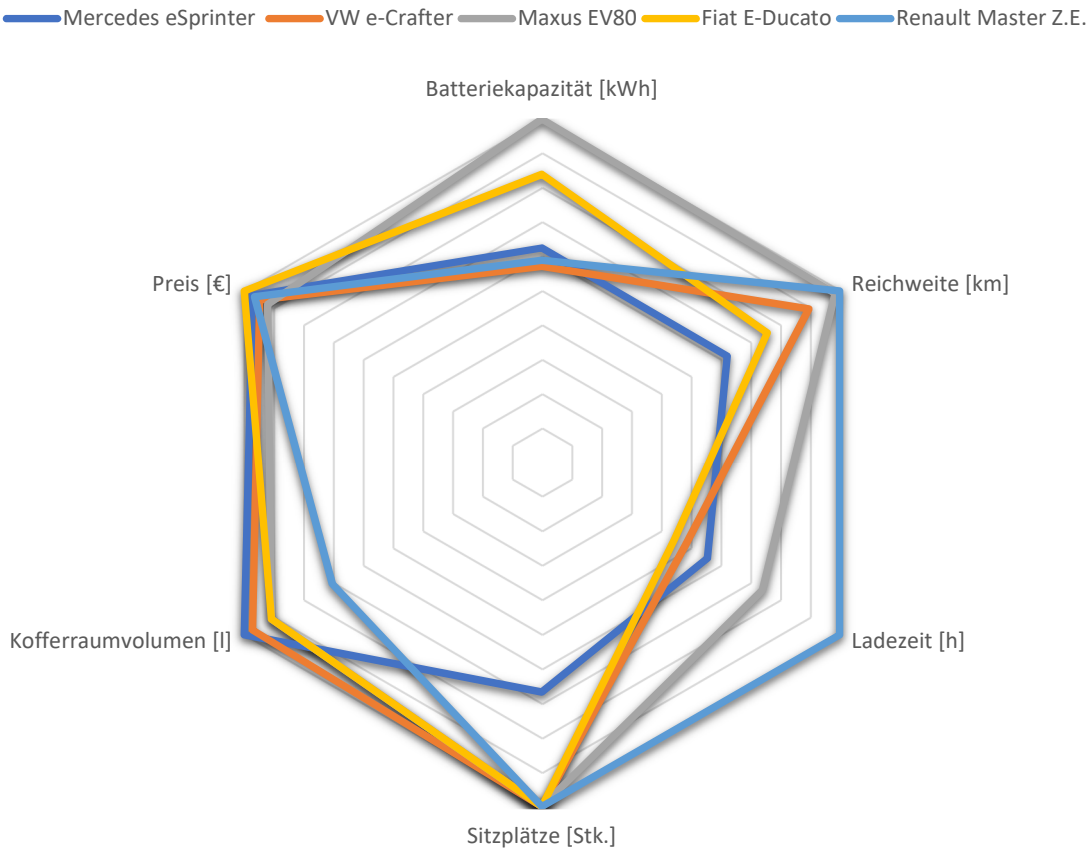
4.4 Renault Master Z.E.

Batteriekapazität	*33 kWh*
Reichweite nach WLTP	193 km
Verbrauch nach WLTP	21,0 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	3/4
Kofferraumvolumen	7.750 l
Höchstgeschwindigkeit	100 km/h
Leistung	57 kW (78 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	3.100 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,4 kW
Maße (L / B / H (mm))	5.048 / 2.470 / 2.307
Preis	63.684 €

4.5 Maxus EV80

Batteriekapazität	*56 kWh*
Reichweite nach WLTP	190 km
Verbrauch nach WLTP	29,9 kWh/ 100 km
Sitzplätze/Türen	3/4
Kofferraumvolumen	10.000 l
Höchstgeschwindigkeit	100 km/h
Leistung	92 kW (125 PS)
Zulässiges Gesamtgewicht	3.500 kg
max. Leistungsaufnahme AC	7,1 kW
Maße (L / B / H (mm))	5.700 / 1.998 / 2.552
Preis	60.784 €

Übersicht Merkmale Ersatzvariante Transporter



(Klein)Wagen

Farzeugmodell	Batteriekapazität [kWh]	Reichweite [km]	Ladezeit [h]	Sitzplätze [Stk.]	Kofferraumvolumen [l]	Preis [€]
VW e-up!	32,30	260,00	6,25	5,00	251,00	21421,00
Renault Zoe R110 Z.E.	41,00	316,00	4,50	5,00	338,00	29990,00
Opel Corsa-e	45,00	330,00	14,30	5,00	267,00	29146,00
Hyundai IONIQ Elektro	38,30	311,00	12,25	5,00	357,00	35350,00
Tesla Model 3 Standard Range Plus	50,00	448,00	5,50	5,00	542,00	43560,00
Mercedes-Benz A 250 Plug-in Hybrid	15,60	76,00	1,75	5,00	345,00	37161,00
VW ID.3 Pure	45,00	351,00	7,50	5,00	385,00	30000,00

Kombi

Farzeugmodell	Batteriekapazität [kWh]	Reichweite [km]	Ladezeit [h]	Sitzplätze [Stk.]	Kofferraumvolumen [l]	Preis [€]
Mazda MX30	30,00	200,00	9,75	5,00	366,00	34490,00
Opel Mokka-e	45,00	322,00	5,00	5,00	350,00	34110,00
Hyundai Kona Elektro (39 kWh)	39,20	305,00	4,25	5,00	361,00	34850,00
Skoda Octavia iV Combi Plug-in Hybrid	13,00	70,00	3,30	5,00	490,00	42949,00
Seat Leon Sportstourer e-Hybrid	13,00	70,00	4,00	5,00	620,00	36425,00
VW Passat GTE Plug-in Hybrid	9,90	54,00	3,00	5,00	483,00	44795,00
Renault Kangoo Z.E. (2 Sitzer)	33,00	299,00	7,50	2,00	3000,00	34707,00
Renault Kangoo Maxi Z.E (5 Sitzer)	33,00	299,00	7,50	5,00	1300,00	37270,00
Kia e-Soul(39,2 kWh)	39,20	276,00	12,50	5,00	315,00	33990,00

Kleintransporter

Farzeugmodell	Batteriekapazität [kWh]	Reichweite [km]	Ladezeit [h]	Sitzplätze [Stk.]	Kofferraumvolumen [l]	Preis [€]
Opel Zafira e-Life S	45,00	230,00	5,00	8,00	3600,00	56700,00
Peugeot e-Expert Standard	50,00	212,00	7,50	5,00	4600,00	40890,00
Citroën ë-Jumpy	50,00	212,00	7,50	5,00	4600,00	40890,00
Mercedes e-Vito	35,00	184,00	6,00	2,00	6000,00	40588,00
Opel Vivaro-e	50,00	231,00	4,75	2,00	4600,00	47050,00
Ford Transit Custom Plug-in Hybrid	13,60	50,00	3,00	3,00	6000,00	57066,00
Maxus eDeliver 3	52,50	240,00	10,00	2,00	4800,00	40588,00

Transporter

Farzeugmodell	Batteriekapazität [kWh]	Reichweite [km]	Ladezeit [h]	Sitzplätze [Stk.]	Kofferraumvolumen [l]	Preis [€]
Mercedes eSprinter	35,00	120,00	6,00	2,00	11000,00	64141,00
VW e-Crafter	32,00	173,00	5,20	3,00	10700,00	62524,00
Fiat E-Ducato	47,00	146,00	4,80	3,00	10000,00	65926,00
Renault Master Z.E.	33,00	193,00	10,80	3,00	7750,00	63684,00

Maxus EV80	56,00	190,00	8,00	3,00	10000,00	60784,00

Alternativen (E-Bikes etc.)

Typ	el. Reichweite [km]	Zuladung [kg]	Preis [€]	cherungspflicht (j=1 |	Geschwindigkeit [km/h]	Flexibilität
E-Scooter	35,00	100,00	600,00	1,00	20,00	0,00
Lastenrad	50,00	150,00	2500,00	0,00	25,00	1,00
E-Bike	50,00	95,00	1000,00	0,00	25,00	1,00

Anlage 4: Berechnung Treibhausgas-Einsparung

Faktoren: Energiedichte Diesel: 0,00996 MWh/l
Emissionsfaktor Diesel: 0,266 tCO2/MWh

Schätzwerte

Ref.Nr.	Kennzeichen	Modell	Rohdaten km pro Jahr	Laufleistung pro Jahr	geschätzter Kraftstoffverbrauch pro 100 km	Kraftstoffverbrauch pro Jahr	Energiemenge pro Jahr	CO2-Einsparpotenzial pro Jahr
10	KL-H 1040	Kombi, Reichweite min. 200 km und Platz für Transporte	5.335 km/a	5.400 km/a	6 l/100 km	324,00 l/a	3,23 MWh/a	0,86 tCO2/a
10	KL-H 1017	Kleinwagen (Ford Fiesta)	8.347 km/a	8.400 km/a	5 l/100 km	420,00 l/a	4,18 MWh/a	1,11 tCO2/a
10	KL-H 1018	Kleinwagen (Opel Astra)	15.114 km/a	15.200 km/a	5 l/100 km	760,00 l/a	7,57 MWh/a	2,01 tCO2/a
10	KL-H 1012	Kleinwagen (Opel Astra)	14.944 km/a	15.000 km/a	5 l/100 km	750,00 l/a	7,47 MWh/a	1,99 tCO2/a
10	KL-H 1013	Ford Kastenwagen 2-Sitzer	3.904 km/a	4.000 km/a	8 l/100 km	320,00 l/a	3,19 MWh/a	0,85 tCO2/a
15	KL-H 1502	Kombi (Allrad Geländewagen, Dacia)	6.527 km/a	6.600 km/a	8 l/100 km	528,00 l/a	5,26 MWh/a	1,40 tCO2/a
30	KL-H 3053	Kombi (VW Golf Plus)	3.569 km/a	3.600 km/a	7 l/100 km	252,00 l/a	2,51 MWh/a	0,67 tCO2/a
30	KL-H 3052	Kombi (VW Golf Plus)	2.852 km/a	2.900 km/a	7 l/100 km	203,00 l/a	2,02 MWh/a	0,54 tCO2/a
30	KL-H 3051	Kleinwagen (VW Polo)	13.963 km/a	14.000 km/a	5 l/100 km	700,00 l/a	6,97 MWh/a	1,85 tCO2/a
30	KL-H 3055	Kleinwagen (VW Polo)	18.390 km/a	18.400 km/a	5 l/100 km	920,00 l/a	9,16 MWh/a	2,44 tCO2/a
30	KL-H 3041	Kombi, hier kommt wegen Langstrecken nur Hybrid in Frage		15.000 km/a	6 l/100 km	900,00 l/a	8,96 MWh/a	2,38 tCO2/a
30	KL-H 3082	Kombi, Leasing-Fahrzeug		15.000 km/a	6 l/100 km	900,00 l/a	8,96 MWh/a	2,38 tCO2/a
30	KL-H 3087	Kombi, Leasingvertrag endet am 21.01.2021		15.000 km/a	6 l/100 km	900,00 l/a	8,96 MWh/a	2,38 tCO2/a
30	KL-H 3088	Kombi (Hyundai I30)		15.000 km/a	6 l/100 km	900,00 l/a	8,96 MWh/a	2,38 tCO2/a
30	KL-H 3089	Kombi	21.521 km/a	21.600 km/a	6 l/100 km	1.296,00 l/a	12,91 MWh/a	3,43 tCO2/a
30	KL-H 3001	Kombi (Hyundai I30)	7.000 km/a	7.000 km/a	6 l/100 km	420,00 l/a	4,18 MWh/a	1,11 tCO2/a
30	KL-H 3004	Kombi (Hyundai Tucson)	12.000 km/a	12.000 km/a	6 l/100 km	720,00 l/a	7,17 MWh/a	1,91 tCO2/a
30	KL-H 3085	Kleinbus (VW Multivan)	18.463 km/a	18.500 km/a	10 l/100 km	1.850,00 l/a	18,43 MWh/a	4,90 tCO2/a
30	KL-H 3086	Kleinbus (VW Multivan)	22.537 km/a	22.600 km/a	10 l/100 km	2.260,00 l/a	22,51 MWh/a	5,99 tCO2/a
40	KL-H 4001	Kleinbus (9-Sitzer), Leihvertrag Pro Humanis		15.000 km/a	10 l/100 km	1.500,00 l/a	14,94 MWh/a	3,97 tCO2/a
50	KL-H 5017	Kleinwagen (Opel Corsa)	6.840 km/a	6.900 km/a	5 l/100 km	345,00 l/a	3,44 MWh/a	0,91 tCO2/a
50	KL-H 5005	Transporter (Opel Movano)	320 km/a	400 km/a	8 l/100 km	32,00 l/a	0,32 MWh/a	0,08 tCO2/a
50	KL-6535	Kleinbus (9-Sitzer)	450 km/a	500 km/a	10 l/100 km	50,00 l/a	0,50 MWh/a	0,13 tCO2/a
50	KL-H 5006	Transporter (Opel Movano)	5.400 km/a	5.400 km/a	8 l/100 km	432,00 l/a	4,30 MWh/a	1,14 tCO2/a
50	KL-H 5009	Transporter (Opel Movano)	5.800 km/a	5.800 km/a	8 l/100 km	464,00 l/a	4,62 MWh/a	1,23 tCO2/a
50	KL-H 5001	Transporter (Mercedes Sprinter)	1.700 km/a	1.700 km/a	12 l/100 km	204,00 l/a	2,03 MWh/a	0,54 tCO2/a
50	KL-6501	Kleinbus (Opel Vivaro)	9.429 km/a	9.500 km/a	8 l/100 km	760,00 l/a	7,57 MWh/a	2,01 tCO2/a
50	KL-H 5016	Kastenwagen (Citroen Jumper)	6.100 km/a	6.100 km/a	12 l/100 km	732,00 l/a	7,29 MWh/a	1,94 tCO2/a
50	KL-H 5014	Transporter (Opel Movano)	13.650 km/a	13.700 km/a	8 l/100 km	1.096,00 l/a	10,92 MWh/a	2,90 tCO2/a

51	KL-6537	Kombi, Transporte	569 km/a	600 km/a	6 l/100 km	36,00 l/a	0,36 MWh/a	0,10 tCO2/a
51	KL-H 5100	Kombi (Opel Combo)	16.030 km/a	16.100 km/a	6 l/100 km	966,00 l/a	9,62 MWh/a	2,56 tCO2/a
51	KL-H 5101	Kombi (Opel Combo)	27.137 km/a	27.200 km/a	6 l/100 km	1.632,00 l/a	16,25 MWh/a	4,32 tCO2/a
61	KL-6665	Mercedes Kastenwagen (5-Sitzer)	2.500 km/a	2.500 km/a	12 l/100 km	300,00 l/a	2,99 MWh/a	0,79 tCO2/a
63	KL-H 6304	Kombi (Opel Mokka)	9.800 km/a	9.800 km/a	6 l/100 km	588,00 l/a	5,86 MWh/a	1,56 tCO2/a
65	KL-6502	Kombi (VW Caddy)	4.977 km/a	5.000 km/a	7 l/100 km	350,00 l/a	3,49 MWh/a	0,93 tCO2/a
65	KL-H 6504	Kombi (Renault Kangoo)	4.278 km/a	4.300 km/a	7 l/100 km	301,00 l/a	3,00 MWh/a	0,80 tCO2/a
65	KL-H 6502	Kombi (VW Caddy)	6.156 km/a	6.200 km/a	7 l/100 km	434,00 l/a	4,32 MWh/a	1,15 tCO2/a
65	KL-H 6512	Kleinbus (Opel Vivaro)	2.311 km/a	2.400 km/a	8 l/100 km	192,00 l/a	1,91 MWh/a	0,51 tCO2/a
65	KL-H 6509	Transporter (Mercedes Sprinter)	2.668 km/a	2.700 km/a	12 l/100 km	324,00 l/a	3,23 MWh/a	0,86 tCO2/a
65	KL-H 6531	Kleinbus (Renault Trafic)	5.007 km/a	5.100 km/a	8 l/100 km	408,00 l/a	4,06 MWh/a	1,08 tCO2/a
65	KL-H 6532	Kleinbus (Renault Trafic)	5.750 km/a	5.800 km/a	8 l/100 km	464,00 l/a	4,62 MWh/a	1,23 tCO2/a
65	KL-H 6510	Kleinbus (Opel)	4.338 km/a	4.400 km/a	8 l/100 km	352,00 l/a	3,51 MWh/a	0,93 tCO2/a
65	KL-H 6508	Kleinbus (Opel Vivaro)	5.844 km/a	5.900 km/a	8 l/100 km	472,00 l/a	4,70 MWh/a	1,25 tCO2/a
65	KL-H 6522	Kleinbus (Opel Vivaro)	7.954 km/a	8.000 km/a	8 l/100 km	640,00 l/a	6,37 MWh/a	1,70 tCO2/a
65	KL-H 6503	Peugeot Expert Kastenwagen	7.787 km/a	7.800 km/a	8 l/100 km	624,00 l/a	6,22 MWh/a	1,65 tCO2/a
65	KL-H 6501	Transporter (Mercedes Sprinter)	9.761 km/a	9.800 km/a	12 l/100 km	1.176,00 l/a	11,71 MWh/a	3,12 tCO2/a
65	KL-H 6533	Kleinbus (Renault Trafic)	7.291 km/a	7.300 km/a	8 l/100 km	584,00 l/a	5,82 MWh/a	1,55 tCO2/a
66	KL-H 6621	Kombi (Opel Combo)	7.000 km/a	7.000 km/a	6 l/100 km	420,00 l/a	4,18 MWh/a	1,11 tCO2/a
66	KL-H 6620	Kombi (Opel Combo)	8.394 km/a	8.400 km/a	6 l/100 km	504,00 l/a	5,02 MWh/a	1,34 tCO2/a
66	KL-H 6669	Kombi (Opel Astra)	5.980 km/a	6.000 km/a	6 l/100 km	360,00 l/a	3,59 MWh/a	0,95 tCO2/a
66	KL-H 6650	Kombi	2.977 km/a	3.000 km/a	6 l/100 km	180,00 l/a	1,79 MWh/a	0,48 tCO2/a
66	KL-H 6668	Kleinbus (Opel Vivaro)	8.000 km/a	8.000 km/a	6 l/100 km	480,00 l/a	4,78 MWh/a	1,27 tCO2/a
67	KL-H 6707	Kombi (VW Caddy)		6.000 km/a	7 l/100 km	420,00 l/a	4,18 MWh/a	1,11 tCO2/a
67	KL-6710	Kleinwagen (Opel Meriva)	6.000 km/a	6.000 km/a	5 l/100 km	300,00 l/a	2,99 MWh/a	0,79 tCO2/a
67	KL-H 6702	Kleinwagen (Opel Agila)	5.000 km/a	5.000 km/a	5 l/100 km	250,00 l/a	2,49 MWh/a	0,66 tCO2/a
67	KL-H 6793	Kombi (VW Caddy)	6.000 km/a	6.000 km/a	7 l/100 km	420,00 l/a	4,18 MWh/a	1,11 tCO2/a
67	KL-H 6794	Kombi (VW Caddy)	5.500 km/a	5.500 km/a	7 l/100 km	385,00 l/a	3,83 MWh/a	1,02 tCO2/a
67	KL-H 6797	Kombi (Suzuki Grand Vitara)	6.000 km/a	6.000 km/a	8 l/100 km	480,00 l/a	4,78 MWh/a	1,27 tCO2/a
67	KL-H 6712	Kleinbus (Toyota)	6.000 km/a	6.000 km/a	10 l/100 km	600,00 l/a	5,98 MWh/a	1,59 tCO2/a
SK	KL-H 7003	Kombi (Mercedes-Benz C 180 Kompressor)	9.137 km/a	9.200 km/a	6 l/100 km	552,00 l/a	5,50 MWh/a	1,46 tCO2/a
SK	KL-H 7077	Mercedes geschlossener Kastenwagen	7.215 km/a	7.300 km/a	12 l/100 km	876,00 l/a	8,72 MWh/a	2,32 tCO2/a
SK	KL-H 6717	Peugeot geschlossener Kastenwagen	14.000 km/a	14.000 km/a	12 l/100 km	1.680,00 l/a	16,73 MWh/a	4,45 tCO2/a
			SUMME	534.500 km/a		38.688,00 l/a	385,33 MWh/a	**102,50 tCO2/a**

Standort		Aufteilung Benennung		Anzahl Pakplätze	Anzahl Fahrzeuge Gesamt	Gesamt-anzahl E-Fahrzeug Fuhrpark	Anzahl Fhzg. Fuhrpark geringe Ladeleistung <4,6 kW	4,6 kW		11 kW		22 kW		IST Lade-punkte Anzahl	IST - Aktuelle Lade-leistung	IST + Soll Gesamt Potenzial LP für Fuhrpark	einzelne Parkfläche spezifisch der Lade-leistung bei 22 kW Lade-punkte	Gesamt-leistung LIS mit Gleich-zeitigkeits-faktor =1	Gesamt-leistung Ladeinfrastruktur spezifische Last-annahme (Ladeleistung Fahrzeuge)	Leistung im Durchschnitt auf die Fuhrpark-analyse mit Ladezeit - Standzeit	unter Berück-sichtigung der techn. Vorgaben Mindestlast entsprechend Fahrzeug-spezifikation	Lade-leistung im Durch-schnitt auf die Fuhrpark-analyse mit Ladezeit - Standzeit	Gesamtleistung Standort mit Last-management Ladeleistung entsprchend Fahrzeug Ladeleistung	Leistung Parkplatz mit Last-management Ladeleistung in Abhängigkeit mit Ladedauer	max. Gesamtleistung Lade-infrastruktur ohne spezifische Lastannahme kW	mit Last-management	ohne Begrenzung
Rathaus		Nord	Lauterstraße	45	10	55	2	9,2	kW	2	22 kW	6	132 kW	6	132 kW	10	220 kW	176 kW	163,2 kW	2,1203 kW	34 kW	139,8 kW	90,3365 kW	2,163 kW	374,00 kW	31,2 kW	44,0 kW
		Ost	hinter Bürgercenter	17	k.A.	17		0	kW		0 kW		0 kW	0	0 kW	0	0 kW	0 kW	0 kW		17 kW			kW		0,0 kW	0,0 kW
		Süd	Vorplatz	65	k.A.	65		0	kW		0 kW		0 kW	0	0 kW	0	0 kW	0 kW	0 kW		65 kW			kW		0,0 kW	0,0 kW
		West	Maxstraße	10	7	17	4	18,4	kW	4	44 kW	0	0 kW	0	0 kW	7	154 kW	88 kW	62,4 kW		23,8 kW			1,514 kW		62,4 kW	88,0 kW
Rathaus Nord	Benzinoring	(Innenhof)		25	19	17	4	18,4	kW	11	121 kW	2	44 kW	2	44 kW	19	374 kW	209 kW	183,4 kW	3,9222 kW	57,8 kW	61,2 kW	117,2254 kW	3,677 kW	462,00 kW	139,4 kW	165,0 kW
	Lauterstraße	Lauterstraße		10	k.A.	4	4	18,4	kW		0 kW	0	0 kW	0	0 kW	0	88 kW	44 kW	18,4 kW		3,4 kW			kW		18,4 kW	44,0 kW
Rathaus West	Maxstraße		Maxstraße / Maxschule	65	2	67		0	kW	1	11 kW	1	22 kW	0	0 kW	2	44 kW	33 kW	33 kW	0,3141 kW	6,8 kW	6,8 kW	15,4254 kW	0,433 kW	44,00 kW	33,0 kW	33,0 kW
Vogelwoog	Vogelwoog 50			>17	15	10	8	36,8	kW	1	11 kW	1	22 kW	2	44 kW	15	220 kW	121 kW	69,8 kW	1,8031 kW	37,4 kW	37,4 kW	78,5625 kW	1,693 kW	220,00 kW	25,8 kW	77,0 kW
Vogelwoog	Vogelwoog 28			>3	1	1	1	4,6	kW		0 kW		0 kW	2	44 kW	1	22 kW	11 kW	4,6 kW	0,2995 kW	3,4 kW	3,4 kW	7,4857 kW	0,216 kW	22,00 kW	-39,4 kW	-33,0 kW
Stadtbildpflege	Daennerstraße			>220	209	209	14	64,4	kW	26	286 kW	15	330 kW	38	572 kW	56	1210 kW	770 kW	680,4 kW	15,6440 kW	187 kW	187 kW	421,4463 kW	21,809 kW	1210,00 kW	108,4 kW	198,0 kW
Grünflächenamt	Donnersbergstraße		Friedhof	>45	38	38	4	18,4	kW	4	44 kW		0 kW	0	0 kW	38	176 kW	88 kW	62,4 kW	2,0035 kW	27,2 kW	27,2 kW	61,2476 kW	1,830 kW	176,00 kW	62,4 kW	88,0 kW
Feuerwehr	An der Feuerwache			>100	92	92	3	13,8	kW	2	22 kW	1	22 kW	2	44 kW	92	132 kW	77 kW	57,8 kW	0,9754 kW	20,4 kW	20,4 kW	51,9743 kW	1,298 kW	132,00 kW	13,8 kW	33,0 kW
Jugendhaus	Augustastraße			>10	2	2	2	9,2	kW		0 kW		0 kW	0	0 kW	2	44 kW	22 kW	9,2 kW	0,2547 kW	6,8 kW	6,8 kW	17,1743 kW	0,433 kW	44,00 kW	9,2 kW	22,0 kW
Schule am Beilstein	Velmannstraße			>4	1	1	1	4,6	kW		0 kW		0 kW	0	0 kW	1	22 kW	11 kW	4,6 kW	0,1796 kW	6,8 kW	6,8 kW	14,9714 kW	0,070 kW	22,00 kW	4,6 kW	11,0 kW
Fritz-Walter-Schule	Erfurter Straße 68			>3	1	1	1	4,6	kW		0 kW		0 kW	0	0 kW	1	22 kW	11 kW	4,6 kW	0,05501 kW	3,4 kW	3,4 kW	7,4857 kW	0,055 kW	22,00 kW	4,6 kW	11,0 kW