

Mobilitätskonzept



**Erstellt im Auftrag der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
durch die EcoLibro GmbH**

I. Impressum

Titel: „Erstellung eines Mobilitätskonzepts für die Westfälische
Wilhelms-Universität Münster“

Auftraggeberin: Westfälische Wilhelms-Universität Münster
48149 Münster

Auftragnehmerin: EcoLibro GmbH
Lindlaustraße 2c
53842 Troisdorf
Tel.: 02241 26599 0
E-Mail: knut.petersen@ecolibro.de

Unterauftragnehmerin: B.A.U.M Consult GmbH
Alfred-Fischer-Weg 12
59073 Hamm
www.baumgroup.de

II. Inhaltsverzeichnis

1	AUSGANGSSITUATION	11
2	ABLAUF DES BERATUNGSPROJEKTES	13
2.1	Standortanalyse	13
2.2	Beschäftigten- und Studierendenbefragung	14
2.3	Wohnstandort- und Erreichbarkeitsanalyse	15
2.4	Prozessanalyse	16
2.5	Fahrdatenanalyse (Quick-Check)	16
2.6	Elektromobilitätskonzept	17
3	DARSTELLUNG DER WESENTLICHEN ANALYSEERGEBNISSE	18
3.1	Standortanalyse	18
3.1.1	<i>Friednerstr./Medizin</i>	20
3.1.2	<i>Schloss/Hüfferstraße/Robert-Koch-Straße</i>	21
3.1.3	<i>Innenstadt</i>	22
3.1.4	<i>Scharnhorstraße/Aaseemensa</i>	23
3.1.5	<i>Naturwissenschaftliches Zentrum (NWZ)</i>	24
3.1.6	<i>Leonardo-Campus/Hostmarer Landweg</i>	25
3.2	Beschäftigten- und Studierendenbefragung	26
3.3	Wohnstandort- und Erreichbarkeitsanalyse	31
3.3.1	<i>Wohnstandortanalyse</i>	31
3.3.2	<i>Erreichbarkeitsanalyse</i>	36
3.3.2.1	<i>Innenstadt</i>	36
3.3.2.2	<i>Schlossgarten/Schlossplatz</i>	42
3.3.2.3	<i>Naturwissenschaftliches Zentrum (NWZ)</i>	44
3.3.2.4	<i>Leonardo-Campus/Hostmarer Landweg</i>	45
3.3.2.5	<i>Scharnhorstraße</i>	45
3.3.2.6	<i>Hüffercampus (Hüfferstraße und Robert-Koch-Straße)</i>	46
3.4	Prozessanalyse	47
3.5	Fahrdatenanalyse	50
3.5.1	<i>Standort Leonardo Campus</i>	51
3.5.2	<i>Standort Orleans Ring</i>	54
3.5.3	<i>Standort Corrensstraße</i>	56

3.5.4	<i>Standort Hammer Straße</i>	58
3.5.5	<i>Standort Hüfferstraße</i>	60
3.5.6	<i>Standort Krummer Timpen</i>	62
3.5.7	<i>Standort Robert-Koch Straße</i>	64
3.5.8	<i>Standort Röntgenstraße</i>	66
3.5.9	<i>Standort Schlossgarten</i>	67
3.5.10	<i>Zusammenfassung</i>	69
4	ELEKTROMOBILITÄTSKONZEPT	70
4.1	Nutzungsgruppenanalysen	70
4.1.1	<i>Fuhrpark der WWU</i>	70
4.1.1.1	Allgemeines	70
4.1.1.2	Dienstwagen mit privater Nutzung	72
4.1.1.3	Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)	73
4.1.1.4	Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)	74
4.1.1.5	CO ₂ Ausstoß des gesamten Fuhrparks (Tank-to-Wheel)	78
4.1.2	<i>Beschäftigte und Studierende</i>	80
4.1.2.1	Befragung der Beschäftigten und Studierenden	81
4.1.2.2	Wohnstandortanalyse der Beschäftigten	83
4.1.2.3	Studierende	87
4.2	Ladestandortanalyse	88
4.3	Technische Konzeptionierung	90
4.3.1	<i>Ladeinfrastrukturbedarfsberechnungen</i>	90
4.3.1.1	Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)	90
4.3.1.2	Beschäftigte	92
4.3.1.3	Studierende	94
4.3.1.4	Zusammenfassung	94
4.3.2	<i>Technische Aspekte beim Aufbau der Fahrzeugbeschaffung und Ladeinfrastruktur</i>	95
4.3.2.1	Technische Parameter für die Fahrzeugbeschaffung für den Fuhrpark	95
4.3.2.1.1	Akkukapazität und Ladeleistung	95
4.3.2.1.2	Wartungsrelevante Komponenten	98
4.3.2.2	Technische Aspekte Ladeinfrastruktur	99
4.3.2.2.1	Ladestationen	99

4.3.2.2.2	Lastmanagement	100
4.4	Organisatorische Konzeptionierung	102
4.4.1	Grundlagen	102
4.4.1.1	Elemente des Betriebs von Ladeinfrastruktur	102
4.4.1.1.1	Technische Prüfungen bei Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung	103
4.4.1.1.2	Technische Betriebsüberwachung	103
4.4.1.1.3	Kund:innenservice	103
4.4.1.1.4	Bereitstellung von Reservierungssystemen	104
4.4.1.1.5	Bereitstellung von Zugangs- und Bezahlssystemen	104
4.4.1.1.6	Abrechnung von Ladevorgängen	104
4.4.1.2	Rollen beim Betrieb von Ladeinfrastruktur	106
4.4.1.2.1	CPO (Charge Point Operator)	106
4.4.1.2.2	CSO (Charging Station Owner)	107
4.4.1.2.3	EMP (E-Mobility Provider)	107
4.4.1.2.4	Backend-Provider	108
4.4.1.2.5	Roaming Operator (ROP)	109
4.4.1.2.6	Zahlungsdienstleistende	109
4.4.1.2.7	Ladepunktnutzer:in	109
4.4.1.2.8	Stromlieferant:in	110
4.4.1.2.9	Verteilnetzbetreibender (VNB)	110
4.4.2	Handlungsempfehlungen	112
4.4.2.1	Zugang, Organisation, Abrechnung	112
4.4.2.1.1	Private Fahrzeuge von Beschäftigten	112
4.4.2.1.2	Fuhrpark	115
4.4.2.2	Technischer Betrieb / Kund:innenservice	115
5	MAßNAHMENENTWICKLUNG	117
5.1	Maßnahmenworkshop	117
5.2	Beschreibung der Maßnahmen	119
5.2.1	<i>Pedelecs, Lastenpedelecs und Falträder im Pool</i>	119
5.2.2	<i>Einführung BikeSharing</i>	121
5.2.3	<i>Einführung Dispositionssoftware</i>	122
5.2.4	<i>E-Pkw mit bedarfsgerechter Akkukapazität</i>	124

5.2.5	<i>Einbindung einer Reiseplanungssoftware</i>	125
5.2.6	<i>Bedarfsgerechte Ausgestaltung des Fuhrparks unter Berücksichtigung des öffentlichen CarSharings</i>	127
5.2.7	<i>Bereitstellung von Bahncards auf Basis einer Bedarfsprognose</i>	129
5.2.8	<i>Anreize zur Nutzung alternativer Verkehrsmittel (Mobilität auf dem Arbeitsweg)</i>	130
5.2.9	<i>Parkraummanagement</i>	131
5.2.10	<i>Erarbeitung Kommunikationsbausteine</i>	134
5.2.11	<i>Prüfung und Verbesserung der Zweiradinfrastruktur</i>	136
5.2.12	<i>Zertifizierung als fahrradfreundlicher Arbeitgeber</i>	137
5.2.13	<i>Fahrradsicherheitstraining</i>	139
5.2.14	<i>Fahrgemeinschaftstool</i>	140
5.2.15	<i>Sonderkonditionen für Radstationen</i>	142
6	ZUSAMMENFASSUNG	144
	LITERATUR- & QUELLENVERZEICHNIS	148

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Perspektive der Befragungsteilnehmer:innen.....	15
Abbildung 3-1: Übersicht der Standorte (eigene Darstellung Basis Openstreetmap)	18
Abbildung 3-2: Übersicht Standort Fliednerstr./Medizin (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)	20
Abbildung 3-3: Übersicht Merkmale am Standort Fliednerstr./Medizin	20
Abbildung 3-4: Übersicht Standort Schloss/Hüfferstraße/Robert-Koch-Straße (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)	21
Abbildung 3-5: Übersicht Merkmale am Standort Schloss/Hüfferstraße/Robert-Koch-Straße.....	21
Abbildung 3-6: Übersicht Standort Innenstadt (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)	22
Abbildung 3-7: Übersicht Merkmale am Standort Innenstadt	22
Abbildung 3-8: Übersicht Standort Scharnhorststraße (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)	23
Abbildung 3-9: Übersicht Merkmale am Standort Scharnhorststraße.....	23
Abbildung 3-10: Übersicht Standort Naturwissenschaftliches Zentrum (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW).....	24
Abbildung 3-11: Übersicht Merkmale am Standort Naturwissenschaftliches Zentrum	24
Abbildung 3-12: Übersicht Standort Leonardo-Campus/Horstmarer Landweg (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)	25
Abbildung 3-13: Übersicht Merkmale am Standort Leonardo-Campus/Horstmarer Landweg	25
Abbildung 3-14: Teilnehmende der Befragung nach Standort.....	26
Abbildung 3-15: Modal Split für Beschäftigte und Studierende	27
Abbildung 3-16: Modal Split nach Standorten	27
Abbildung 3-17: Dauer Arbeitsweg Studierende und Beschäftigte	28
Abbildung 3-18: Bereitschaft zur Fahrradnutzung bei Autofahrer:innen	29
Abbildung 3-19: Bereitschaft zur ÖPNV-Nutzung bei Autofahrer:innen.....	29
Abbildung 3-20: Übersicht Befragungsergebnisse	30
Abbildung 3-21: Wohnorte Studierende	31
Abbildung 3-22: Studierende je PLZ.....	32
Abbildung 3-23: Anzahl Studierender in Distanzclustern.....	33
Abbildung 3-24: Wohnorte je PLZ Mitarbeitende.....	34
Abbildung 3-25: Wohnorte Mitarbeitende	35
Abbildung 3-26: Anzahl Beschäftigte in Distanzclustern	35

Abbildung 3-27: Innenstadt: Schnellstes Verkehrsmittel	36
Abbildung 3-28: Innenstadt: kostengünstigstes Verkehrsmittel	37
Abbildung 3-29: Innenstadt: Das CO ₂ -ärmste Verkehrsmittel.....	38
Abbildung 3-30: Innenstadt: Das bewegungsintensivste Verkehrsmittel	39
Abbildung 3-31: Innenstadt: Zeitvergleich Pkw/ÖPNV	40
Abbildung 3-32: Innenstadt: Zeitvergleich Pkw/Pedelec.....	40
Abbildung 3-33: Innenstadt: tabellarischer Zeitvergleich Pkw/ÖPNV	41
Abbildung 3-34: Innenstadt: tabellarischer Zeitvergleich Pkw/Pedelec	42
Abbildung 3-35: Schlossgarten/Schlossplatz: Zeitvergleich Pkw/ÖPNV	43
Abbildung 3-36: Schlossgarten/Schlossplatz: tabellarischer Zeitvergleich Pkw/ÖPNV	43
Abbildung 3-37: NWZ: Zeitvergleich Pkw/ÖPNV	44
Abbildung 3-38: NWZ: tabellarischer Zeitvergleich Pkw/ÖPNV.....	45
Abbildung 3-39: Scharnhorststraße: Das schnellste Verkehrsmittel.....	46
Abbildung 3-40: Hüffercampus: tabellarischer Zeitvergleich Pkw vs. ÖPNV	47
Abbildung 3-41: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Leonardo Campus).....	52
Abbildung 3-42: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Leonardo Campus)	53
Abbildung 3-43: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Leonardo Campus)	53
Abbildung 3-44: Tageslastkurve der gleichzeitigen Nutzung von Fahrzeugen pro Tag (Mo-Fr) (Leonardo Campus).....	53
Abbildung 3-45: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Orleans Ring)	54
Abbildung 3-46: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Orleans Ring).....	55
Abbildung 3-47: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Orleans Ring)	56
Abbildung 3-48: Tageslastkurve der gleichzeitigen Nutzung von Fahrzeugen pro Tag (Mo-Fr) (Orleans Ring).....	56
Abbildung 3-49: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Corrensstraße)	57
Abbildung 3-50: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Corrensstraße).....	57
Abbildung 3-51: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Corrensstraße)	58
Abbildung 3-52: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Hammer Straße).....	59
Abbildung 3-53: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Hammer Straße)	59
Abbildung 3-54: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Hammer Straße)	60
Abbildung 3-55: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Hüfferstraße)	61
Abbildung 3-56: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Hüfferstraße).....	61
Abbildung 3-57: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Hüfferstraße)	62

Abbildung 3-58: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Krummer Timpen).....	63
Abbildung 3-59: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Krummer Timpen)	63
Abbildung 3-60: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Krummer Timpen).....	64
Abbildung 3-61: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Robert-Koch Straße)	64
Abbildung 3-62: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Robert-Koch Straße).....	65
Abbildung 3-63: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Robert-Koch Straße).....	65
Abbildung 3-64: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Röntgenstraße).....	66
Abbildung 3-65: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Röntgenstraße)	66
Abbildung 3-66: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Röntgenstraße).....	67
Abbildung 3-67: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Schlossgarten).....	68
Abbildung 3-68: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Schlossgarten)	68
Abbildung 3-69: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Schlossgarten).....	69
Abbildung 4-1: Anteile der Fahrzeugklassen im Fuhrpark.....	70
Abbildung 4-2: Antriebsarten aller Fahrzeuge des Fuhrparks	71
Abbildung 4-3 Dienstwagen mit privater Nutzung.....	72
Abbildung 4-4: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)	74
Abbildung 4-5: Pkw ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb).....	75
Abbildung 4-6: Transporter/Van ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb).....	76
Abbildung 4-7: LKW/Sonderfahrzeuge ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)	77
Abbildung 4-8: Jährlicher CO ₂ Ausstoß nach Antriebsarten	78
Abbildung 4-9: CO ₂ -Ersparnis bei sofortiger 100%igen Elektrifizierung (Strommix, DE)	80
Abbildung 4-10: Hinderung Besitz E-Auto	82
Abbildung 4-11: Wohnstandortanalyse - Übersichtskarte.....	84
Abbildung 4-12: Wohnstandortanalyse – bis 30 km	85
Abbildung 4-13: Wohnstandortanalyse – bis 10 km	86
Abbildung 4-14: Standortübersicht WWU	88
Abbildung 4-15: Bedarf Ladeinfrastruktur	93
Abbildung 4-16: Lifecycle Betrachtung von BEV in Abhängigkeit der Batteriegröße	95
Abbildung 4-17: Vergleich der technischen Parameter von Transportern	96
Abbildung 4-18: DC Ladekurve eines Volkswagen ID.3	97
Abbildung 4-19: Messhierarchie des Lademanagement	101
Abbildung 4-20: Akteur:innen und Rollen bei der Abrechnung von internen Ladevorgängen der Beschäftigten bei Einbindung eines EMP.....	110

Abbildung 4-21: Akteur:innen und Rollen bei der Abrechnung von Ladevorgängen externer Nutzer:innen von Ladekarten externer EMP und Roaming	111
Abbildung 4-22: Akteur:innen und Rollen bei der Abrechnung von internen Ladevorgängen der Beschäftigten bei Einbindung eines EMP in Kombination mit der Abrechnung von Ladevorgängen externer Nutzer:innen von Ladekarten externer EMP und Roaming	111
Abbildung 4-23: Akteur:innen und Rollen bei der Abrechnung jeglicher Ladevorgänge (intern und extern) ausschließlich über Zahlungsdienstleistende (Nur Akzeptanz gängiger bargeldlose Zahlungsmittel, keine Akzeptanz von Ladekarten externer EMP und Roaming).....	111
Abbildung 5-1: Priorisierte Maßnahmen: Dienstliche Mobilität	118
Abbildung 5-2: Priorisierte Maßnahmen: Anreize	118
Abbildung 5-3: Priorisierte Maßnahmen: Infrastruktur & Angebote	119

III. Abbildungsverzeichnis

Tabelle 3-2: Verteilung der Fahrzeuge je Standort für die Fahrdatenanalyse	51
Tabelle 4-1: Verteilung der NHL auf die Entfernungscluster.....	87
Tabelle 4-2: Nutzungsgruppen mit Ladestandorten.....	89
Tabelle 4-3: Leistungsberechnung am Standort 2.....	91
Tabelle 4-4: Mindestanschlussleistungen je Standort 2035	94

1 Ausgangssituation

Die Westfälische Wilhelms-Universität (WWU) Münster steht als Universität vor der Herausforderung, sich als Institution auch im Bereich Mobilität zukunftsgerecht und nachhaltig zu entwickeln. Mit etwa 45.000 Studierenden und über 7.000 hauptamtlichen Beschäftigten ist die WWU Münster eine der größten Hochschulen in Deutschland und einer der größten Arbeitgeber in Münster und Umgebung. 15 Fachbereiche mit 120 Studienfächern sowie rund 30 wissenschaftliche Zentren bilden an der WWU das institutionelle Gerüst. Ihr umfangreiches Studienangebot und vielfältiges Forschungsprofil sowie die Atmosphäre und Lebensqualität der Stadt Münster machen sie zu einem Anziehungspunkt für Studierende und Wissenschaftler aus dem In- und Ausland.

Eingebettet in die städtische Infrastruktur ist die WWU verantwortlich für einen Teil der Mobilität in Münster und der Einpendelbewegungen nach Münster. Die WWU Münster ist keine Campus-Universität. Die über 200 von ihr genutzten Gebäude, verteilen sich über das westliche Stadtgebiet von Münster. Ein Großteil der Fachbereiche ist auf mindestens zwei Standorte verteilt. Sie lassen sich in insgesamt sechs Hauptstandorte clustern. Die flächenmäßig größten Standorte der WWU Münster sind die Standorte Innenstadt und das Naturwissenschaftliche Zentrum (NWZ). Insgesamt sind die folgenden Standorte der WWU nicht weit voneinander entfernt und mit verschiedenen Verkehrsmitteln erreichbar:

- Innenstadt
- Schlossgarten/Schlossplatz
- Naturwissenschaftliches Zentrum (NWZ)
- Leonardo-Campus/Horstmarer Landweg
- Scharnhorststraße
- Hüffercampus (Hüfferstraße und Robert-Koch-Straße)

Aufgrund des Standorts sowie der unterschiedlichen Aufgaben und Ziele der WWU ergeben sich verschiedene Mobilitätsanforderungen: Studierende, die lokal zwischen dem Wohnort, Universitätsstandorten sowie der Mensen und Bibliotheken mobil sind, sowie mehrere tausend Mitarbeiter:innen, die ihrer Arbeit in Forschung, Lehre und Verwaltung nachgehen und dafür regional, national und international mobil sein

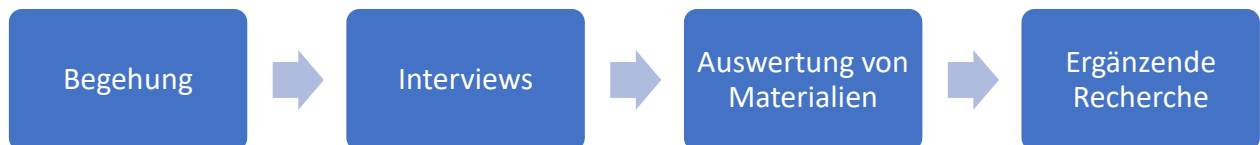
müssen. Hieraus ergeben sich unterschiedliche Mobilitätsarten. Die im Wesentlichen zu betrachtenden Mobilitätsformen sind der Pendelverkehr (Ziel zu Ziel), die Binnenmobilität zwischen den Standorten der WWU und weiterer Einrichtungen.

Um mögliche Maßnahmen zu identifizieren, die die Mobilität der WWU-Angehörigen bedürfnisgerecht, umwelt- und sozialverträglich zu gestalten, wurde das vorliegende Konzept erstellt.

2 Ablauf des Beratungsprojektes

In den folgenden Abschnitten wird die grundsätzliche Vorgehensweise der in diesem Projekt eingesetzten Analysemethoden näher beschrieben.

2.1 Standortanalyse



Im Rahmen der Entwicklung eines Mobilitätskonzeptes für die WWU ist die Standortanalyse ein grundlegendes Werkzeug zur Erhebung des Ist-Zustandes der aktuellen Mobilitätssituation vor Ort. Dabei werden die raumstrukturellen Rahmenbedingungen am jeweiligen Standort genauer betrachtet. Diese definieren die Optionen der Beschäftigten, mit denen sie ihre Mobilitätsbedürfnisse realisieren können. Wesentliche Aspekte der raumstrukturellen Rahmenbedingungen sind dabei das verkehrsmittelspezifische Angebot sowie die Erreichbarkeit des Standorts. Diese Aspekte werden bei der Standortanalyse genauestens betrachtet und abgebildet.

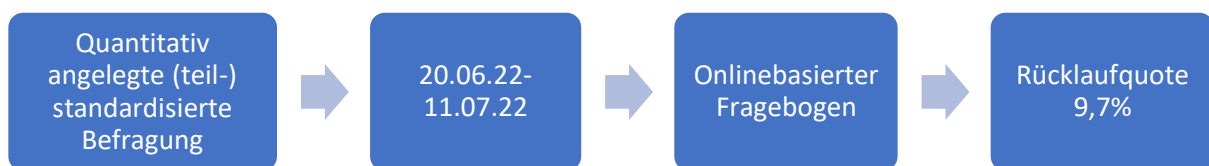
Da aufgrund der Vielzahl von Gebäuden eine Analyse auf Gebäudeebene nicht möglich war, wurden geografisch nah aneinander liegende Gebäude zu Clustern zusammengefasst. Gegenstand der Untersuchung sind sechs Cluster, die im Vorfeld durch die WWU festgelegt wurden. Darin findet sich ein Großteil der Universitätsgebäude im Stadtgebiet wieder:

1. Fliednerstr./Medizin
2. Schloss/Hüfferstraße/Robert-Koch-Straße
3. Innenstadt
4. Scharnhorststraße/Aaseemensa
5. Naturwissenschaftliches Zentrum (NWZ)
6. Leonardo-Campus/Horstmarer Landweg

Die Vorgehensweise besteht aus einer Begehung der Standorte, dem Führen von Interviews mit Beschäftigten und Ansprechpartnern vor Ort, der Auswertung von Materialien der WWU sowie der ergänzenden Recherche zu den Mobilitätsangeboten in der Umgebung der Standorte. Die Standortanalysen gehen auch auf Fragestellungen der Erreichbarkeit für Menschen mit Behinderung ein.

Ziel der Standortanalyse ist es, einen ersten Überblick zum Status-Quo zu generieren und die Standorte sowie deren Umgebung im Detail abzubilden.

2.2 Beschäftigten- und Studierendenbefragung



Die Mobilitätsbefragung unter Studierenden und Beschäftigten der WWU ist ein Analyseelement, das einen Überblick über die Mobilität der Zielgruppen liefert. Dabei sind drei Themenbereiche von besonderer Bedeutung: Das realisierte Verkehrsverhalten der Beschäftigten, die Rahmenbedingungen der Mobilität (z.B. Verkehrsmittelverfügbarkeit) sowie Einstellungen, Haltungen und Präferenzen zu den jeweiligen Verkehrsmitteln. Es wird eine subjektive Momentaufnahme mit dem Fokus auf die Arbeitswege eingefangen. Aufgrund der Beteiligung aller Beschäftigten und Studierenden, aktiviert die Befragung zur Auseinandersetzung mit dem Thema Mobilität und bietet jedem die Möglichkeit ihre Ideen einzubringen. Sie sensibilisiert im Ergebnis für das Thema Mobilität und bietet erste Hinweise auf Bedarfslagen und Potenziale.

Die quantitative Befragung besteht aus einem standardisierten Fragebogen mit offenen und geschlossenen Fragen. Die Befragung wurde im Sommersemester 2022 durchgeführt. Dazu erhielten alle Personen an der WWU per E-Mail einen Link mit der Bitte zur Teilnahme. Parallel wurde über verschiedene Kanäle (z.B. Instagram-Kanal der WWU) zur Teilnahme motiviert.

Die Befragung erhielt einen Rücklauf von 5.055 Fragebögen. Somit konnte eine Rücklaufquote von insgesamt 9,7% erreicht werden. Das Verhältnis von Studierenden und wissenschaftlichem sowie Verwaltungspersonal, lassen sich der folgenden Abbildung 2-1 entnehmen.

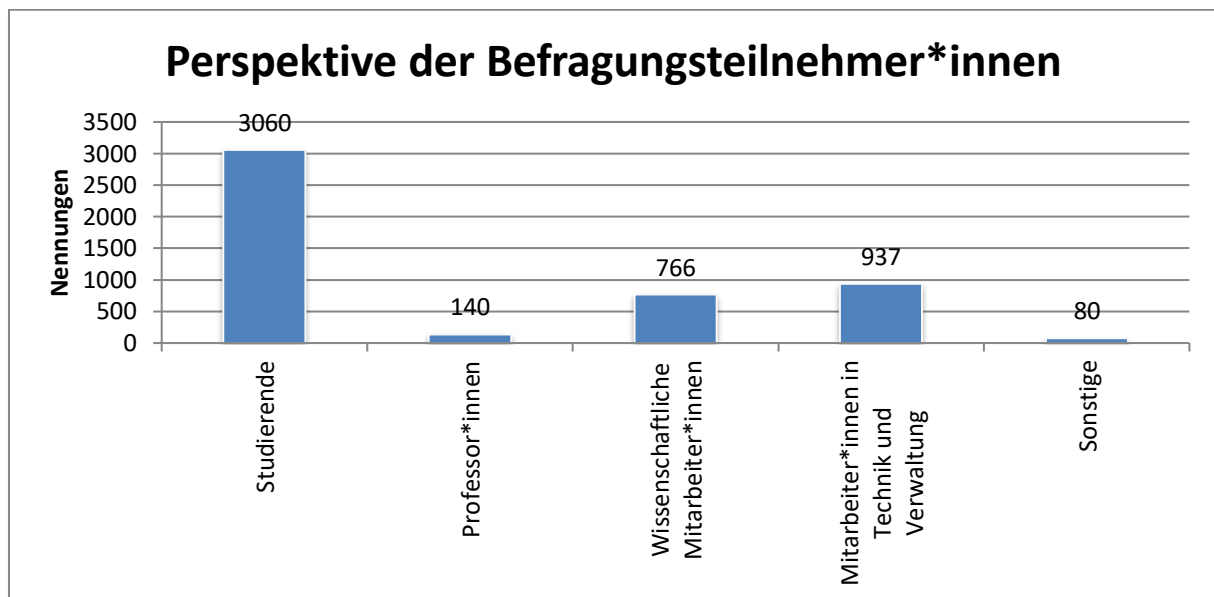


Abbildung 2-1: Perspektive der Befragungsteilnehmer:innen

2.3 Wohnstandort- und Erreichbarkeitsanalyse

Im Rahmen der Wohnstandortanalyse wurden die Wohnorte der Universitätsangehörigen (Mitarbeitende und Studierende) kartographisch aufbereitet, sowohl adressgenau als auch über die Anzahl der Wohnorte in den jeweiligen Postleitzahlbezirken. Die Analyse erfolgte vollständig anonymisiert und ohne die Möglichkeit, Rückschlüsse auf Einzelpersonen zu ziehen. Für die Erreichbarkeitsanalysen der Universitätsstandorte wurden die Wege von ca. 2.000 repräsentativ ausgewählten Haltestellen des ÖV zu den sechs Standorten analysiert und dabei die Parameter Zeit, Kosten, CO₂-Ausstoß und körperliche Bewegung bei Nutzung der verschiedenen Verkehrsmittel erhoben. Die Ergebnisse dieser Analyse können in einem Umfang von bis zu 10-15% von den tatsächlichen Fahrzeiten abweichen, weil sie nicht für die konkreten Wohnorte, sondern repräsentativ ausgewählte Haltestellen erstellt wurde. Sie stellen aber dennoch eine ausreichende

Grundlage zur Ableitung von Handlungsempfehlungen dar. Folgende Verkehrsmittel wurden miteinander verglichen:

- Auto
- Fahrrad
- Pedelec
- E-Roller
- ÖPNV
- ÖPNV+Fahrrad
- Fahrgemeinschaft Fahrer
- Fahrgemeinschaft Mitfahrer
- Pkw klein
- E-Pkw
- Fußweg

2.4 Prozessanalyse

Die angebotene Prozessanalyse wurde in Form von Interviews mit Vertreter:innen der WWU durchgeführt. Ziel der Interviews war es, das derzeit dienstlich gelebte Mobilitätsverhalten kennenzulernen, Gründe für die aktuelle Praxis zu erfahren sowie eine Diskussion über mögliche Ansätze zur Verbesserung zu führen.

2.5 Fahrdatenanalyse (Quick-Check)

Für die Untersuchung der dienstlichen Personenmobilität mit Dienstfahrzeugen wurde an neun verschiedenen Standorten der Universität Münster auf Grundlage von Fahrdaten eines repräsentativen achteinhalbwöchigen Zeitraums (01.09.2019 bis 31.10.2019) die Nutzung der Fahrzeuge betrachtet. Um ein repräsentatives Bild zu erhalten, wurde ein Zeitraum vor der Covid-19 Pandemie ausgewählt. Die Fahrdaten wurden durch die Auftragnehmerin digitalisiert und anschließend ausgewertet. Folgende Daten wurden, in einem mit der Auftraggeberin im Vorfeld abgestimmten Zeitraum, erhoben:

- Datum der Fahrt

- Beginn- und Endzeitpunkt
- Beginn- und Endkilometerstand

Auf Basis der erfassten Fahrdaten wurden verschiedene Auswertungen, wie beispielsweise eine Fahrleistungs- sowie Fahrzeitenanalyse der untersuchten Nutzung erstellt.

2.6 Elektromobilitätskonzept

Das Elektromobilitätskonzept besteht aus den Nutzungsgruppenanalysen, der Ladestandortanalyse sowie der daraus folgenden technischen und organisatorischen Konzeptionierung der benötigten Ladeinfrastruktur. Die genannten Analysen werden im jeweiligen Kapitel detailliert hinsichtlich Ablauf, Vorgehensweise und Ergebnissen beschrieben. Die vorgehenden Analysen aus den Kapiteln 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 und 2.5 werden zum Teil als Bezugspunkt genutzt. Sie werden in der technischen Konzeptionierung an geeigneter Stelle erwähnt.

3 Darstellung der wesentlichen Analyseergebnisse

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Analyseergebnisse zusammengetragen und beschrieben.

3.1 Standortanalyse

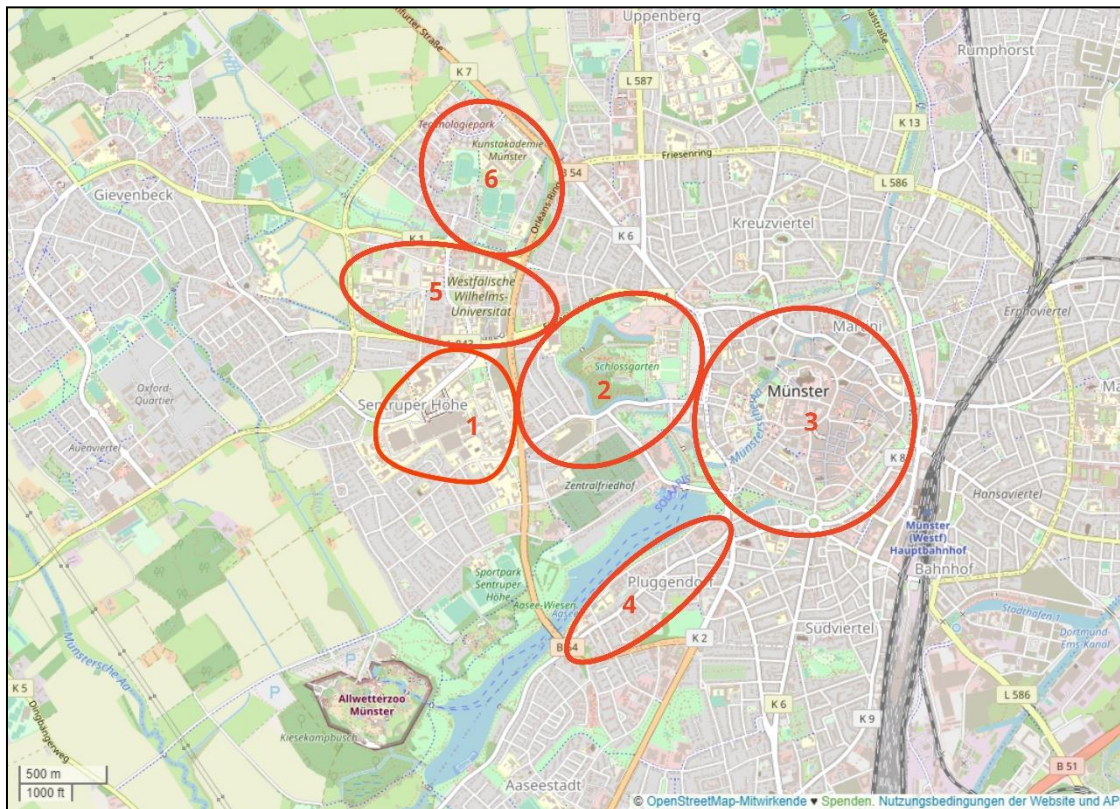


Abbildung 3-1: Übersicht der Standorte (eigene Darstellung Basis Openstreetmap)

Die Standortanalyse wurde separat für sechs Cluster mit Universitätsgebäuden in Münster durchgeführt. Alle Cluster befinden sich in der Nähe zueinander und erstrecken sich über das Stadtgebiet von Münster. Von der Innenstadt und dem Hauptbahnhof sind die Unieinrichtungen vor allem in westlicher Richtung zu finden. Insbesondere um den Orleans-Ring im Osten des Innenstadtgebiets konzentrieren sich eine Vielzahl an universitären Gebäuden und Einrichtungen.

Besonders hervorzuheben ist die Radfahr-Mentalität und Infrastruktur für den Radverkehr in Münster. Begünstigt wird die Nutzung durch eine flache Topographie im Stadtgebiet. Es gibt eine Fahrradstraße („Promenade“), die sich kreisförmig um das

Zentrum erstreckt und ausschließlich für Fahrräder und Fußgänger:innen vorgesehen ist. Die Anbindung an den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) gestaltet sich innerhalb von Münster durch Buslinien. An allen Clustern befinden sich in fußläufiger Standortnähe mäßig bis stark frequentierte Bushaltestellen, die mit einer Taktung von wenigen bis maximal 20 Minuten angefahren werden. Der Hauptbahnhof in Münster bietet überregionalen Anschluss in sämtliche Richtungen. Münster ist über die Bundesstraßen B51, B54 sowie B219 sowohl an die umliegenden Städte und Gemeinden als auch an die Autobahnen A1 und A43 angebunden. Die umliegenden Autobahnkreuze Münster-Süd und Münster-Nord sind, von allen Standorten ausgehend, in rund zehn bis 20 Minuten zu erreichen. Dies kann je nach Verkehrsaufkommen variieren. Zudem befinden sich in der Nähe aller Standorte CarSharing-Stationen des lokalen Anbieters „Stadtteilauto“.

Bei den internen Mobilitätsangeboten der Universität wurden Abstellmöglichkeiten für Fahrräder und Pkw sowie deren Ausstattung geprüft. Es zeigen sich vorrangig Unterschiede in der Quantität und Qualität der Radabstellanlagen. Manche Standorte verfügen über komfortable Fahrradkeller oder -räume, beleuchtete und überdachte Abstellanlagen sowie Duschen und Umkleiden. Insbesondere ist dies bei den neuen Gebäuden der Fall. An vielen älteren Gebäuden stehen einfache Fahrradbügel zur Verfügung. Für die Beschäftigten gibt es an einigen Standorten separate Abstellmöglichkeiten, um hochpreisige Räder sicher abstellen zu können. Gespräche und Beobachtungen machten an fast allen Standorten Engpässe in den Abstellflächen deutlich, die regelmäßig insbesondere zu Vorlesungsbeginn auftreten. In einigen Fällen sind dann auch Fluchtwege von parkenden Rädern vollgestellt.

Im Rahmen des Parkraumangebotes an der WWU wird vereinzelt Parkdruck wahrgenommen. Durch Home-Office-Regelungen seit der Pandemie hat sich die Lage an vielen Gebäuden etwas entspannt. Beschäftigte erhalten Parkausweise und Berechtigungen für die Parkflächen an den Gebäuden (Plaketten). Es findet keine Parkraumbewirtschaftung statt. Das Parkhaus am Coesfelder Kreuz darf auch von Studierenden genutzt werden. Die Auslastung ist aktuell eher gering. Momentan sind keine Parkflächen mit entsprechender Ladeinfrastruktur ausgestattet. Ladepunkte gibt es bisher nur für den universitätseigenen Fuhrpark. Das Laden für Mitarbeitende ist hier nicht möglich.

3.1.1 Fliednerstr./Medizin

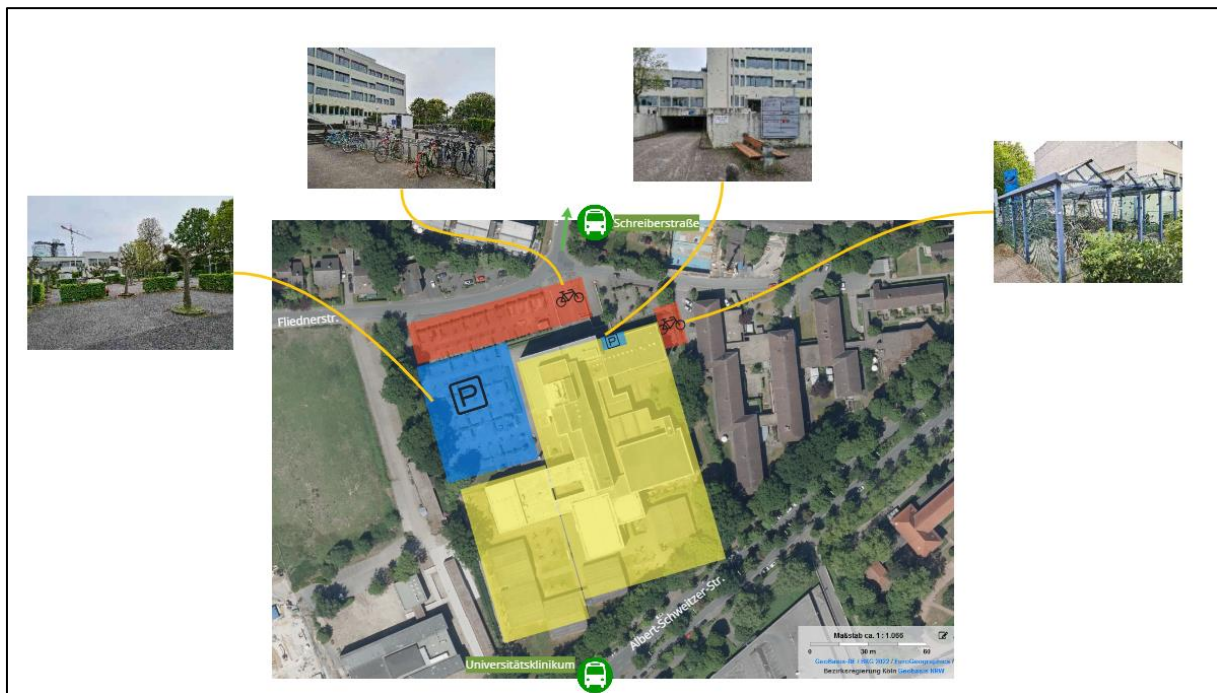


Abbildung 3-2: Übersicht Standort Fliednerstr./Medizin (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)

	Erreichbarkeit	• Außerhalb der Innenstadt gelegen; Nähe zum Naturwissenschaftlichen Zentrum • ÖPNV-Anbindung mit stark frequentiertem Coesfelder Kreuz, Bahnhof ca. 15 Min entfernt • Gute Autoanbindung, Nähe zur B54 • Fahrradfreundliche Infrastruktur und Straßennetz		Angebote	• Viele Abstellmöglichkeiten für Räder, Servicestation, Fahrradkäf für Beschäftigte • 88 Stellplätze + Tiefgarage (40) für Autos • Parkberechtigungen für Beschäftigte (109 Plaketten) • Nächste Ladestation am Universitätsklinikum Münster
--	-------------------------	---	--	-------------------	---

Abbildung 3-3: Übersicht Merkmale am Standort Fliednerstr./Medizin

3.1.2 Schloss/Hüfferstraße/Robert-Koch-Straße

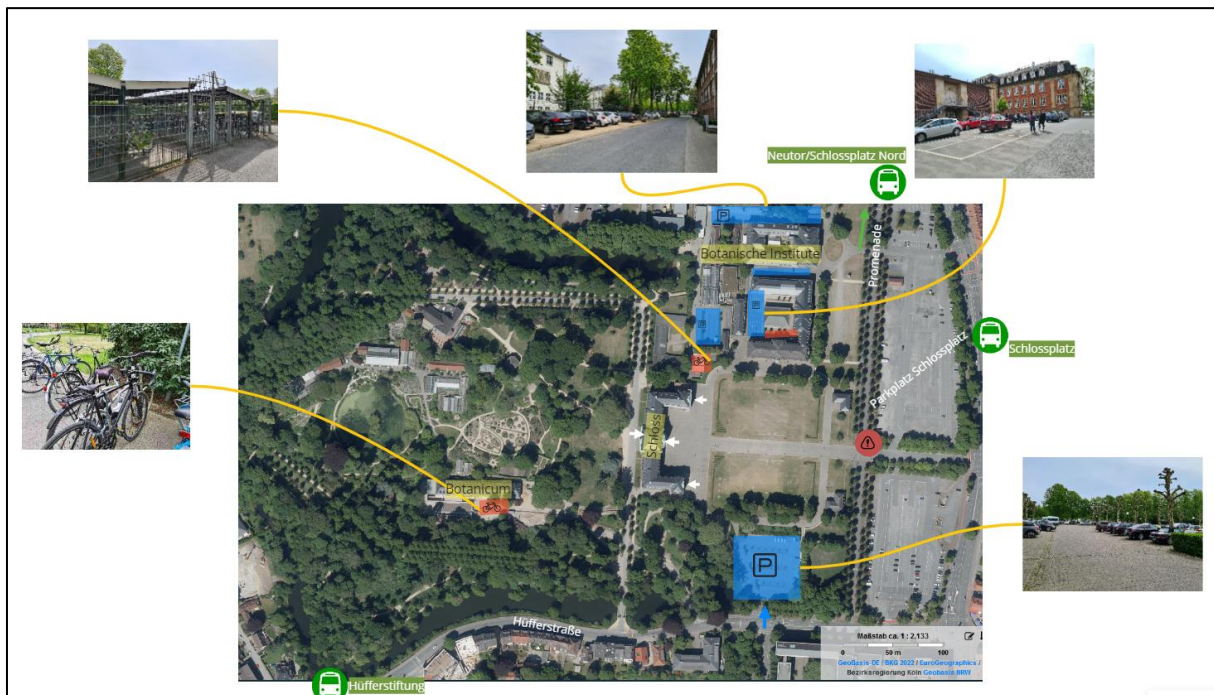


Abbildung 3-4: Übersicht Standort Schloss/Hüfferstraße/Robert-Koch-Straße (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)

Erreichbarkeit

- Lage westlich der Innenstadt, Verbindung zu Instituten außerhalb des Rings
- Thema Besucherverkehr am Schloss, Schlossgarten und Botanischer Garten
- ÖPNV-Anbindung
Landgericht/Schlossplatz Süd
Richtung Coesfelder Kreuz oder Hbf
- Gute Autoanbindung, Nähe zur B54
- Fahrradfreundliche Infrastruktur und Straßennetz, teilweise Kopfsteinpflaster, direkte Anbindung an Promenade
- Fußläufige Erreichbarkeit der Innenstadt

Angebote

- Viele Abstellmöglichkeiten für Räder, in der Vorlesungszeit zu wenige Plätze, Fahrradkäf für Beschäftigte
- 2 Parkbereiche (230 Fahrzeuge) + Nähe zum öffentlichen Parkplatz am Schlossplatz (ca. 900 Fahrzeuge)(599 Plaketten)
- Nächste Ladestation am Batterieforschungszentrum MEET (Münster Electrochemical Energy Technology) oder Universitätsklinikum Münster

Abbildung 3-5: Übersicht Merkmale am Standort Schloss/Hüfferstraße/Robert-Koch-Straße

3.1.3 Innenstadt

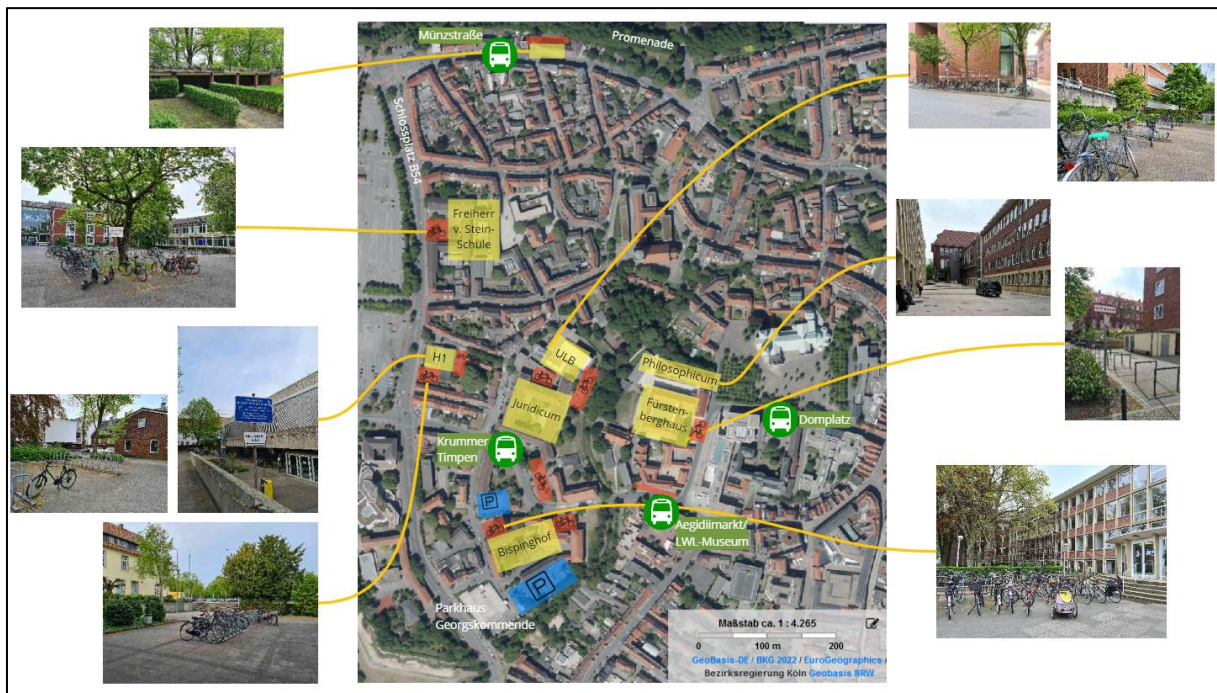


Abbildung 3-6: Übersicht Standort Innenstadt (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)

Erreichbarkeit

- Zentrale Lage
- ÖPNV-Anbindung z.B. Domplatz, Krummer Timpen (5-9 Min zum Hbf)
- Gute Autoanbindung, Nähe zur B54
- Fahrradfreundliche Infrastruktur und Straßennetz, teilweise Kopfsteinpflaster
- Gute fußläufige Erreichbarkeit und Nähe zu Geschäften

Angebote

- Unterschiedliche Anzahl und Qualität der Abstellanlagen für Räder, in der Vorlesungszeit zu wenige Plätze, Problem Fluchtwege; für Beschäftigte keine Unterstell-möglichkeiten
- Begrenzte Parkmöglichkeiten (ca. 330 Stellplätze)(1.155 Plaketten)
- Nächste Lademöglichkeit in Münster-Arkaden

Abbildung 3-7: Übersicht Merkmale am Standort Innenstadt

3.1.4 Scharnhorststraße/Aaseemensa

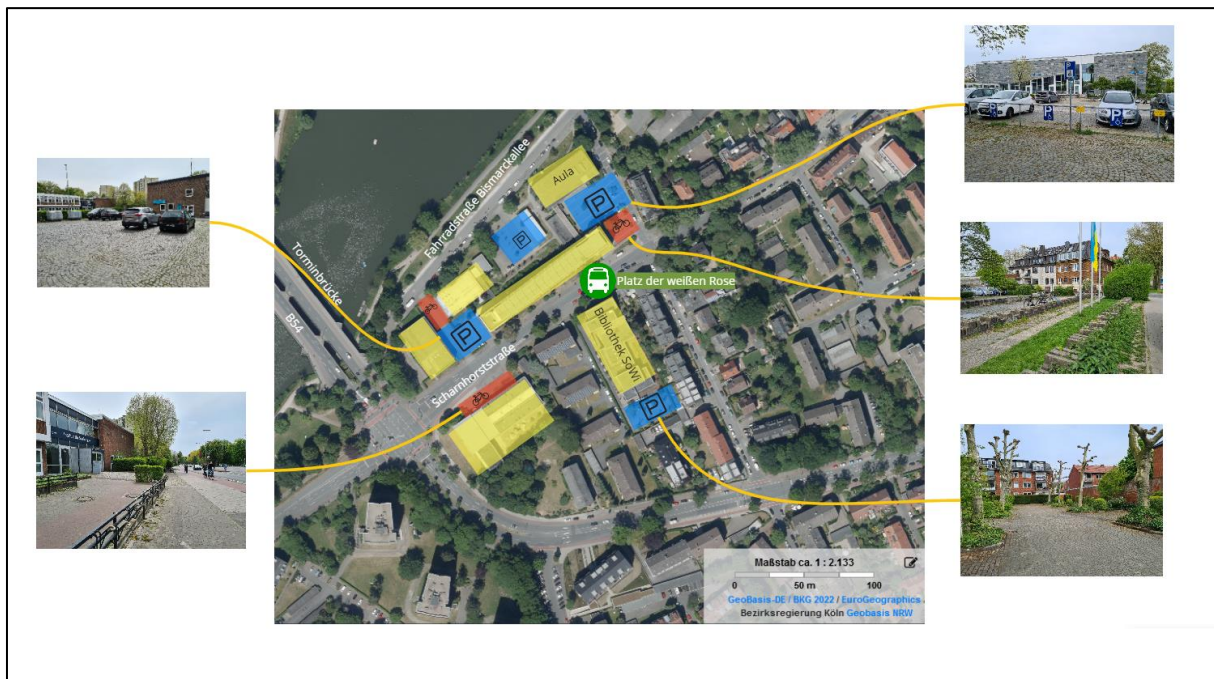


Abbildung 3-8: Übersicht Standort Scharnhorststraße (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)

Erreichbarkeit

- Lage südwestlich der Innenstadt, Nahe Torminbrücke (Aasee)
- ÖPNV-Anbindung z.B. Platz der weißen Rose (13 Min zum Hbf)
- Gute Autoanbindung, Nähe zur B54
- Fahrradfreundliche Infrastruktur und Straßennetz
- Fußläufig Mensa erreichbar

Angebote

- Verschiedene Abstellanlagen für Räder vorhanden, für Beschäftigte keine eigenen Abstellmöglichkeiten; Servicestation vorhanden
- Ausreichend Parkmöglichkeiten (109 Stellplätze)(69 Plaketten)
- Nächste Lademöglichkeit am Ludgerikreisel




Abbildung 3-9: Übersicht Merkmale am Standort Scharnhorststraße

3.1.5 Naturwissenschaftliches Zentrum (NWZ)



Abbildung 3-10: Übersicht Standort Naturwissenschaftliches Zentrum (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)

	Erreichbarkeit	• Lage westlich der Innenstadt • ÖPNV-Anbindung <u>Coesfelder Kreuz</u> (14-19 Min zum Hbf) • Gute Autoanbindung, Nähe zur B54 • Fahrradfreundliche Infrastruktur und Straßennetz • Außerhalb der Innenstadt wenig in fußläufiger Nähe zu finden		Angebote	• Verschiedene Abstellanlagen für Räder vorhanden; für Beschäftigte häufig eigene Abstellmöglichkeiten; Parkhausbereich für Räder freigegeben • Ausreichend Parkmöglichkeiten durch Parkhaus (863 Stellplätze) und eigene Parkplätze vor den Instituten (355 Stellplätze)(938 Plaketten) • Nächste Lademöglichkeit am Batterieforschungszentrum MEET (Münster Electrochemical Energy Technology)
--	-------------------------	--	--	-------------------	--

Abbildung 3-11: Übersicht Merkmale am Standort Naturwissenschaftliches Zentrum

3.1.6 Leonardo-Campus/Hostmarer Landweg

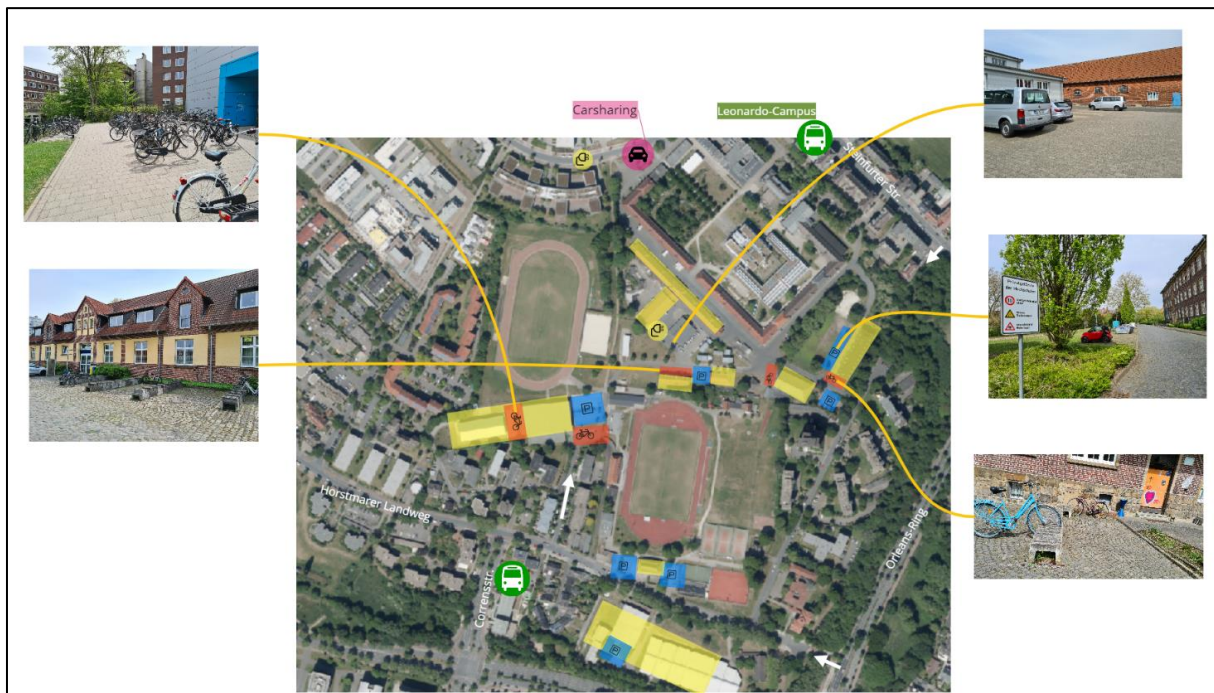


Abbildung 3-12: Übersicht Standort Leonardo-Campus/Hostmarer Landweg (eigene Darstellung auf Grundlage von Geobasis NRW)



Erreichbarkeit

- Lage nördlich Naturwissenschaftliches Zentrum
- ÖPNV-Anbindung z.B. Orleans-Ring (15-19 Min zum Hbf)
- Gute Autoanbindung, Nähe zur B54
- Fahrradfreundliche Infrastruktur und Straßennetz
- Außerhalb der Innenstadt, wenig in fußläufiger Nähe zu finden



Angebote

- Verschiedene Abstellanlagen für Räder vorhanden, Service-Station am Campus-Gym
- Parkmöglichkeiten auf dem Gelände (295 Stellplätze) (41 Plaketten)
- Nächste Lademöglichkeit am Johann-Krane-Weg

Abbildung 3-13: Übersicht Merkmale am Standort Leonardo-Campus/Hostmarer Landweg

3.2 Beschäftigten- und Studierendenbefragung

Die Mobilitätsbefragung wurde unter allen Studierenden und Beschäftigten der Universität Münster durchgeführt. Die Standort-Verteilung der Antworten lässt sich der folgenden Grafik entnehmen. Demnach haben die meisten Beschäftigten aus dem Naturwissenschaftlichen Zentrum teilgenommen, die meisten Antworten der Studierenden kamen aus der Innenstadt.

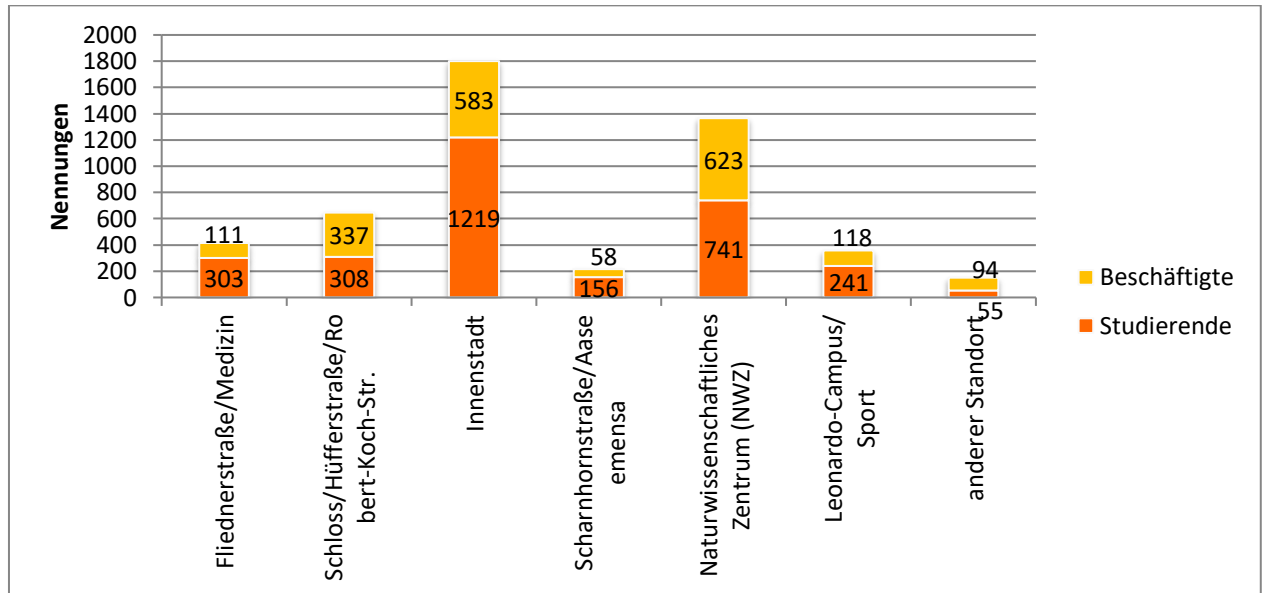


Abbildung 3-14: Teilnehmende der Befragung nach Standort

Ein wichtiges Ergebnis der Befragung ist der Modal Split. Darin wird die Nutzung der verschiedenen Verkehrsmittel für den Weg zur Arbeit durch die Beschäftigten dargestellt. In Abbildung 3-15 fällt auf, dass bei Studierenden und Beschäftigten jeweils das Fahrrad einen sehr hohen Anteil einnimmt (Studierende 54% und Beschäftigte 43%). Bei den Beschäftigten ist das zweithäufigste Verkehrsmittel der PKW (29%), bei den Studierenden die ÖPNV-Nutzung (23%). Im Vergleich der Standorte gibt es beispielsweise in der Nutzung des Pkw den Unterschied, dass das Auto in der Innenstadt weniger und dafür mehr an den Naturwissenschaftlichen Standorten zum Einsatz kommt. Dort wird dagegen der ÖPNV weniger genutzt.

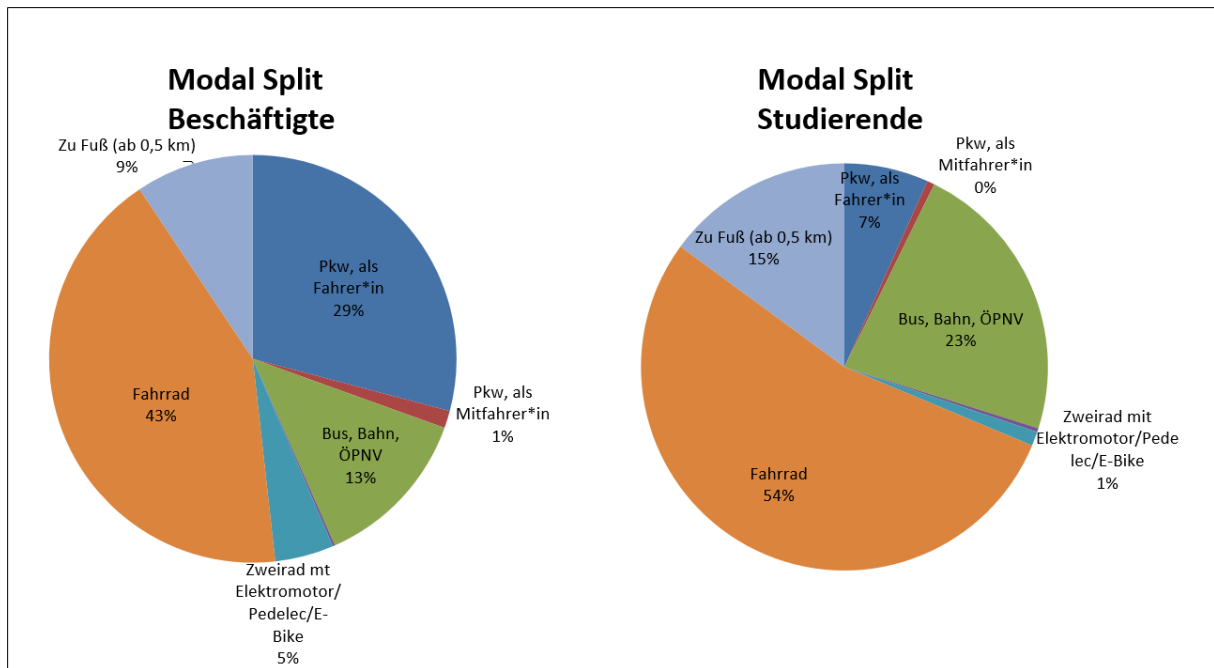


Abbildung 3-15: Modal Split für Beschäftigte und Studierende

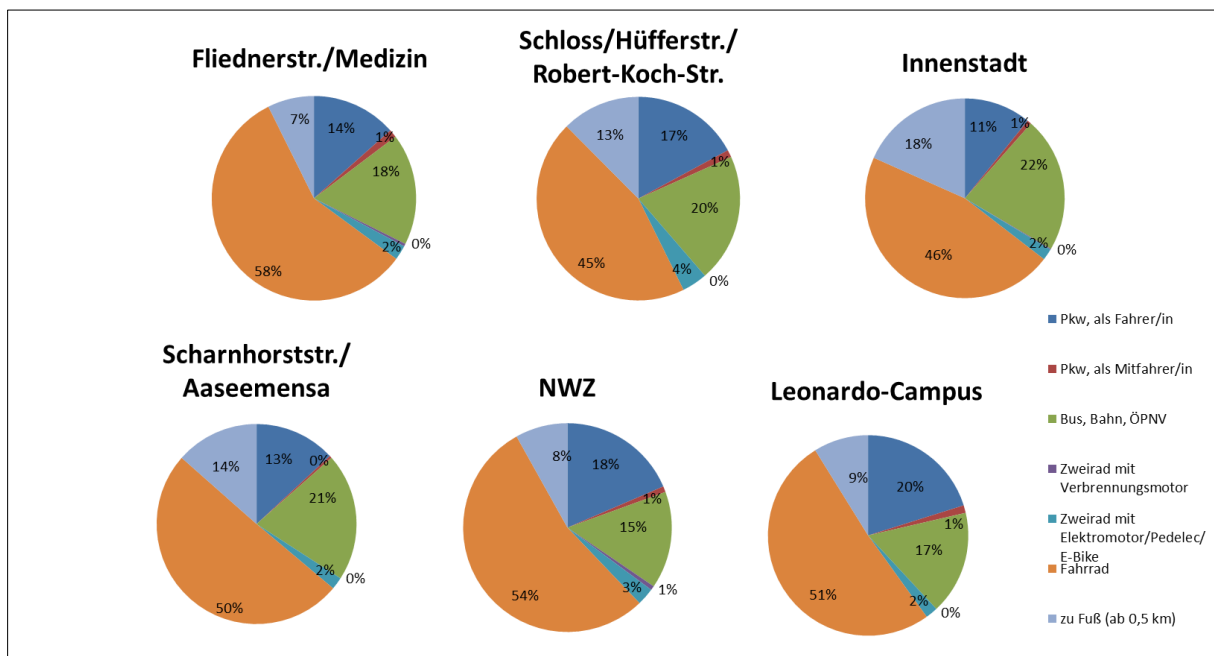


Abbildung 3-16: Modal Split nach Standorten

Dabei benötigen die meisten Studierenden 6-15 Minuten für den Weg zur Universität. Bei den Beschäftigten sind die Distanzen teilweise länger, da benötigen viele auch 16-30 Minuten (siehe Abbildung 3-17). Die Entfernung zwischen Wohnort und Universität

beträgt bei Studierenden im Durchschnitt 14,9 km und bei den Beschäftigten im Durchschnitt bei 23,5 km.

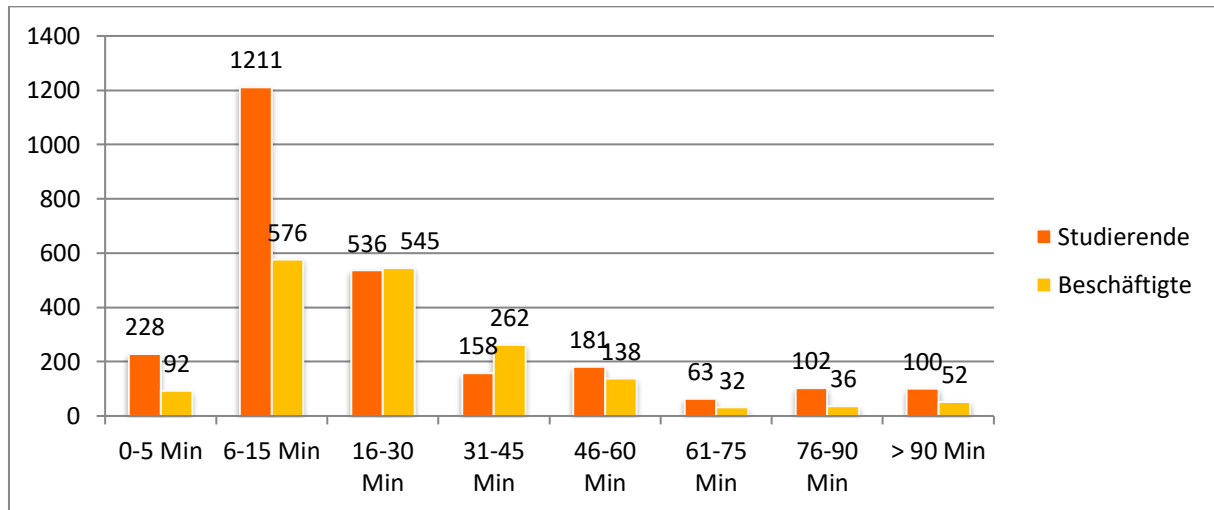


Abbildung 3-17: Dauer Arbeitsweg Studierende und Beschäftigte

Die meisten der Befragten haben einen Führerschein (95% der Beschäftigten und 91% der Studierenden). Große Unterschiede zeigen sich in der Verfügbarkeit von Autos. Während 2/3 der Beschäftigten (fast) jederzeit ein Pkw zur Verfügung hat, trifft dies nur auf 27% der Studierenden zu. Von denjenigen, die ein eigenes Auto besitzen haben bereits 7% ein E-Auto. Bei den anderen sind vor allem finanzielle Gründe Hinderungsgründe gegen eine Anschaffung. Lademöglichkeiten an der Uni würden laut Befragung eine Entscheidung zur Anschaffung positiv beeinflussen. Das Auto wird hauptsächlich aufgrund der kürzeren Fahrt- und Wegezeit und aufgrund einer ungünstigen Bus- und Bahnanbindung genutzt. Unter den Autofahrer:innen würde Radfahren bei 41% der Beschäftigten und 27% der Studierenden tendenziell in Frage kommen. Als Voraussetzungen wurden eine bessere Infrastruktur hinsichtlich Abstellanlagen und Duschen/Umkleiden sowie das Vorhandensein eines E-Bikes häufig genannt.

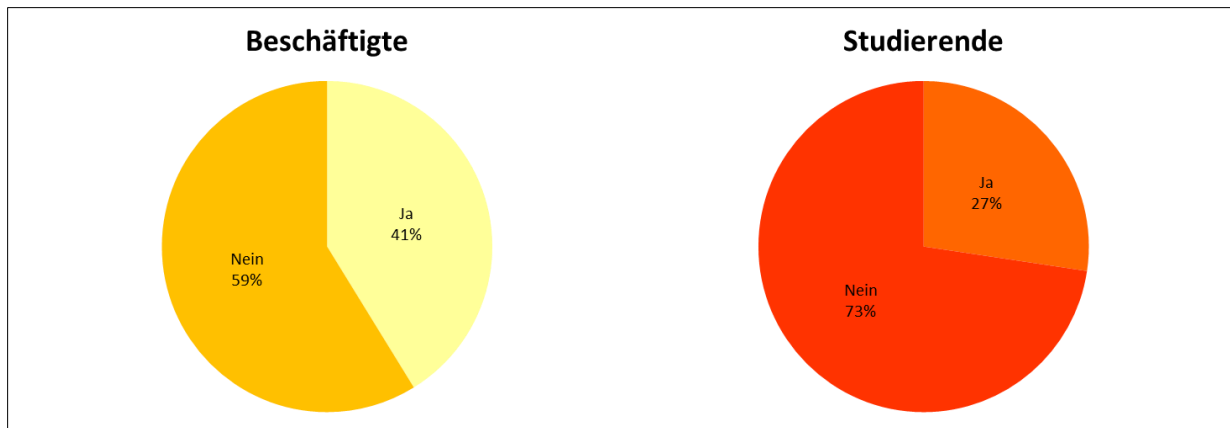


Abbildung 3-18: Bereitschaft zur Fahrradnutzung bei Autofahrer:innen

Die Voraussetzungen für den Radverkehr sind unter den Befragungsteilnehmenden günstig. Ca. 89% besitzen ein funktionstüchtiges Rad. Darunter befinden sich bei den Beschäftigten 15% Pedelecs oder E-Bikes und bei den Studierenden 3%.

Unter den Autofahrer*innen würde der ÖPNV bei 46% der Beschäftigten und 68% der Studierenden tendenziell in Frage kommen. Häufig wurden zu zeitaufwändige Verbindungen als Hinderungsgrund angegeben.

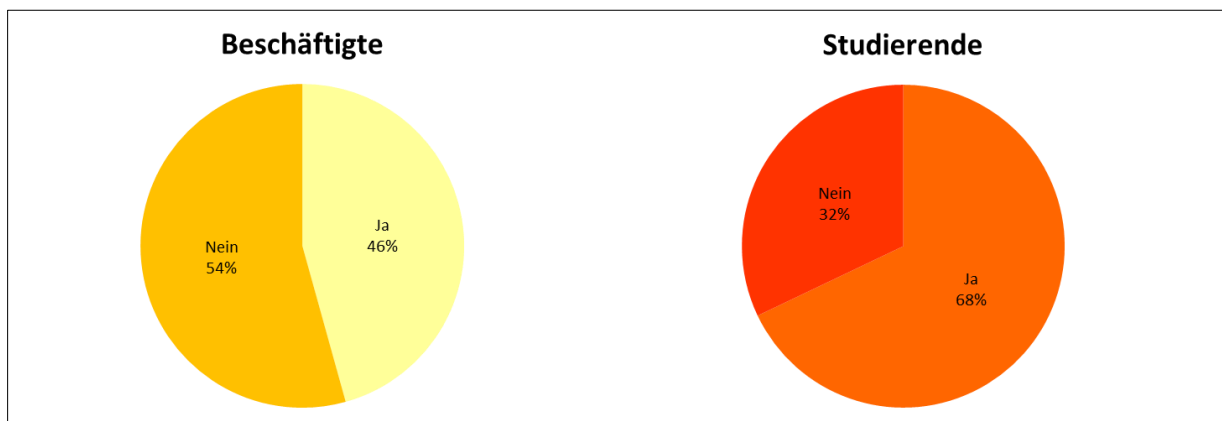


Abbildung 3-19: Bereitschaft zur ÖPNV-Nutzung bei Autofahrer:innen

In Bezug auf Sharing-Angebote wurde in der Befragung das Vorhandensein von CarSharing im Arbeits- oder Wohnumfeld abgefragt. Obschon es zahlreiche Angebote im Umfeld der Universität Münster gibt, nutzen nur 6% der Beschäftigten und 2% der Studierenden diese bereits. Im Hinblick auf Fahrgemeinschaften waren die Teilnehmenden eher zurückhaltend. Für ca. 4/5 der Befragten ist dies keine Option, bei 4% der Beschäftigten und 2% der Studierenden sind Fahrgemeinschaften aktuell

schon im Einsatz. 5% könnten sich die Nutzung einer Fahrgemeinschaft tendenziell vorstellen, wenn jemand zur gleichen Zeit fahren würde und wenige Umwege in Kauf genommen werden müssten.

Aus den Freifeldkommentaren sind weitere Themen sichtbar geworden, die den Befragten zum Thema Mobilität wichtig sind. Darunter waren die meistgenannten zur Verbesserung der ÖPNV-Anbindung, Wunsch nach mehr qualitativ hochwertigen Abstellmöglichkeiten für Räder mit Service-Stationen (Luftpumpe und Werkzeug) und Ausstattung von Parkplätzen mit Ladeinfrastruktur.

Insgesamt konnten mit der Befragung zahlreiche wertvolle Informationen gesammelt werden. Aufgrund der Rücklaufzahlen konnte ein guter Überblick über die Mobilität der Beschäftigten und Studierenden gesammelt werden. In Ergänzung zu den weiteren Analysen vervollständigt sich dieses Bild.

Im Folgenden wurden die wesentlichen Themen und Erkenntnisse aus der Befragung zusammengefasst.

Höherer Rücklauf von den Studierenden als Beschäftigte, alle Standorte vertreten, v.a. Infos aus Innenstadt und NWZ

58% der Befragten wohnen in einer Entfernung von 0-5 km

Elektromobilität zunehmend ein Thema (Interesse an BEV, Hinderung aktuell finanziell und Lademöglichkeiten)

Auffällig hoher Radanteil im Modal Split (49% Gesamt; 43% Beschäftigte, 54% Studierende),

ÖPNV für 52% eine Option (sogar 68% der Studierenden) jedoch Verbesserungswünsche (Anbindung, Kosten, Taktung)

Rad für 37% eine Option (41% der Beschäftigten und 27% der Studierenden); E-Bike und bessere Infrastruktur als Wünsche

Sharing-Angebote teilweise bekannt, Fahrgemeinschaften bisher wenig im Einsatz (ca. 22% nutzen bereits oder könnten es sich tendenziell vorstellen)

Abbildung 3-20: Übersicht Befragungsergebnisse

3.3 Wohnstandort- und Erreichbarkeitsanalyse

Bevor auf Basis von Haltestellen des ÖV die Erreichbarkeit der Universitätsstandorte analysiert wird, werden die Ergebnisse der Wohnstandortanalyse dargestellt.

3.3.1 Wohnstandortanalyse

Die Abbildung 3-21 zeigt die deutschlandweite Verteilung der Wohnorte der Studierenden. Der zugrundeliegende Datensatz (Stand Mai 2022) entspricht jedoch vermutlich nicht vollständig der tatsächlichen Wohnsituation der Studierenden. Ein Grund für die hohe Anzahl von Wohnorten in großer Entfernung zu Münster könnte darin liegen, dass Studierende bei der Immatrikulation den Wohnsitz der Eltern angegeben haben statt ihrer Wohnung in Münster. Ein weiterer Grund könnte darin liegen, dass einige Studierende auf Grund der Online-Lehre während der Corona-Pandemie tatsächlich ihren Wohnsitz nicht nach Münster verlegt haben.

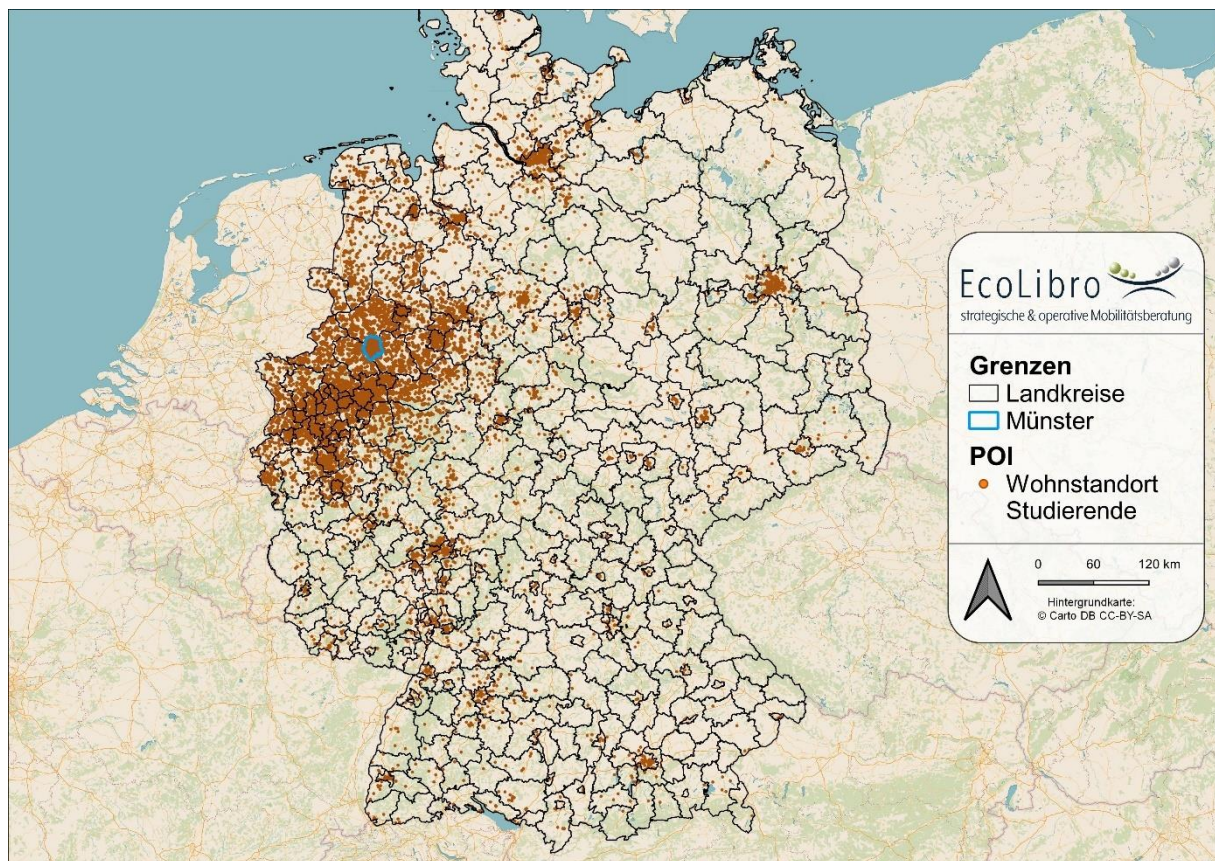


Abbildung 3-21: Wohnorte Studierende

In der Abbildung 3-22 sind die Wohnorte je Postleitzahl in absoluten Werten dargestellt. Die Karte zeigt, dass die größte Anzahl von Studierenden in den innerstädtischen Gebieten sowie im Nord-Westen (PLZ: 48161) wohnt.

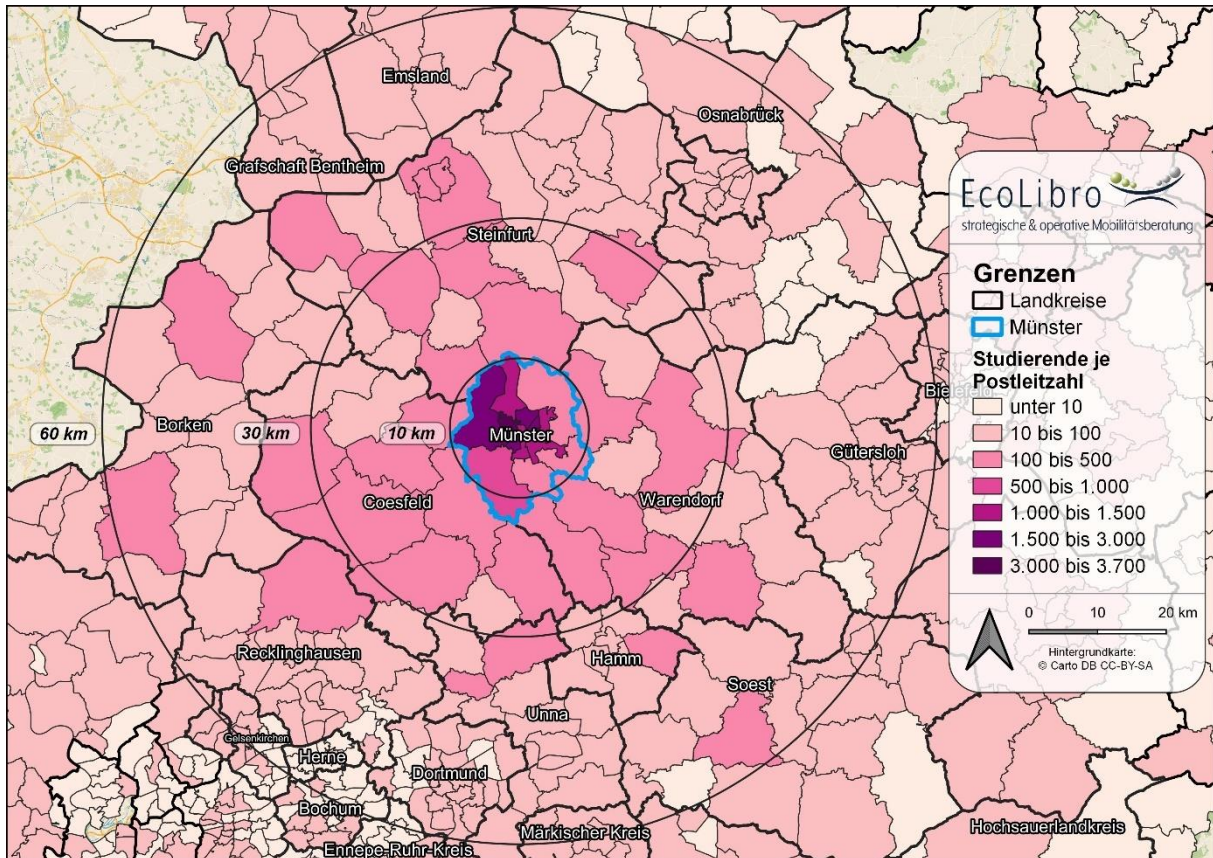


Abbildung 3-22: Studierende je PLZ

Entfernung (km)	Anzahl Studierende (Pkw Entfernung)	Anzahl Studierende (Pedelec Entfernung)	Studierende kumuliert (Pkw Entfernung)		Studierende kumuliert (Pedelec Entfernung)	
0-2	6.205	8.040	6.205	18%	8.040	23%
2-5	10.865	9.349	17.070	49%	17.389	50%
5-10	8.293	9.899	19.158	55%	19.248	56%
10-15	11.474	9.938	19.767	57%	19.837	57%
15-20	9.096		20.570	59%		
20-30	13.349		22.445	65%		
30-40	11.538		24.887	72%		
40-50	15.538		27.076	78%		
50-80	17.058		32.596	94%		
>80	17.545		34.603	100%		

Abbildung 3-23: Anzahl Studierender in Distanzclustern

In der obenstehenden Tabelle (Abbildung 3-23) sind die Studierenden nach der Länge ihrer Wege zur Universität geclustert. Dabei wurden jedoch nur Wohnorte berücksichtigt, die nicht weiter als 100 km Wegstrecke entfernt liegen. Hier wird deutlich, dass über die Hälfte aller Studierenden weniger als 10 km Wegstrecke von der Universität entfernt wohnen und somit auch zu Fuß, per Fahrrad oder Pedelec zur Universität gelangen könnten.

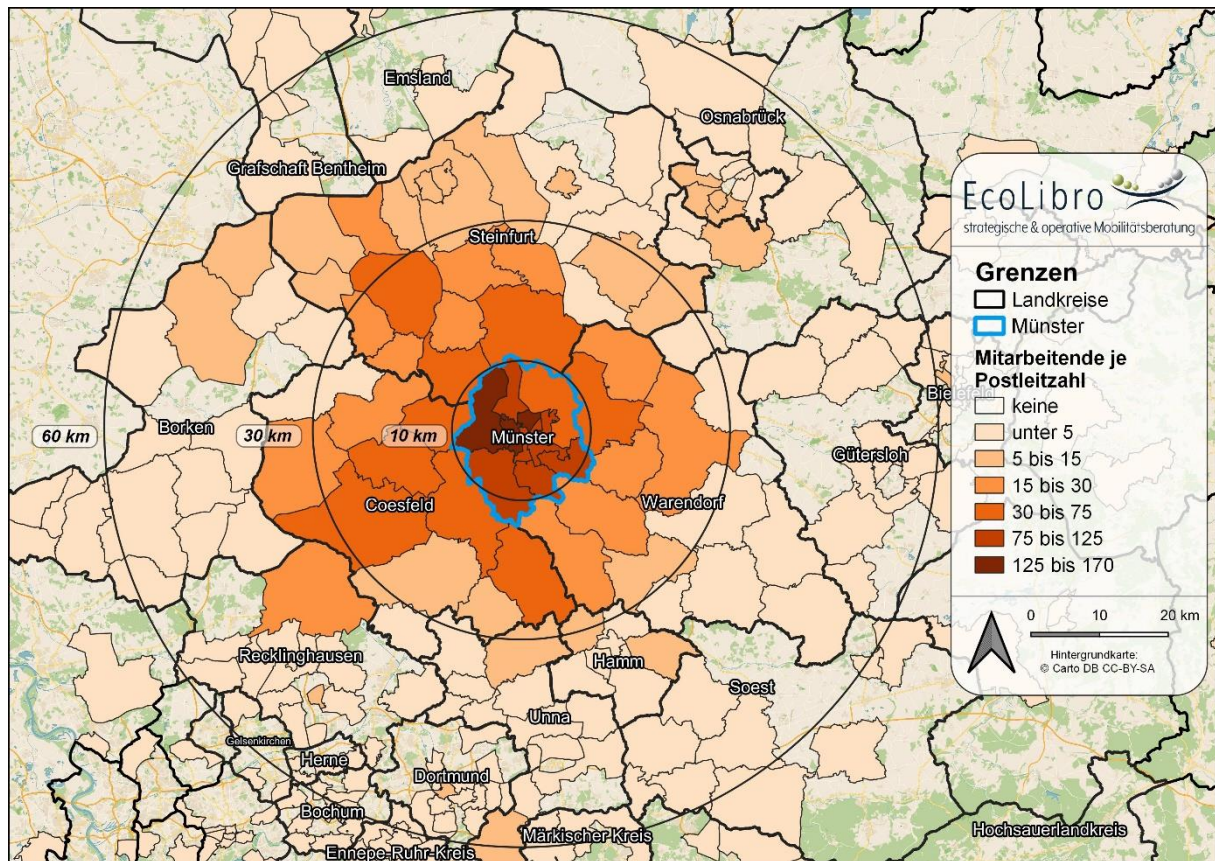


Abbildung 3-24: Wohnorte je PLZ Mitarbeitende

In Abbildung 3-24 und Abbildung 3-25 sind die Wohnorte der Beschäftigten dargestellt.¹ Auch hier zeigt sich, dass ein Großteil in den innerstädtischen Stadtquartieren sowie im nordwestlichen Stadtteil von Münster wohnt. Die übrigen Beschäftigten verteilen sich hauptsächlich auf die kleineren Kommunen im direkten Umkreis von Münster. Insbesondere in den Gemeinden Altenberge (nord-westlich von Münster), Havixbeck (westlich von Münster), Sendenhorst (südöstlich von Münster) und Telgte (östlich von Münster) wohnen viele Beschäftigte in unmittelbarer Nähe zueinander, sodass hier von einem erhöhten Potenzial zur Bildung von Fahrgemeinschaften auszugehen ist.

¹ Die Auswertung der Beschäftigten erfolgte nach folgenden Kriterien: aktives Beschäftigungsverhältnis zum 31.3.2022, nur Inlands-Adressen, keine Hilfskräfte, keine Lehrbeauftragten, keine externen Personen.

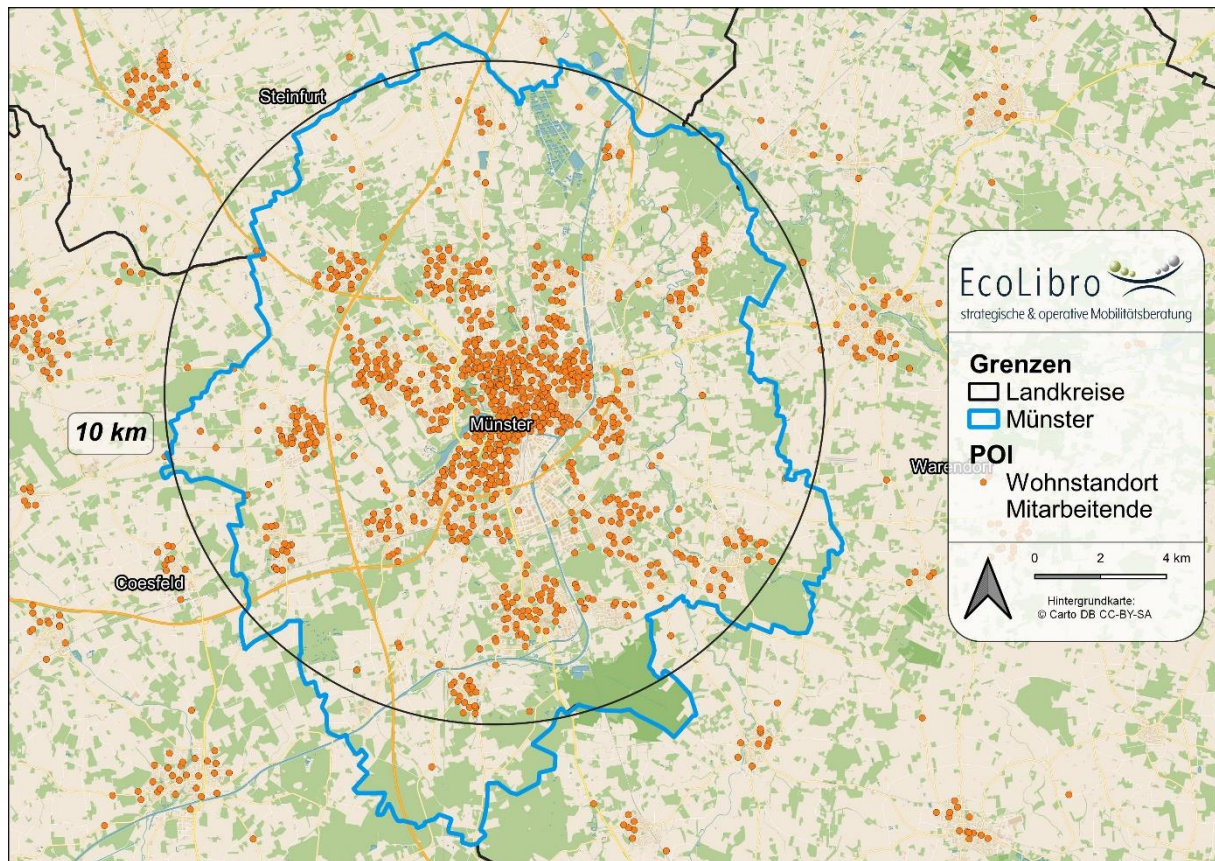


Abbildung 3-25: Wohnorte Mitarbeitende

Entfernung (km)	Anzahl Mitarbeiter (Pkw Entfernung)	Anzahl Mitarbeiter (Pedelec Entfernung)	Mitarbeiter kumuliert (Pkw Entfernung)		Mitarbeiter kumuliert (Pedelec Entfernung)	
0-2	332	436	332	12%	436	16%
2-5	597	534	929	34%	970	35%
5-10	727	817	1.324	48%	1.351	49%
10-15	765	693	1.492	54%	1.510	54%
15-20	958		1.723	62%		
20-30	1.125		2.083	75%		
30-40	1.206		2.331	84%		
40-50	1.257		2.463	89%		
50-80	1.464		2.721	98%		
>80	1.309		2.773	100%		

Abbildung 3-26: Anzahl Beschäftigte in Distanzclustern

In einer Entfernung von bis zu 10 km Wegstrecke wohnen knapp die Hälfte aller Beschäftigten, wie Abbildung 3-26 zeigt. Nur 16% der Beschäftigte wohnen weiter als 40 km von der Universität entfernt.

3.3.2 Erreichbarkeitsanalyse

3.3.2.1 Innenstadt

Als Zieladresse wurde für diesen Standort Krummer Timpfen 3, 48143 Münster gewählt.

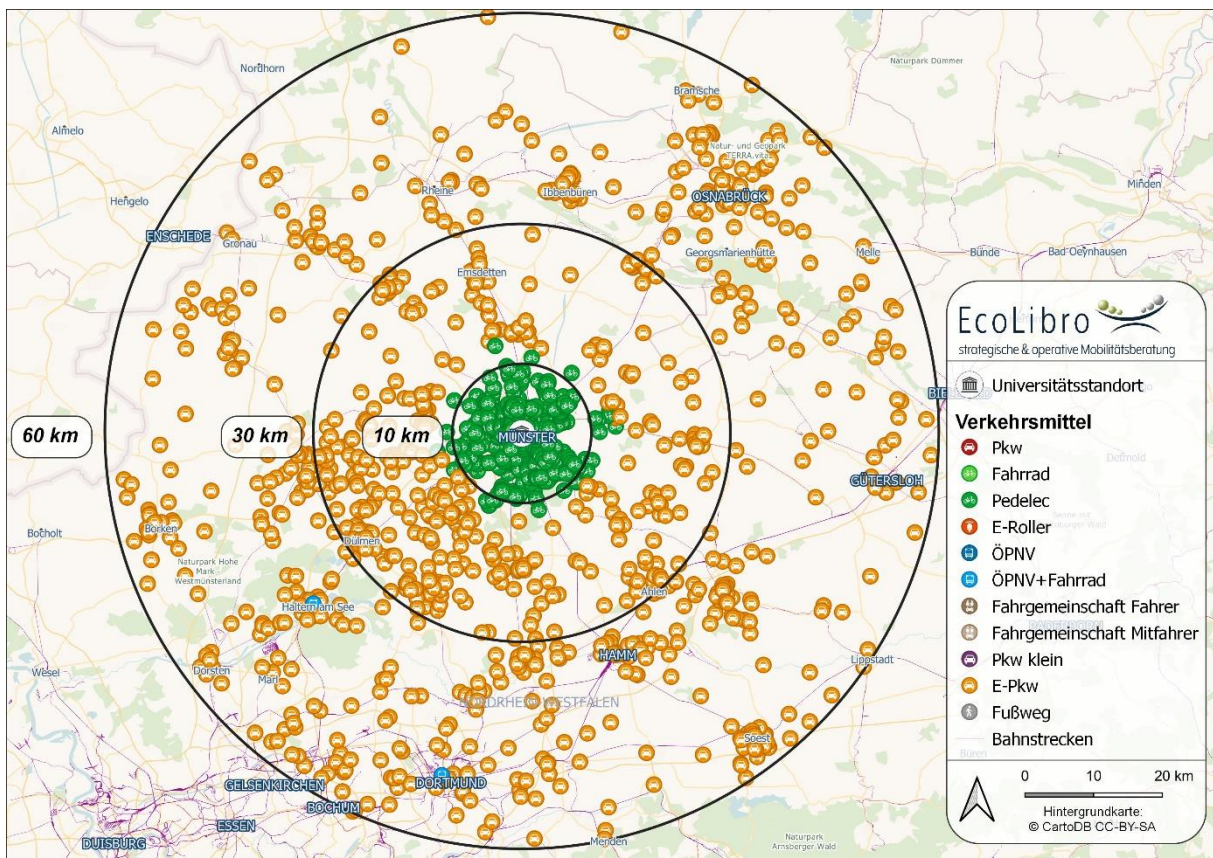


Abbildung 3-27: Innenstadt: Schnellstes Verkehrsmittel

Für Wohnorte im Stadtgebiet ist das Pedelec das schnellste Verkehrsmittel zum Erreichen des Standorts „Innenstadt“. Darüber hinaus ist es nahezu ausschließlich der Pkw (in der Karte ist das E-Auto dargestellt, welches aber keinen Zeitvorteil gegenüber dem Verbrenner hat).

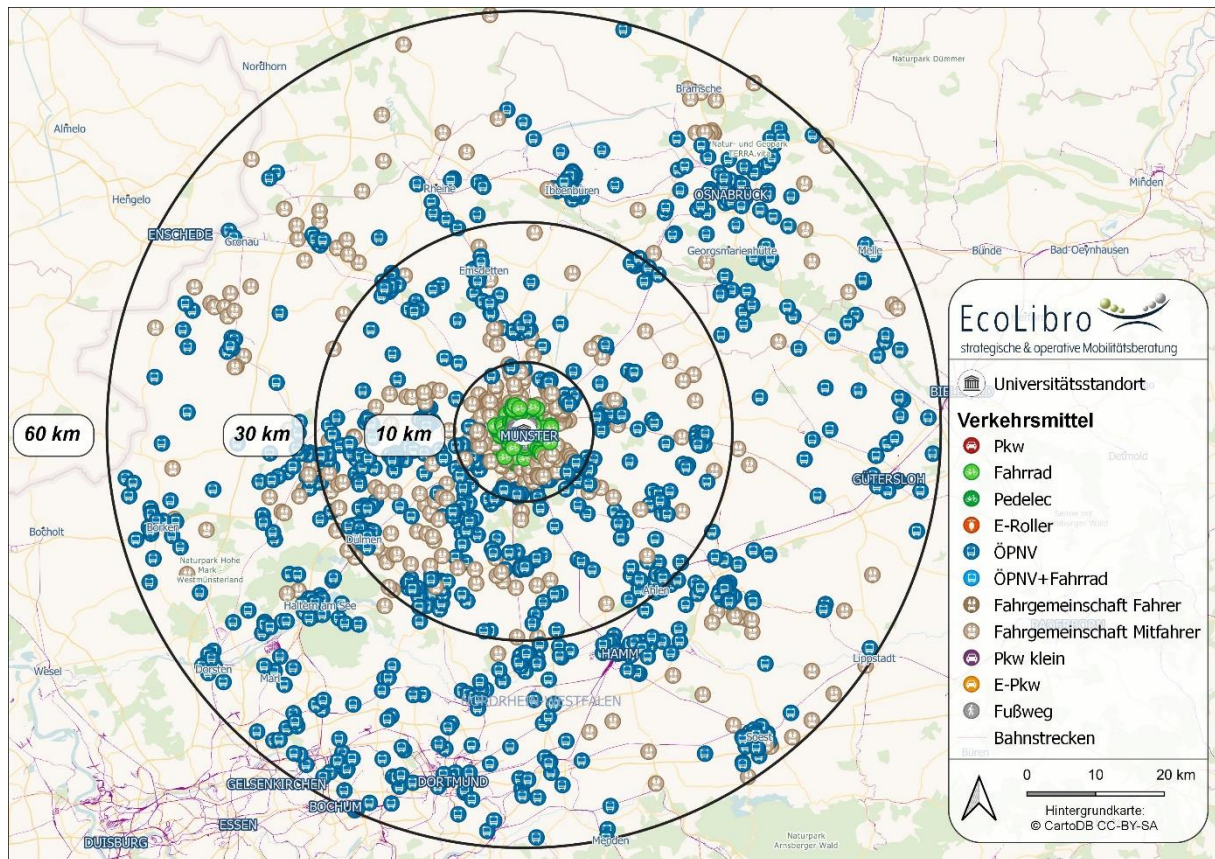


Abbildung 3-28: Innenstadt: kostengünstigstes Verkehrsmittel

Im Nahbereich ist das zu Fuß gehen oder die Nutzung des Fahrrads am kostengünstigsten. Ansonsten dominieren die Fahrgemeinschaften und der ÖPNV als kostengünstigste Verkehrsmittel. Bei der Berechnung der Kosten im ÖPNV wurde das bezuschusste Job-Ticket für Beschäftigte zugrunde gelegt. Studierende erhalten ein Semesterticket im Solidarprinzip. Die Kosten für das Semesterticket betragen im Sommersemester 2023 200,79 € und sind im Semesterbeitrag inkludiert. Da es sich um einen Pflichtbeitrag handelt, ist die Nutzung des ÖPNV „quasi“ kostenlos.

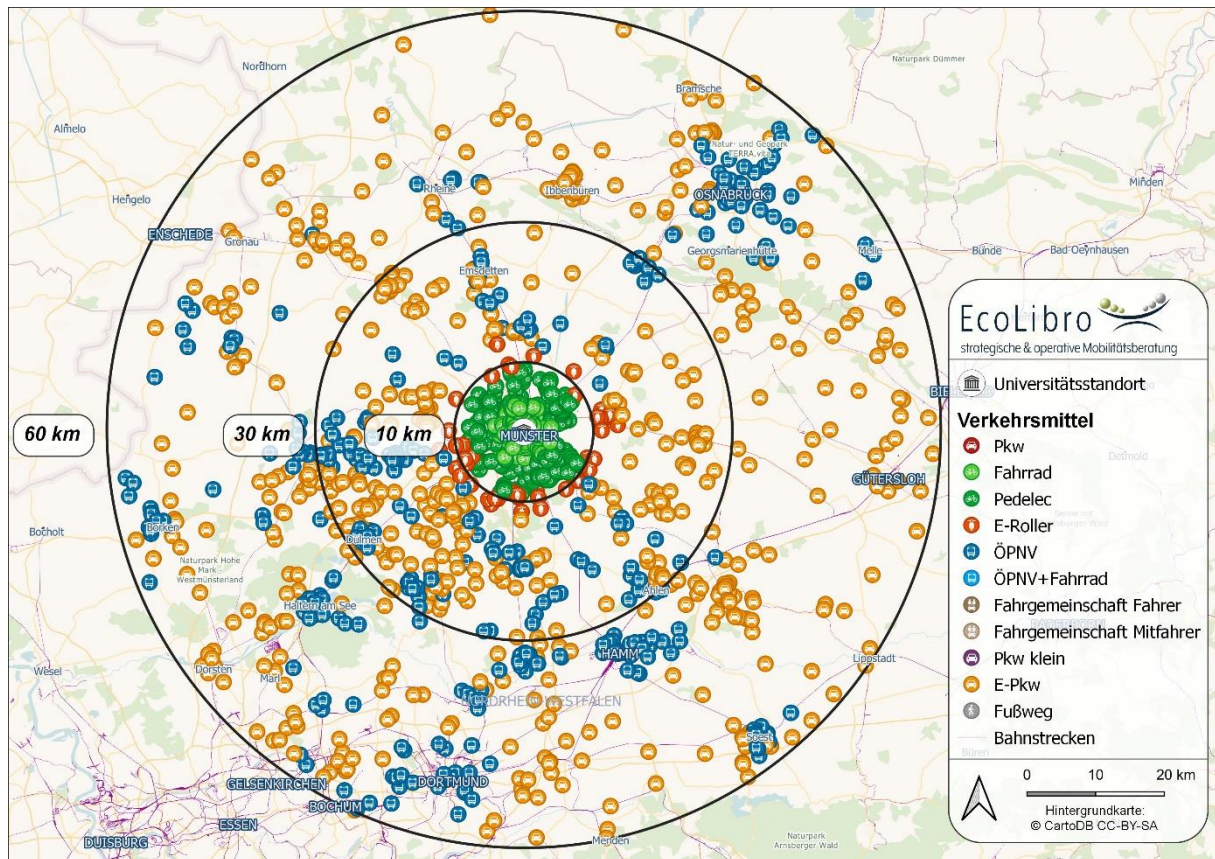


Abbildung 3-29: Innenstadt: Das CO₂-ärmste Verkehrsmittel

Bis etwa 10 km Entfernung stoßen das Pedelec und der E-Roller am wenigsten CO₂ aus. Das Fahrrad stößt kein CO₂ aus. Von den übrigen Orten aus, wird der Standort Innenstadt entweder mit dem E-Pkw² oder mit dem ÖPNV mit dem niedrigsten CO₂-Ausstoß erreicht.

² Annahme: 71.400 Gramm CO₂ pro 1.000 Kilometer (Quelle: TREMOD 2019)

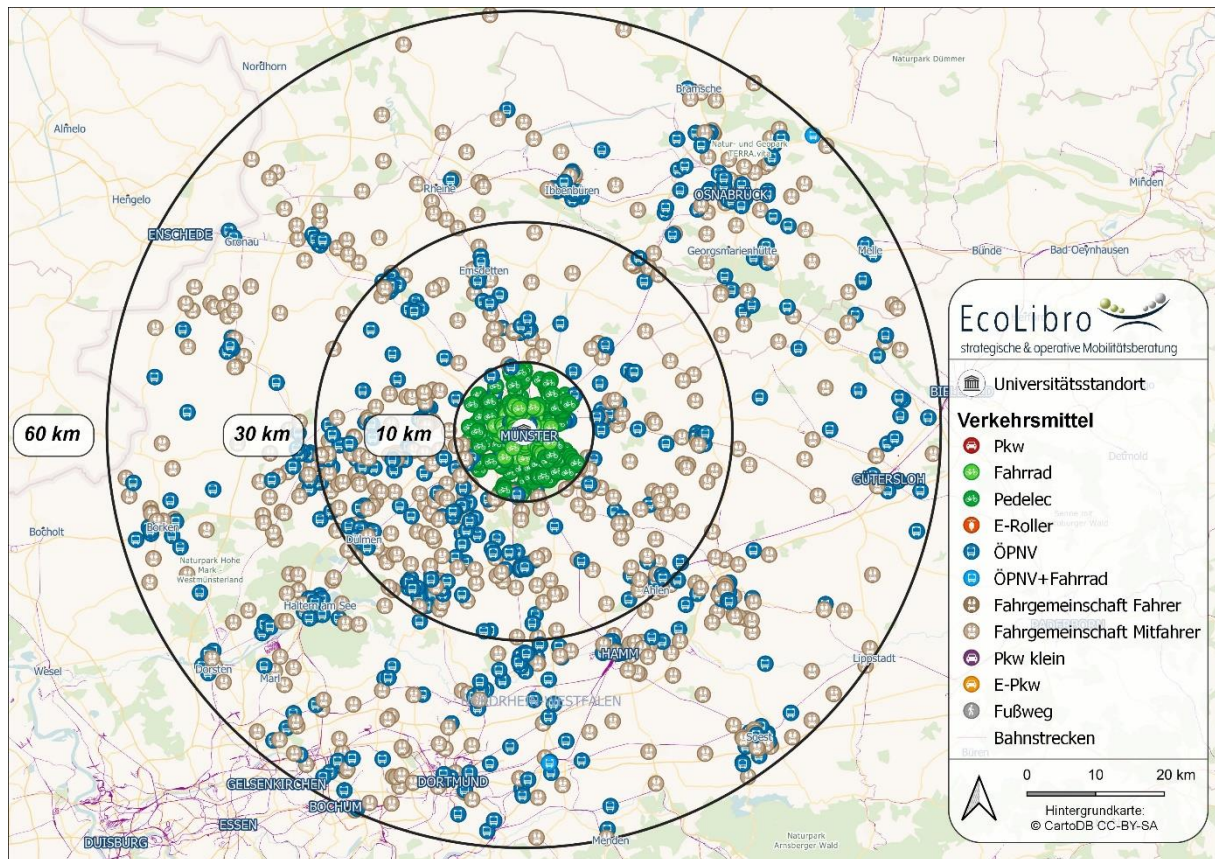


Abbildung 3-30: Innenstadt: Das bewegungsintensivste Verkehrsmittel

Ein ausreichendes Maß an Bewegung auf dem täglichen Arbeitsweg fördert die Gesundheit und das Wohlbefinden der Beschäftigten und führt zu weniger Krankheitstagen. Die aktiven Verkehrsmittel zu Fuß, Fahrrad und Pedelec sind bis zu ihrer festgelegten Routingdistanz die bewegungsintensivsten Verkehrsmittel. In den weiteren Entfernungen, wo diese Fortbewegungsmöglichkeiten für die meisten Mitarbeiter:innen oder Studierende nicht mehr von Tür zu Tür in Frage kommen und deshalb nicht mehr angezeigt werden, sind es entweder die Fahrgemeinschaft als Mitfahrer:in (Fußweg zum Treffpunkt der Fahrgemeinschaft) oder der ÖPNV (Fußweg auf der ersten und letzten Meile).

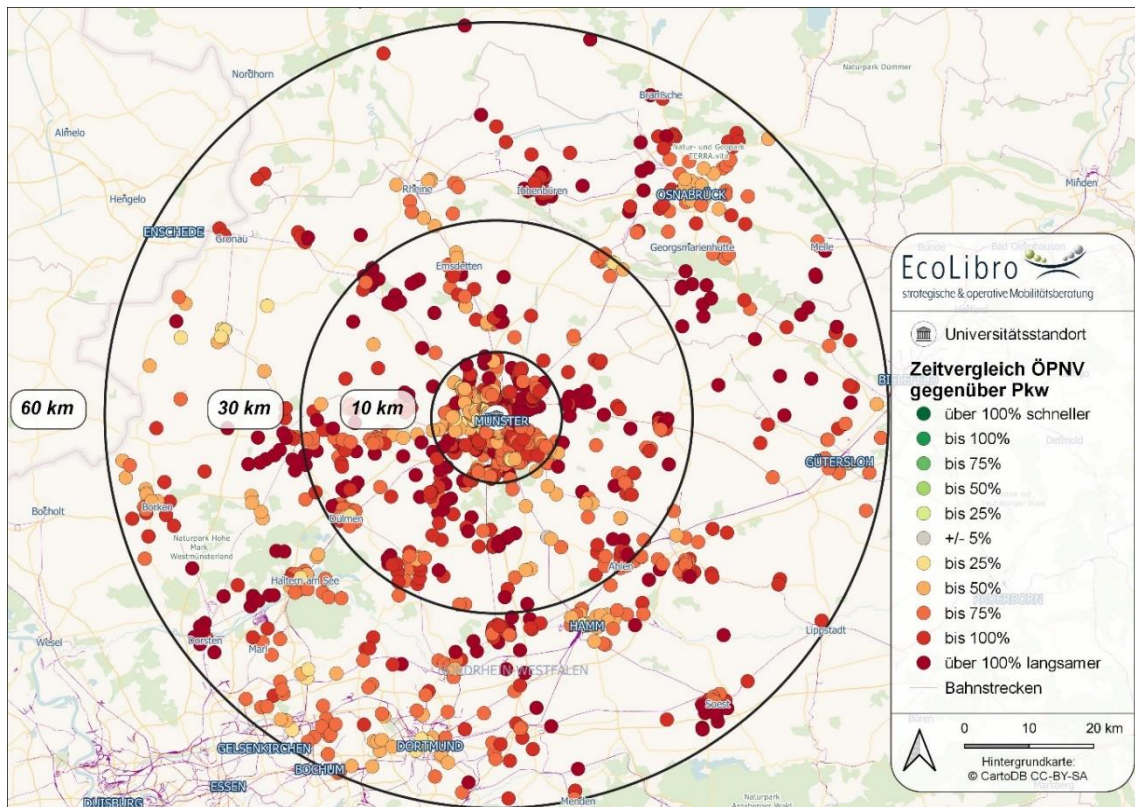


Abbildung 3-31: Innenstadt: Zeitvergleich Pkw/ÖPNV

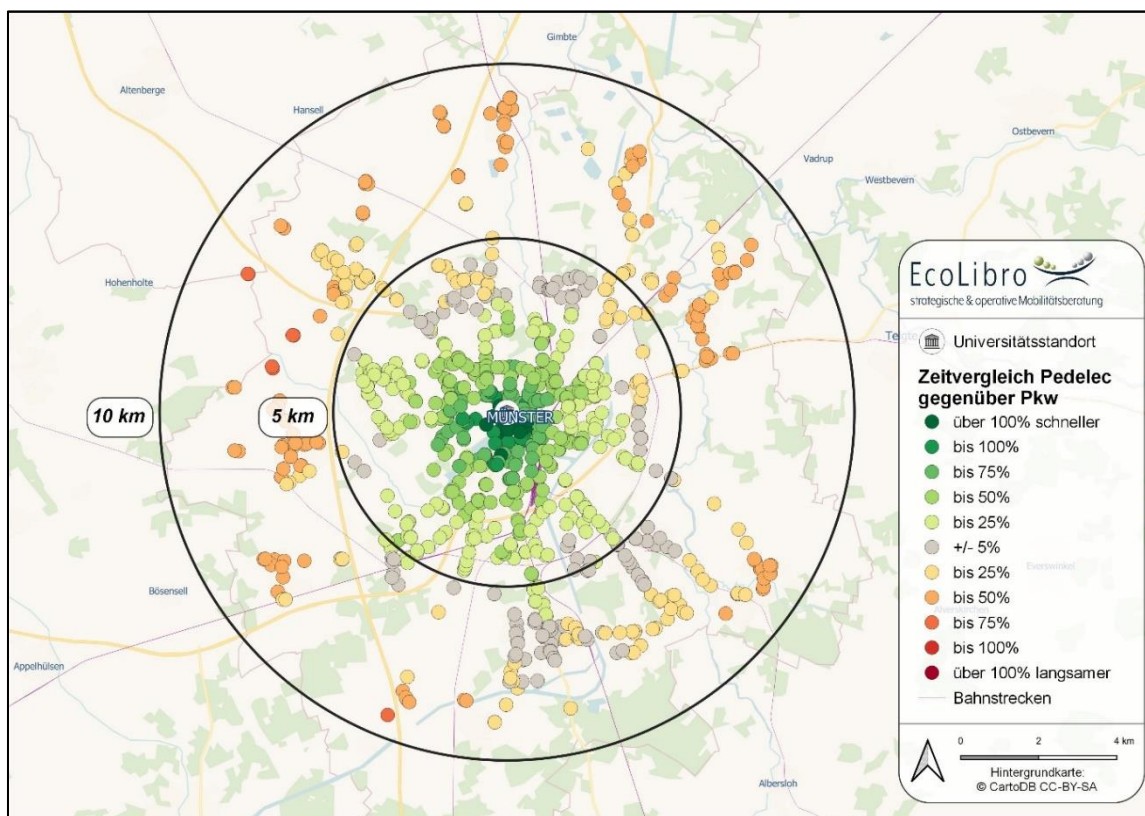


Abbildung 3-32: Innenstadt: Zeitvergleich Pkw/Pedelec

Die Abbildung 3-31 und Abbildung 3-32 zeigen den unmittelbaren Tür-zu-Tür-Zeitvergleich zwischen Pkw und ÖPNV bzw. Pkw und Pedelec. Je stärker die Mitarbeiter:innen-Wohnorte rötlich eingefärbt sind, desto schneller ist der Pkw auf dem Arbeitsweg im Vergleich zum ÖPNV bzw. Pedelec. Sind die Wohnorte grau eingefärbt, sind die Verkehrsmittel ungefähr gleich schnell. Wenn der ÖPNV bzw. das Pedelec schneller ist, sind die Wohnorte grün eingefärbt.

Im Vergleich zum Pkw wird der Standort Innenstadt mit dem ÖPNV meist zwischen 50% und 100% langsamer erreicht. Von nur wenigen Standorten in unmittelbarer Nähe zu einem Bahnhof (z.B. Dülmen, Haltern am See, Hamm oder Dortmund) ist die Innenstadt mit nur 25% Zeitverlust erreichbar.

Das Pedelec erreicht gegenüber dem Pkw jedoch bis 5 km meist positive Ergebnisse. Erst ab einer Distanz von etwas mehr als 5 km Luftlinie hat das Auto leichte Zeitvorteile.

Zeitvergleich in Minuten													
1741**		ÖPNV											
		5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120	>120
P k w	5												
	10			6	4								
	15		7	25	73	102	14						
	20				21	165	118	8					
	30					22	142	218	44	23			
	40							8	39	105	21	1	
	50							2	18	105	89	22	7
	60								1	39	87	50	6
	80									12	31	53	52
	100												1
	120												
	>120												
		Neutral: 572			Verbesserung: 0					Verschlechterung: 1169			

Abbildung 3-33: Innenstadt: tabellarischer Zeitvergleich Pkw/ÖPNV³

In dieser Grafik wird der Zeitvergleich in absoluten Werten tabellarisch dargestellt. Es wird deutlich, dass insbesondere ab einer Pkw-Fahrzeit von mehr als 20 Minuten die

³ Von insgesamt 2031 ausgewählten Haltestellen am Standort haben 1741 Haltestellen eine ÖPNV-Verbindungen zur ausgewählten Zeit und werden beim Zeitvergleich berücksichtigt

Attraktivität des ÖPNV in der Kategorie Zeit nochmals stärker abnimmt, als sie ohnehin schon ist.

		Zeitvergleich in Minuten											
939*		Pedelec											
		5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120	>120
P k w	5												
	10	1	11										
	15	3	157	88	4								
	20		14	124	136	73	4						
	30			1	51	181	88						
	40						3						
	50												
	60												
	80												
	100												
	120												
	>120												
		Neutral: 917				Verbesserung: 18				Verschlechterung: 4			

Abbildung 3-34: Innenstadt: tabellarischer Zeitvergleich Pkw/Pedelec⁴

Abbildung 3-34 zeigt den tabellarischen Zeitvergleich Pkw/Pedelec. Es wird deutlich, dass von 18 Haltestellen der Standort mit dem Pedelec mit einem deutlichen Zeitgewinn gegenüber dem Pkw erreicht wird und nur von 4 Haltestellen aus mit einem Zeitverlust.

3.3.2.2 Schlossgarten/Schlossplatz

Als Zieladresse wurde für diesen Standort Schlossplatz 2, 41149 Münster gewählt.

Da der Standort Schlossgarten/Schlossplatz lediglich 450 Meter Luftlinie von der Innenstadt entfernt liegt, sind die Ergebnisse der Erreichbarkeitsanalyse nahezu identisch.

Lediglich der Zeitvergleich Pkw vs. ÖPNV ergab leichte Unterschiede. Im Vergleich zum Pkw schneidet der ÖPNV am Standort Schlossgarten/Schlossplatz etwas schlechter ab als am Standort Innenstadt. Ein Grund dafür liegt in der besseren Verfügbarkeit von Parkplätzen und damit verbundener kürzerer Parkplatzsuchzeit am Standort Schlossgarten/Schlossplatz. Die Erreichbarkeit mit dem Pkw ist daher etwas

⁴ Von insgesamt 2031 ausgewählten Haltestellen am Standort kommt für 939 Pedelec-Nutzung (wegen der Entfernung zum Arbeitsort) in Frage. Diese werden beim Zeitvergleich berücksichtigt.

besser. Zudem liegt die nächstgelegene Bushaltestelle an diesem Standort etwas weiter entfernt, weshalb es zu längeren Fußwegzeiten auf der letzten Meile kommt.

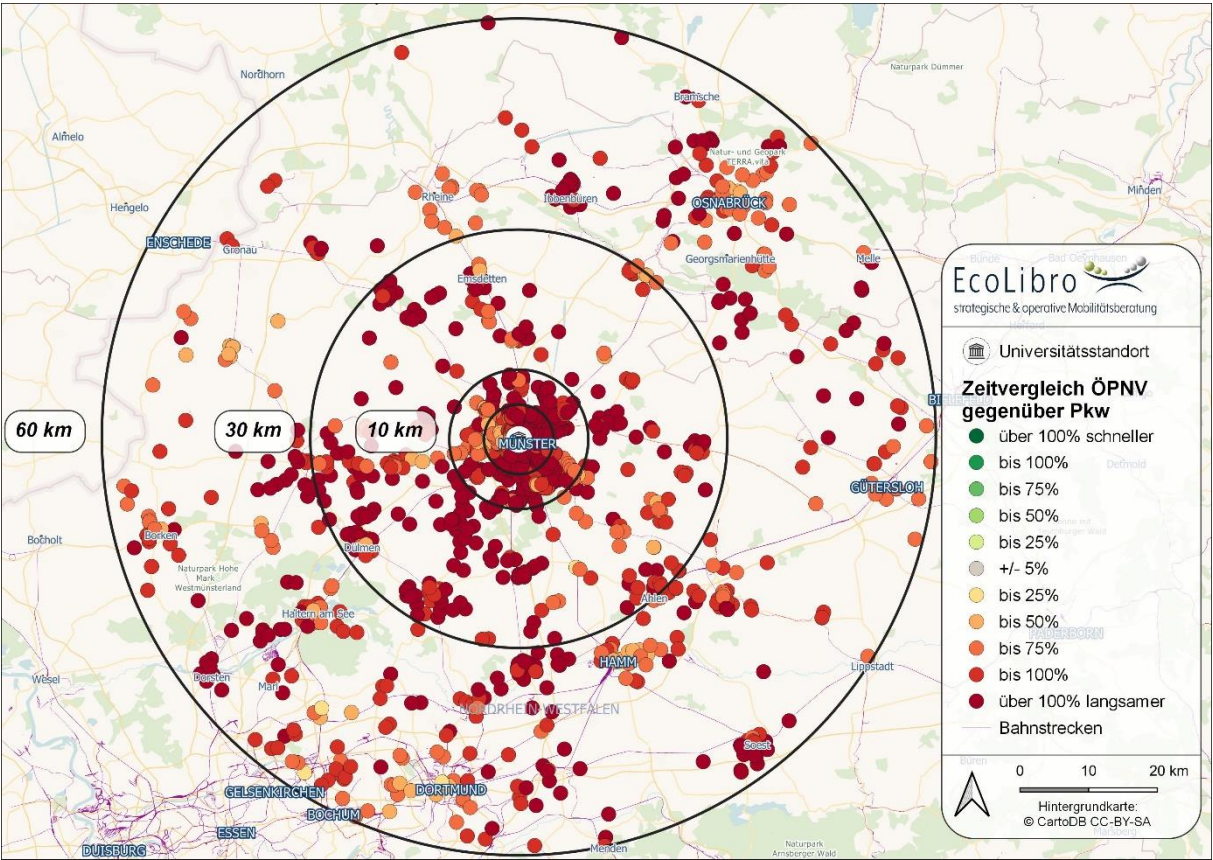


Abbildung 3-35: Schlossgarten/Schlossplatz: Zeitvergleich Pkw/ÖPNV

		Zeitvergleich in Minuten											
		ÖPNV											
1775**		5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120	>120
P k w	5												
	10			11	15	1							
	15			4	40	156	87	2					
	20					67	169	120	4				
	30						26	161	133	46	3		
	40							7	21	115	54	5	
	50								6	72	113	40	11
	60									22	77	71	16
	80										13	31	55
	100												1
	120												
	>120												
		Neutral: 196			Verbesserung: 0				Verschlechterung: 1579				

Abbildung 3-36: Schlossgarten/Schlossplatz: tabellarischer Zeitvergleich Pkw/ÖPNV

3.3.2.3 Naturwissenschaftliches Zentrum (NWZ)

Als Zieladresse wurde für diesen Standort Heisenbergstraße 2, 48149 Münster gewählt.

Der Standort liegt ca. 1,5 km Luftlinie zu den Standorten im Stadtzentrum entfernt. Auch hier lassen sich durch die geringe Entfernung in den Kategorien Zeit, Kosten, CO₂ und Bewegung kaum Unterschiede feststellen.

Beim Zeitvergleich Pkw vs. ÖPNV schneidet der ÖPNV jedoch nochmals etwas schlechter ab als am Standort Schlossgarten/Schlossplatz. Dies ist vor allem durch die Lage am Stadtrand zu begründen. Da die Mehrzahl der ausgewählten Punkte (stellvertretend für die tatsächlichen Wohnorte) für die Erreichbarkeitsanalyse im Stadtzentrum liegen, ist die Distanz der meisten Punkte zum Standort NWZ größer als bei den bisherigen Standorten.

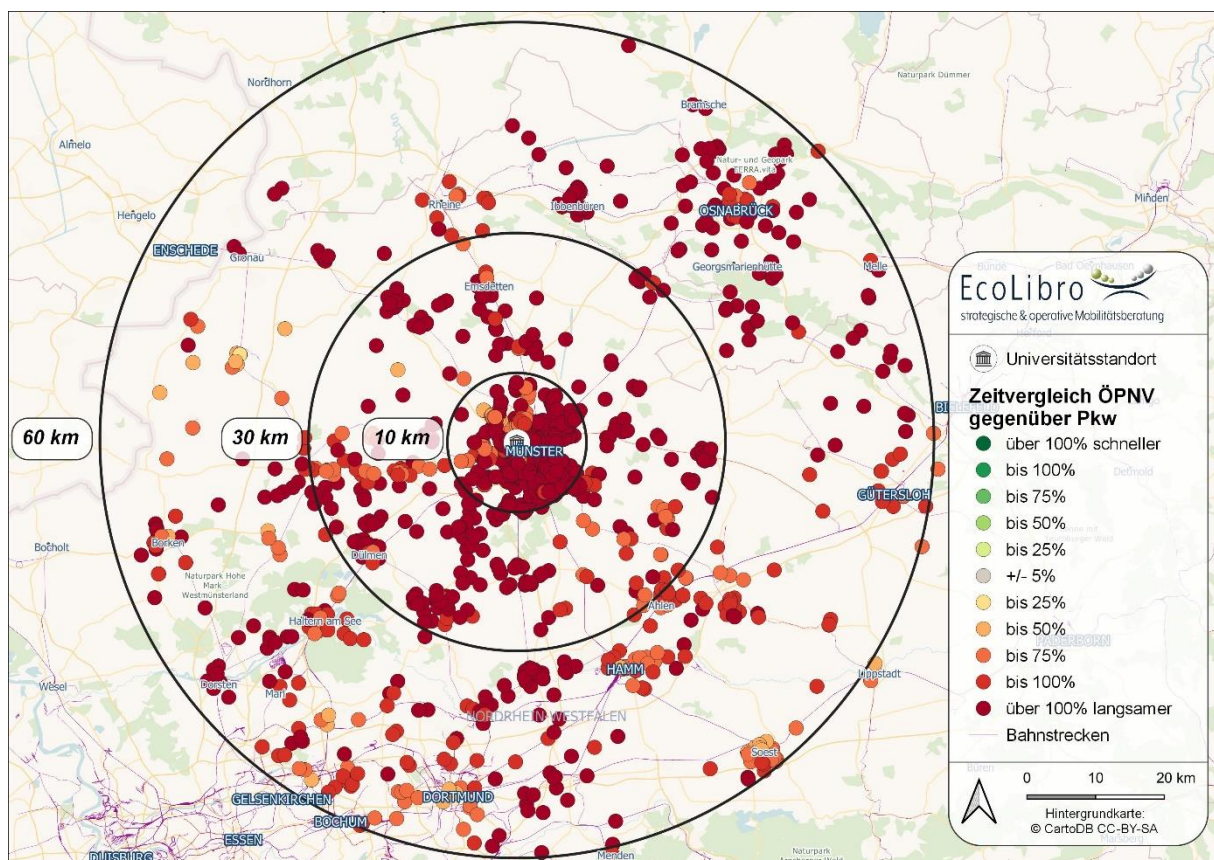


Abbildung 3-37: NWZ: Zeitvergleich Pkw/ÖPNV

Zeitvergleich in Minuten												
1760**		ÖPNV										
		5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	>120
P k w	5											
	10		5	14	25	26	1	1				
	15				32	194	90	21				
	20					21	62	149	50	3		
	30						12	29	186	113	11	1
	40								14	83	77	6
	50								1	34	104	58
	60									12	47	79
	80										11	51
	100											2
	120											
	>120											
		Neutral: 108			Verbesserung: 0				Verschlechterung: 1652			

Abbildung 3-38: NWZ: tabellarischer Zeitvergleich Pkw/ÖPNV

3.3.2.4 Leonardo-Campus/Hostmarer Landweg

Als Zieladresse wurde für diesen Standort Horstmarer Landweg 68, 48149 Münster gewählt.

Der Standort liegt lediglich 350 Meter Luftlinie vom Standort NWZ entfernt. Daher wurden an diesem Standort in allen Kategorien nahezu identische Ergebnisse wie die am NWZ festgestellt.

3.3.2.5 Scharnhorststraße

Als Zieladresse wurde für diesen Standort Scharnhorststraße 100, 48151 Münster gewählt.

Der Standort liegt ca. 1,5 km Luftlinie südlich zum Standort Innenstadt.

Im Radius von 10 km ist hier das Auto etwas häufiger das schnellste Verkehrsmittel als an den übrigen Standorten. Ein Grund dafür liegt darin, dass an diesem Standort die geringsten Zeiten für die Parkplatzsuche sowie der kürzeste Fußweg vom Parkplatz zum Gebäude zugrunde gelegt wurden.

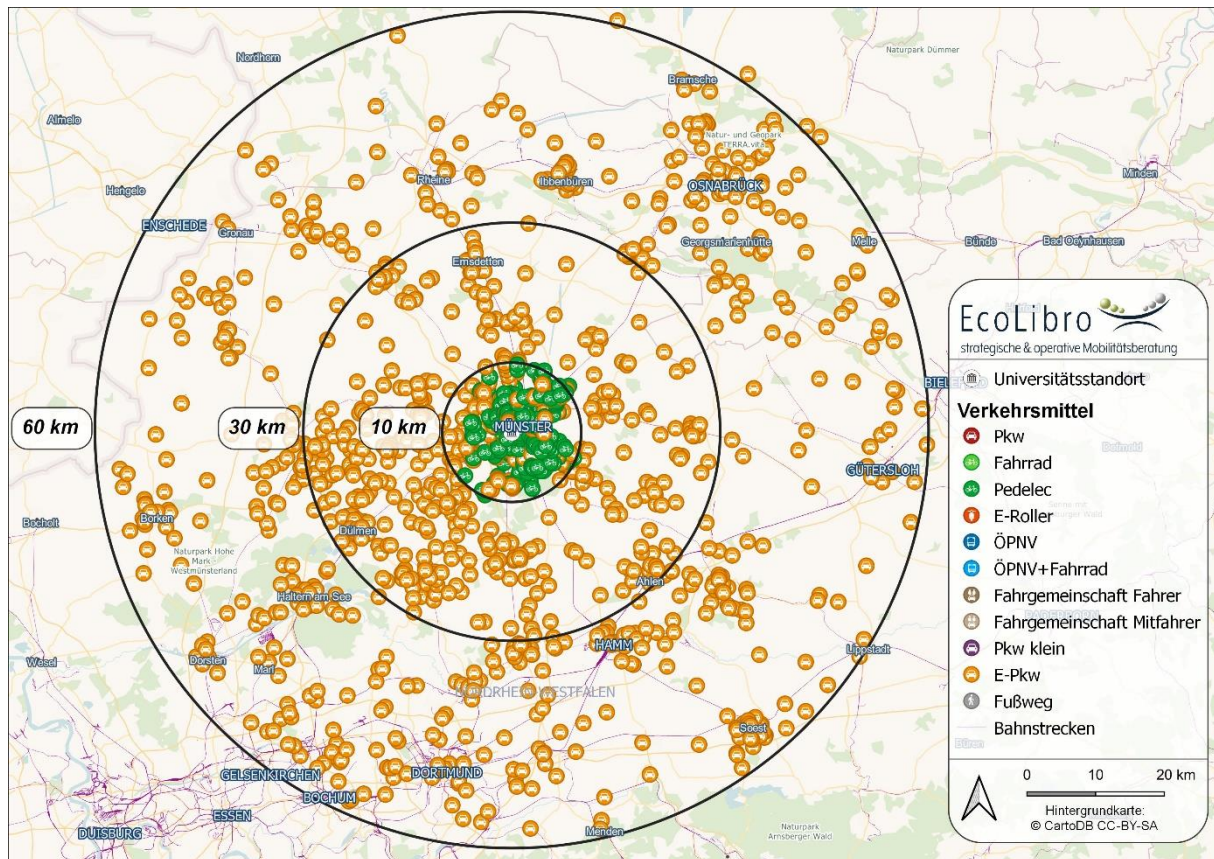


Abbildung 3-39: Scharnhorststraße: Das schnellste Verkehrsmittel

Beim Zeitvergleich sowie allen anderen Auswertungen schneidet der Standort ähnlich ab, wie der Standort NWZ.

3.3.2.6 Hüffercampus (Hüfferstraße und Robert-Koch-Straße)

Als Zieladresse wurde für diesen Standort Fliednerstraße 21, 48149 Münster gewählt.

Der Standort liegt ca. 1,5 km westlich vom Standort Innenstadt. Beim Zeitvergleich Pkw vs. ÖPNV schneidet der ÖPNV an diesem Standort am schlechtesten ab. So erreichen weniger als 1% der ermittelten ÖPNV-Verbindungen den Standort zeitneutral gegenüber dem Pkw (Abbildung 3-40). Die Analyseergebnisse der übrigen Kategorien unterscheiden sich nicht wesentlich von den Ergebnissen der restlichen Standorte.

Zeitvergleich in Minuten												
1351**		ÖPNV										
		5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	>120
P k w	5		2	30	8							
	10			7	71	169	34	2				
	15				1	41	170	92	13	1		
	20						7	95	100	15	1	
	30						1	12	57	58	15	1
	40								5	46	54	6
	50									16	59	45
	60										16	36
	80											2
	100											
	120											
	>120											
		Neutral: 11			Verbesserung: 0				Verschlechterung: 1340			

Abbildung 3-40: Hüffercampus: tabellarischer Zeitvergleich Pkw vs. ÖPNV

3.4 Prozessanalyse

Zur Aufnahme der gelebten Mobilitätspraxis wurden im Juli bzw. August 2022 mit unterschiedlichen Personengruppen einstündige Interviews geführt. Ziel der Interviews war es bei den Mitarbeiter:innen (teils mit Führungsverantwortung) und Studierenden auf der einen Seite die „Ist-Situation“ abzufragen und auf der anderen Seite Raum für deren Anregungen und Ideen zu geben und sie als Multiplikatoren im anstehenden Change-Prozess mitzunehmen.

Die Interviews wurden mit Vertreter:innen aus den folgenden Bereichen geführt:

- Hochschulleitung
- Beschäftigte aus Technik und Verwaltung (Universitäts- und Landesbibliothek, International Office, Personal)
- Wissenschaftliche Beschäftigte (Zentrum für Hochschullehre, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Zentrum für interdisziplinäre Nachhaltigkeitsforschung)
- Studierende (AStA Referat für Nachhaltigkeit und Mobilität)

Bei den Interviews handelt es sich um subjektive Wahrnehmungen und Einschätzungen der interviewten Personen. Die Kernaussagen sind nachfolgend sinngemäß wiedergegeben:

Zweirad

- Dienstfahräder sind (teilweise personenbezogen) vorhanden
- Eine ausreichende Fahrradinfrastruktur (Abstellanlagen) oder Ladeinfrastruktur für Pedelecs ist nicht vorhanden
- Eine Fahrradbox mit Werkzeugen war in der Vergangenheit vorhanden, ist jedoch Vandalismus zum Opfer gefallen
- Mitarbeiter:innen die innerhalb von Münster leben, fahren i.d.R. mit dem Fahrrad. Die allgemeine Fahrradinfrastruktur (Abstellanlagen) an den Unistandorten ist jedoch unzureichend (insbesondere für teure Zweiräder)
- Alle Standorte der Universität sind in rund 20 Minuten mit dem Zweirad erreichbar, auch der Hauptbahnhof
- An den Standorten sind teils Fahrradabstellanlagen vorhanden, diese sind oft überfüllt. Es sind keine / kaum überdachte bzw. sichere Fahrradabstellanlagen vorhanden

Dienstwagen / Privat-Pkw

- Pendler, die mit dem Auto zur Arbeit kommen, nutzen auch tendenziell häufiger den Pkw für Dienstgänge
- Bei jeder Dienstreise muss überprüft werden, ob ein Poolfahrzeug zur Verfügung steht, bevor ein privates Fahrzeug genutzt wird
- Der Fahrzeugpool ist im Allgemeinen sehr stark ausgelastet

ÖPNV

- Der Regionalverkehr wird nur bei einer guten Anbindung genutzt und der Bus wird aufgrund der allgemein sehr schlechten Anbindung quasi gar nicht genutzt
- Der ÖPNV innerhalb von Münster ist sehr schlecht und wird quasi nicht genutzt, da er im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln zu langsam ist
- Dienstreisen werden i.d.R. mit der Bahn zurückgelegt
- Bei ausreichender dienstlicher Nutzung besteht die Möglichkeit sich eine Bahncard 50 erstatten zu lassen. Eine Beschaffung findet jedoch zuerst im privaten Rahmen statt
- Der ÖPNV ist rund um Münster schlecht ausgebaut

- Der ÖPNV weist bereits ab 19 Uhr eine deutlich schlechtere Taktung auf
- Auf dem Weg zur Universität wird meistens das Fahrrad, bei schlechtem Wetter auch der ÖPNV genutzt

Sonstiges

- CarSharing Angebote sind nicht ausreichend vorhanden
- CarSharing wurde bisher eher nicht genutzt, stellt allerdings eine Alternative dar, wenn Material transportiert werden muss
- Die Beschäftigten nutzen ihre üblichen Verkehrsmittel. Es findet wenig Abwechslung in der Wahl des Verkehrsmittels statt
- Eine Kompensation von Flugreisen findet aufgrund der Komplexität nicht statt

Des Weiteren wurden die Interviewpartner:innen danach gefragt, wie das Mobilitätsverhalten möglicherweise nachhaltig verbessert werden kann. Gemäß den Antworten im Interview bzw. nach eigener Einschätzung von EcoLibro wurden mögliche Optimierungsansätze bzw. Maßnahmen abgeleitet. Diese werden nachfolgend unterteilt in Handlungsfeldern aufgelistet.

Handlungsfeld Zweirad

- Sonderkonditionen für Beschäftigte und Studierende für die Fahrradstation am Bahnhof
- Leihfahrräder mit Sonderkondition an den Uni-Standorten und am Bahnhof
- Regelmäßige Entfernung der „Fahrrad-Leichen“ an den Abstellanlagen um Platzprobleme zu vermeiden
- Nutzung von freien Flächen für bedarfsgerechte Fahrradabstellanlagen / Fahrradboxen
- Bereitstellung von Trockenräumen und Schutzbekleidung
- Prüfen von neuen Konzepten für Fahrradabstellanlagen (moderne Lösungen)
- Einführung Dienstradleasing

Handlungsfeld Dienstwagen / Privat-Pkw

- Einführung Parkplatzbewirtschaftung
- Einführung Corporate CarSharing

Handlungsfeld ÖPNV

- Schnell-Bus Linie vom Bahnhof zu den größten Universitätsstandorten
- Prüfung der Barrierefreiheit an Unistandorten / ÖPNV Haltestellen
- Erhöhung der Taktung des ÖPNV, insbesondere zu den Vorlesungs- und Abendstunden

Handlungsfeld Dienstreisen

- Direkte Erstattung einer Bahncard 50, wenn ausreichend dienstliche Nutzung prognostiziert wird
- Einheitliche Regelung für eine Kompensation von Flugreisen
- Bereitstellung von Dienst-Laptops bzw. Smartphones für mobiles Arbeiten auf Dienstreisen (z.B. Bahn)

Handlungsfeld Kommunikation

- Erarbeitung eines Kommunikationskonzeptes (z.B. Informationen für Erstsemester, Challenge-App, etc.)
- Gezielte Werbung für Aktionen wie z.B. Stadtradeln
- Einrichtung einer Fahrgemeinschaftsplattform

Die genannten möglichen Maßnahmen wurden im Maßnahmenworkshop berücksichtigt. Sie wurden in diesem nochmal aufgegriffen.

3.5 Fahrdatenanalyse

Es wurde zunächst für neun Standorte eine Fahrdatenanalyse erstellt. Die Analyse wurde auf Basis eines achteinhalbwöchigen Untersuchungszeitraum, vom 01.09.2019 bis zum 31.10.2019, durchgeführt. Die folgende Tabelle zeigt die Verteilung der Fahrzeuge auf die neun verschiedenen Standorte, die in der Fahrdatenanalyse betrachtet wurden. In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 3-1: Verteilung der Fahrzeuge je Standort für die Fahrdatenanalyse

Standort	Fahrzeugklasse	Anzahl Fahrzeuge je Klasse
Leonardo Campus	Pkw	11
	Transporter	7
	Van	13
Orleans Ring	Transporter	4
Corrensstraße	Transporter	1
	Van	1
Hammer Straße	Van	1
Hüfferstraße	Pkw	1
Krummer Timpfen	Transporter	1
Robert-Koch Straße	Pkw	1
Röntgenstraße	Transporter	1
Schlossgarten	Transporter	1

3.5.1 Standort Leonardo Campus

Am Standort Leonardo Campus wurden für den achteinhalbwöchigen Untersuchungszeitraum insgesamt 900 Fahrten ausgewertet, die mit insgesamt 31 Dienstfahrzeugen (11 Pkw, 7 Transporter und 13 Vans) durchgeführt wurden. Hochgerechnet auf ein Jahr wurden mit den 31 Fahrzeugen zusammen 756.973 km zurückgelegt.

Die hochgerechneten Jahresfahrleistungen pro Fahrzeug liegen bei allen drei Fahrzeugkategorien ebenfalls auf einem hohen Niveau. So werden mit den Pkw und den Vans durchschnittlich gut 26.000 km pro Jahr zurückgelegt. Etwas weniger werden die Transporter genutzt, die aber trotzdem im Durchschnitt auf eine ungefähre Fahrleistung von 18.700 km pro Jahr kommen. Ebenfalls fallen die hohen Fahrleistungen pro durchschnittliche Fahrt auf. Auch hier liegen die Pkw und die Vans mit Werten von 166 km pro Fahrt bzw. 147 km pro Fahrt sehr nahe beieinander. Die Transporter fallen hier mit einer durchschnittlichen Fahrleistung von 88 km pro Fahrt etwas ab.

Die Jahresfahrleistungen sowie die durchschnittlichen Fahrleistungen pro Fahrt am Standort liegen somit bereits in Größenordnungen, die auf eine hinreichende Nutzung der Fahrzeuge hindeuten.

Im Bereich der durchschnittlichen Nutzung der Fahrzeuge pro Werktag liegen alle Fahrzeugklassen bei Werten zwischen 0,6 und 0,8. Dementsprechend gibt es noch ein gewisses Potenzial die Fahrzeuge häufiger zu nutzen.

Parameter	Pkw (dienstlich)	Transporter (dienstlich)	Van (dienstlich)
Erfassungsdauer	8,5 Wochen		
Anfang	01.09.2019		
Ende	31.10.2019		
Ferienzeiten während der Erfassung*	-		
Feiertage während der Erfassung*	03.10.		
Anzahl der Fahrzeuge	11	7	13
Fahrten im Zeitraum	282	242	376
Ø Fahrten pro Fahrzeug (werktäglich)	0,6	0,8	0,7
Fahrleistung (jährlich)	286.930 km	130.985 km	339.058 km
Ø Fahrleistung pro Fahrzeug (jährlich)	26.085 km	18.712 km	26.081 km
Ø Fahrleistung pro Fahrt	166 km	88 km	147 km

*Ferienzeiten und Feiertage in NRW

Abbildung 3-41: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Leonardo Campus)

Von den 900 ausgewerteten Fahrten waren 25% nicht länger als maximal 10 km, was einer Hin- und Rückfahrt von jeweils 5 km entspricht. Diese Fahrten könnten aufgrund der Entfernung üblicherweise in ähnlicher Fahrzeit mit einem (Lasten-) Pedelec durchgeführt werden, sofern es sich hierbei um Fahrten mit einer Person handelt. Es zeigt sich allerdings auch, dass 19% der Fahrten oberhalb der Grenze von 200 Kilometern liegen, was eine Elektrifizierung des Fahrzeugs aufwendiger gestalten könnte, da es im Bereich Transporter und Vans derzeit nur wenige Modelle (z.B. Renault Kangoo Z.E. oder Opel Combo) mit entsprechenden benötigten Reichweiten von über 200 km gibt.

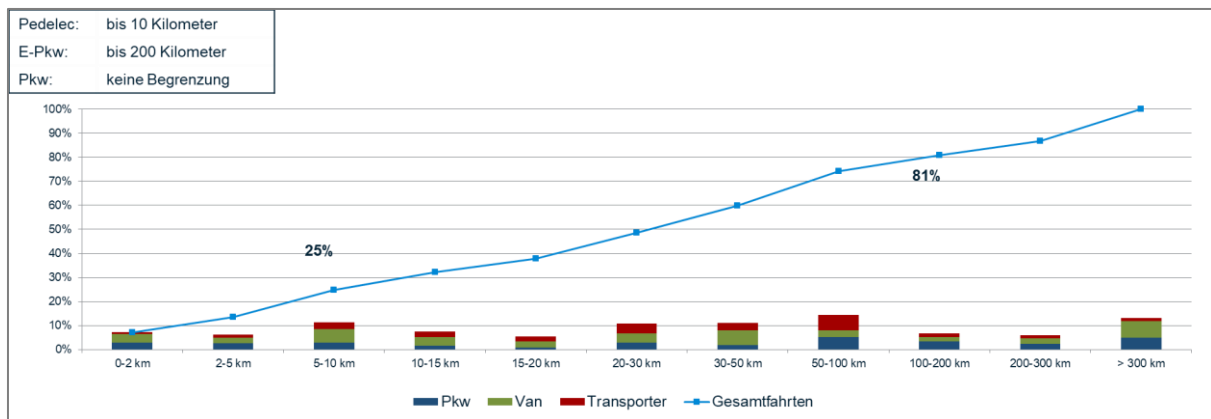


Abbildung 3-42: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Leonardo Campus)

Die Abbildung zur Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauern zeigt auf, dass knapp ein Drittel der Fahrten eine Nutzungsdauer bis zu zwei Stunden aufweist. Dementsprechend könnten die Fahrzeuge an diesen Tagen auch mehrfach am Tag gebucht werden. Demgegenüber stehen knapp 35% der untersuchten Fahrten, die teilweise weit über acht Stunden dauerten. Es wird vermutet, dass viele dieser Fahrten im Rahmen von Exkursionen durchgeführt wurden.

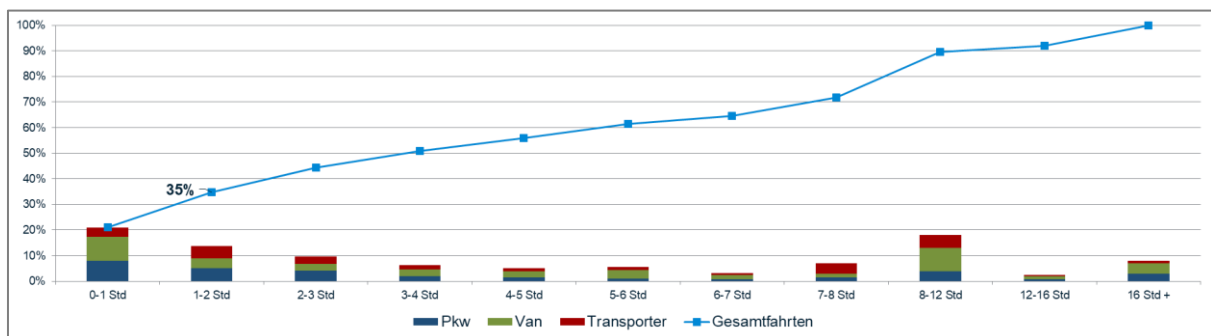


Abbildung 3-43: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Leonardo Campus)

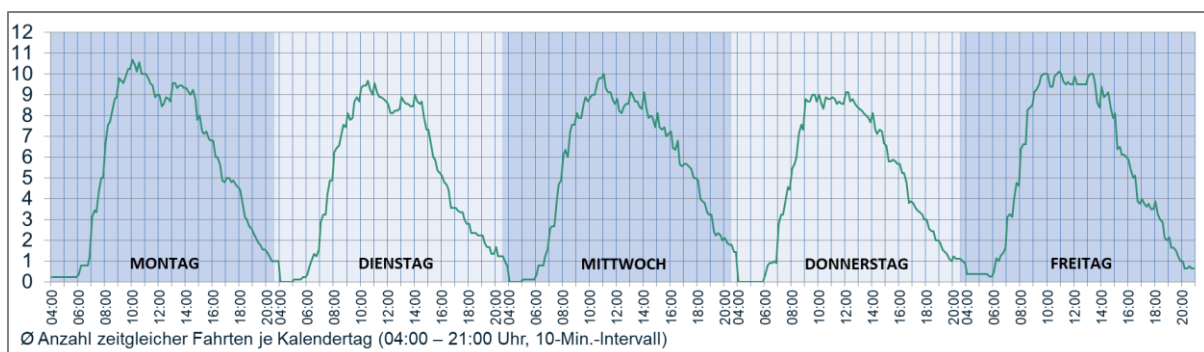


Abbildung 3-44: Tageslastkurve der gleichzeitigen Nutzung von Fahrzeugen pro Tag (Mo-Fr) (Leonardo Campus)

Die Tageslastkurve zeigt, dass von den 31 Fahrzeugen im Durchschnitt maximal 11 Fahrzeuge gleichzeitig im Einsatz waren. Es ist eine Tendenz einer geringen Nutzung am Nachmittag erkennbar. So gibt es ungefähr ab 18 Uhr fast keine Nutzung der Fahrzeuge mehr, so dass die Fahrzeuge selbst bei einer Ladeleistung von lediglich 3,7 kW ausreichend geladen werden könnten, um am folgenden Tag wieder ohne Einschränkungen genutzt zu werden.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Fahrzeuge am Standort bereits gut genutzt werden. Eine Elektrifizierung wäre grundsätzlich machbar, eine mögliche Zwischenladung bei längeren Fahrten müsste ggf. berücksichtigt werden.

3.5.2 Standort Orleans Ring

Am Standort Orleans Ring wurden im Untersuchungszeitraum die Fahrten von 4 Transportern untersucht. Mit den 4 Fahrzeugen wurden insgesamt 143 Fahrten durchgeführt. Hochgerechnet auf ein Jahr ergab sich für die vier Fahrzeuge zusammen eine Jahresfahrleistung von 29.432 km pro Jahr. Die Jahresfahrleistungen je Fahrzeug lagen somit bei ungefähr 7.358 km. Dementsprechend lag die durchschnittliche Fahrleistung pro Fahrt bei 34 km. Die Fahrzeuge wurden pro Werktag im Schnitt 0,8-mal eingesetzt.

Parameter	Pkw (dienstlich)	Transporter (dienstlich)	Van (dienstlich)
Erfassungsdauer		8,5 Wochen	
Anfang		01.09.2019	
Ende		31.10.2019	
Ferienzeiten während der Erfassung*		-	
Feiertage während der Erfassung*		03.10.	
Anzahl der Fahrzeuge	-	4	-
Fahrten im Zeitraum	-	143	-
Ø Fahrten pro Fahrzeug (werktäglich)	-	0,8	-
Fahrleistung (jährlich)	-	29.432 km	-
Ø Fahrleistung pro Fahrzeug (jährlich)	-	7.358 km	-
Ø Fahrleistung pro Fahrt	-	34 km	-

*Ferienzeiten und Feiertage in NRW

Abbildung 3-45: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Orleans Ring)

Ein Fünftel der Fahrten waren nicht länger als 10 km. Wie auch beim zuvor betrachteten Standort, könnten diese Fahrten in ähnlicher Fahrzeit mit einem Pedelec

durchgeführt werden. Voraussetzung ist auch hier, dass diese Fahrten von einer Person durchgeführt werden. Nur 1% der weiteren Fahrten lagen oberhalb der Grenze von 200 km. Rein aufgrund der Fahrleistungen wäre eine Elektrifizierung der Fahrzeuge, bei Verfügbarkeit der entsprechenden Modelle, möglich.

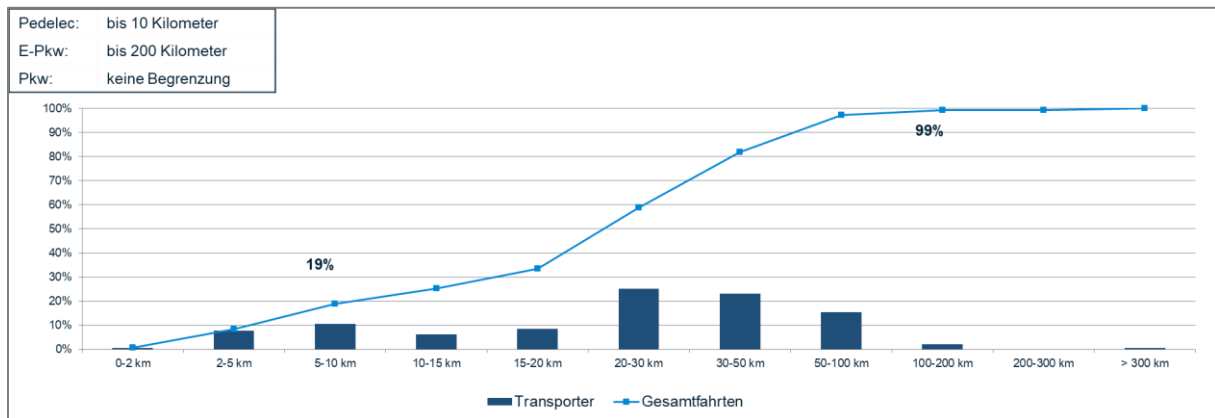


Abbildung 3-46: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Orleans Ring)

Die Nutzungsdauer der Fahrzeuge zeigt auf, dass knapp 15% der Fahrten bis zu zwei Stunden dauerten. Bei der dieser Fahrtlänge wäre es also problemlos möglich die Fahrzeuge mehrfach am Tag zu buchen. Demgegenüber stehen knapp 65% der Fahrten, die eine zeitliche Dauer von über 6 Stunden aufweisen. Bei diesen Fahrtauern wäre eine weitere Nutzung am gleichen Tag nur schwer durchzuführen. Der hohe Wert von knapp zwei Dritteln der Fahrten von über 6 Stunden deutet eher darauf hin, dass die Fahrzeuge am Standort tageweise genutzt werden. Diese tageweise Nutzung zeigt sich auch im Verlauf der Tageslastkurve. Ein Indiz dafür stellen die stark abgeflachten Kurven zwischen 8 und 16 Uhr dar. Zudem ist erkennbar, dass ab ca. 16 Uhr keine Nutzung der Fahrzeuge mehr stattfindet. Dies zeigt, dass es ausreichend lange Phasen gibt, um die Fahrzeuge mit einer geringen Ladeleistung von beispielsweise 3,7 kW über Nacht wieder aufzuladen.

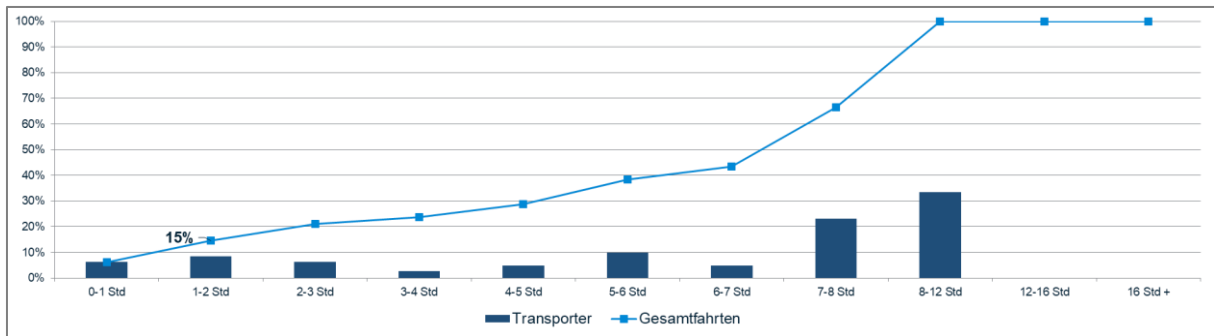


Abbildung 3-47: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Orleans Ring)

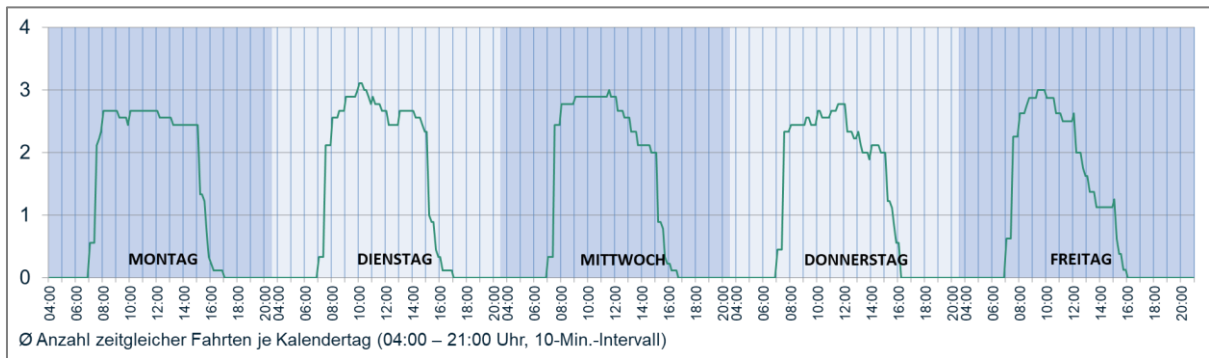


Abbildung 3-48: Tageslastkurve der gleichzeitigen Nutzung von Fahrzeugen pro Tag (Mo-Fr) (Orleans Ring)

3.5.3 Standort Corrensstraße

Der Standort Corrensstraße wurde ebenfalls an der Untersuchung beteiligt. Es wurden am Standort zwei Fahrzeuge untersucht. Dabei handelte es sich jeweils um einen Transporter und einen Van. Insgesamt wurden 72 Fahrten der beiden Fahrzeuge untersucht. Auf den Transporter entfiel eine hochgerechnete Fahrleistung von 11.746 km, was zu einer durchschnittlichen Fahrleistung 36 km pro Fahrt führt. Dagegen wurden mit dem Van hochgerechnet 12.217 km pro Jahr zurückgelegt. Dies führt dazu, dass im Durchschnitt pro Fahrt 111 km gefahren wurden.

Parameter	Pkw (dienstlich)	Transporter (dienstlich)	Van (dienstlich)
Erfassungsdauer		8,5 Wochen	
Anfang		01.09.2019	
Ende		31.10.2019	
Ferienzeiten während der Erfassung*		-	
Feiertage während der Erfassung*		03.10.	
Anzahl der Fahrzeuge	-	1	1
Fahrten im Zeitraum	-	54	18
Ø Fahrten pro Fahrzeug (werktäglich)	-	1,2	0,4
Fahrleistung (jährlich)	-	11.746 km	12.217 km
Ø Fahrleistung pro Fahrzeug (jährlich)	-	11.746 km	12.217 km
Ø Fahrleistung pro Fahrt	-	36 km	111 km

*Ferienzeiten und Feiertage in NRW

Abbildung 3-49: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Corrensstraße)

Das folgende Diagramm mit der Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke unterstützt die oben festgestellten durchschnittlichen Fahrleistungen. So ist zu erkennen, dass der Transporter eher auf kurzen Strecken bis zu 20 km eingesetzt werden. Der Van war hauptsächlich auf den längeren Strecken mit deutlich über 20 km im Einsatz.

43% der Fahrten lagen unter 10 km. Dies gilt vornehmlich für die Fahrten des Transporters. Ggf. könnte ein Teil mit einem Pedelec bzw. Lastenpedelec zurückgelegt werden. Demgegenüber sind 7% der Fahrten länger als 200 km. Hieraus lässt sich folgern, dass ein großer Teil der Fahrten mit E-Fahrzeugen mit vergleichsweise kleiner Batteriekapazität durchgeführt werden könnten, was die Umweltwirkung von E-Fahrzeugen positiv beeinflusst.

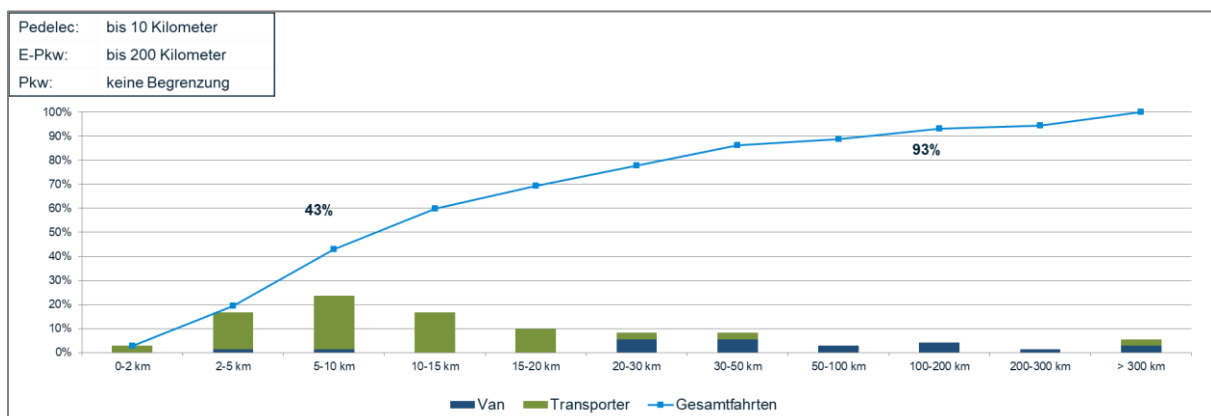


Abbildung 3-50: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Corrensstraße)

Neben den teils kurzen Entfernungen (ca. 43% der Fahrten) zeigt die nächste Abbildung, dass gut die Hälfte der untersuchten Fahrten eine Nutzungsdauer bis zu zwei Stunden aufweisen. Dementsprechend könnten die betroffenen Fahrzeuge teilweise problemlos mehrfach am Tag gebucht werden. Ebenfalls fällt auf, dass ca. 20% bis 25% eine Nutzungsdauer oberhalb von 8 Stunden aufweisen. Im Zusammenhang mit der universitären Einrichtung könnte vermutet werden, dass der Van, auf den hauptsächlich die langen Nutzungsdauern entfallen, für Tages- oder Mehrtagesexkursionen eingesetzt wird.

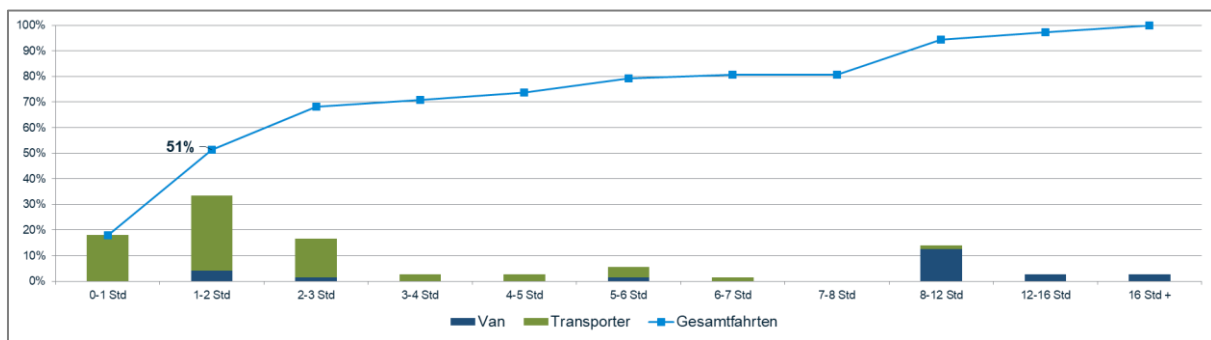


Abbildung 3-51: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Corrensstraße)

3.5.4 Standort Hammer Straße

Am Standort Hammer Straße wurden die Fahrten von einem Van untersucht. Mit dem Fahrzeug wurden in dieser Zeit 23 Fahrten durchgeführt. So ergibt sich hochgerechnet auf ein Jahr eine Jahresfahrleistung von 6.644 km pro Jahr. Dementsprechend lag die durchschnittliche Fahrleistung pro Fahrt bei 47 km. Das untersuchte Fahrzeuge wurde pro Werktag im Schnitt 0,5-mal eingesetzt.

Von den 23 ausgewerteten Fahrten waren 57% nicht länger als maximal 10 km. Diese Fahrten könnten mit einem Pedelec oder Lastenrad durchgeführt werden. Dies gilt unter der Bedingung, dass die Fahrten von einer Person mit wenig Material durchgeführt wurden. 13% der Fahrten liegen deutlich über 200 km. Mit der Möglichkeit einer Zwischenladung könnte auch dieses Fahrzeug elektrifiziert werden.

Parameter	Pkw (dienstlich)	Transporter (dienstlich)	Van (dienstlich)
Erfassungsdauer		8,5 Wochen	
Anfang		01.09.2019	
Ende		31.10.2019	
Ferienzeiten während der Erfassung*		-	
Feiertage während der Erfassung*		03.10.	
Anzahl der Fahrzeuge	-	-	1
Fahrten im Zeitraum	-	-	23
Ø Fahrten pro Fahrzeug (werktäglich)	-	-	0,5
Fahrleistung (jährlich)	-	-	6.644 km
Ø Fahrleistung pro Fahrzeug (jährlich)	-	-	6.664 km
Ø Fahrleistung pro Fahrt	-	-	47 km

*Ferienzeiten und Feiertage in NRW

Abbildung 3-52: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Hammer Straße)

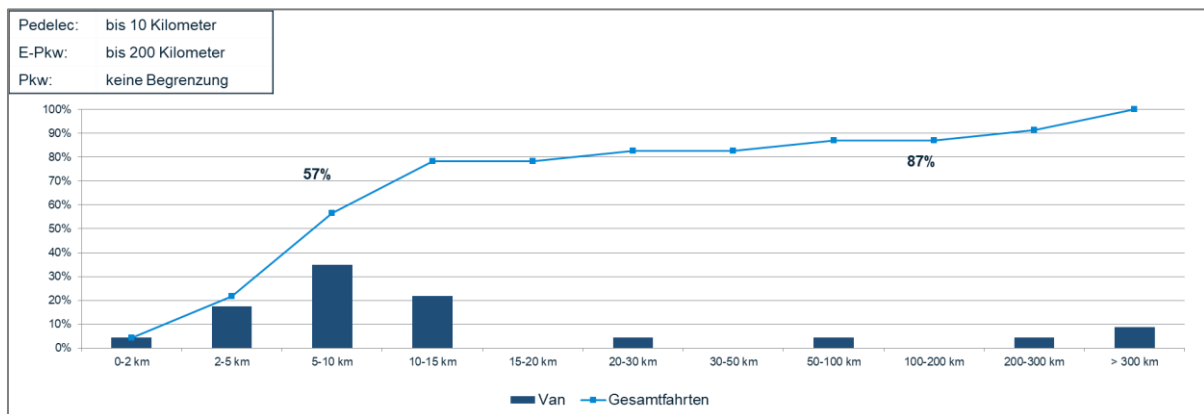


Abbildung 3-53: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Hammer Straße)

Die folgende Abbildung zur Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauern zeigt, dass knapp die Hälfte der untersuchten Fahrten unterhalb einer Nutzungsdauer von zwei Stunden liegt. Auf dieser Grundlage könnte das Fahrzeug an diesen Tagen auch mehrfach gebucht werden. Den kurzen Buchungen stehen allerdings auch gut 30% der Fahrten, die acht Stunden und länger dauern, wodurch eine Mehrfachnutzung an den entsprechenden Tagen ausfallen würde.

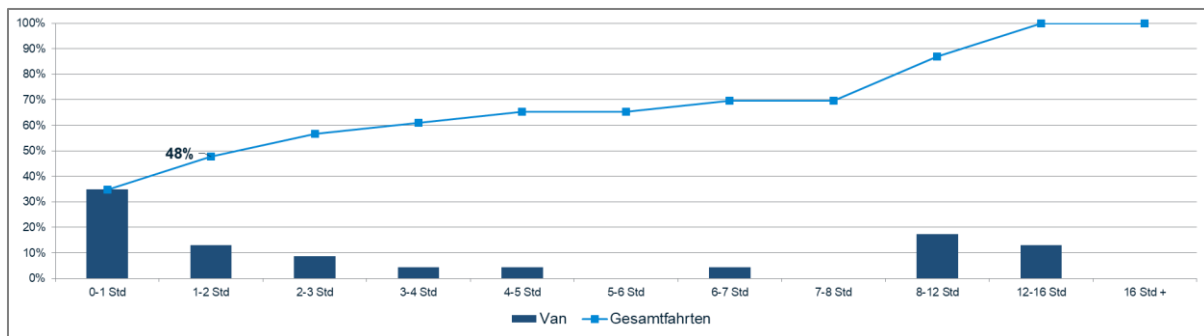


Abbildung 3-54: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Hammer Straße)

Die Jahresfahrleistung von ca. 6.600 km pro Jahr bietet durchaus Steigerungspotenzial, was durch das Zusammenspiel mit den zeitlich kurzen Fahrten unterstützt wird. Die Anzahl der kurzen Fahrten unter 10 km mit ca. 60% zeigt dagegen ein theoretisches Potenzial einer Nutzung von Pedelecs oder Lastenrädern auf, solange die entsprechenden Fahrten von einer Einzelperson und ohne Material durchgeführt wurden.

3.5.5 Standort Hüfferstraße

Am Standort Hüfferstraße wurden im Untersuchungszeitraum die Fahrten von einem Dienst-Pkw untersucht. Mit dem besagten Fahrzeug wurden während der Untersuchung 13 Fahrten durchgeführt. Bei einer Hochrechnung auf ein Jahr ergab sich so eine Jahresfahrleistung von 7.219 km pro Jahr. Die daraus resultierende durchschnittliche Fahrleistung pro Fahrt lag mit 91 km hoch. Das untersuchte Fahrzeuge wurde pro Werktag im Schnitt, 0,9-mal eingesetzt.

Parameter	Pkw (dienstlich)	Transporter (dienstlich)	Van (dienstlich)
Erfassungsdauer		8,5 Wochen	
Anfang		01.09.2019	
Ende		31.10.2019	
Ferienzeiten während der Erfassung*		-	
Feiertage während der Erfassung*		03.10.	
Anzahl der Fahrzeuge	1	-	-
Fahrten im Zeitraum	13	-	-
Ø Fahrten pro Fahrzeug (werktätlich)	0,9	-	-
Fahrleistung (jährlich)	7.219 km	-	-
Ø Fahrleistung pro Fahrzeug (jährlich)	7.219 km	-	-
Ø Fahrleistung pro Fahrt	91 km	-	-

*Ferienzeiten und Feiertage in NRW

Abbildung 3-55: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Hüfferstraße)

Von den 13 ausgewerteten Fahrdaten war 62% nicht länger als maximal 10 km, so dass die Fahrtstrecke für Hin- und Rückfahrt jeweils maximal 5 km beträgt. Es besteht also das theoretische Potenzial, dass Fahrten mit einem Pedelec oder Lastenrad durchgeführt werden könnten. Weiterhin lagen 8% der Fahrten oberhalb der Grenze von 200 Kilometern.

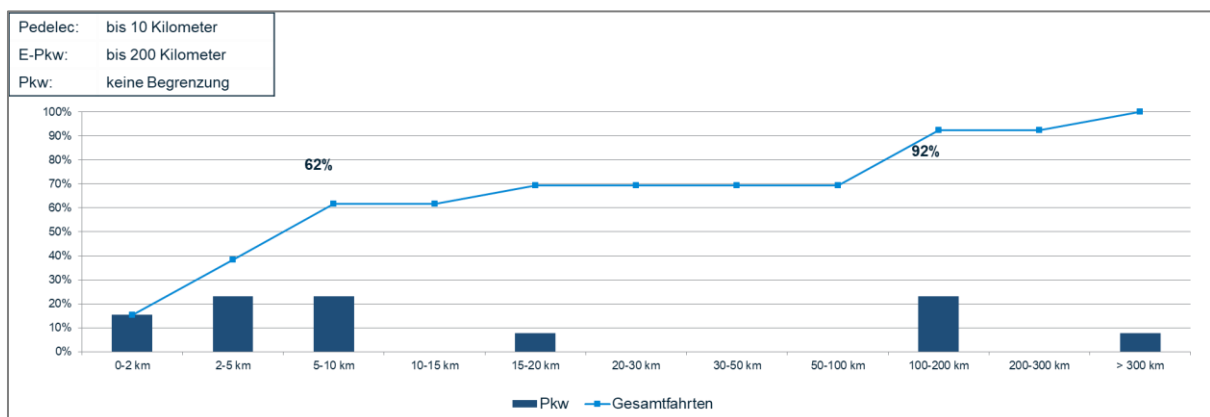


Abbildung 3-56: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Hüfferstraße)

In der folgenden Abbildung zur Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer ist erkennbar, dass 38% der untersuchten Fahrten eine Nutzungsdauer unter zwei Stunden aufweist. Werden noch die Fahrten unterhalb von drei Stunden hinzugenommen, dann sind 70% der Fahrten als zeitlich eher kurz einzustufen. Im Gegensatz dazu sind knapp 15% der Fahrten länger als 8 Stunden.

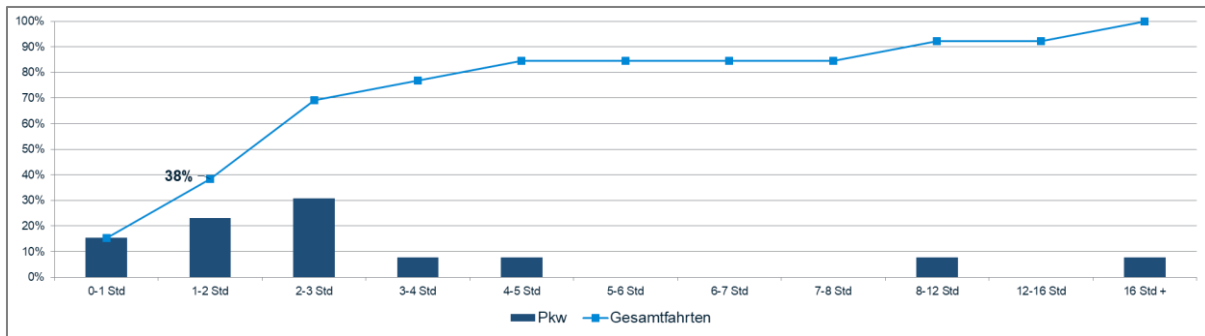


Abbildung 3-57: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Hüfferstraße)

Es bleibt festzuhalten, dass viele der untersuchten Fahrten sowohl von der Entfernung (62% unter 10 km) als auch der zeitlichen Nutzung (38% unter 2 Stunden) eher kurz sind. Was die Jahresfahrleistung betrifft, scheint das Fahrzeug eine relativ gute Nutzung zu erfahren. Es wäre trotzdem denkbar, dass Fahrten vom Pkw auf ein Pedelec oder Lastenrad umgelegt werden könnten. Eine Elektrifizierung des Pkw's wäre machbar, sofern bei den längeren Fahrten die Möglichkeit des Zwischenladens besteht.

3.5.6 Standort Krummer Timpen

Während des Untersuchungszeitraums wurden am Standort Krummer Timpen mit einem Transporter insgesamt 26 Fahrten durchgeführt. Hochgerechnet auf ein Jahr ergab sich somit eine Jahresfahrleistung von 22.189 km. Dementsprechend lag die durchschnittliche Jahresfahrleistung pro Fahrt bei 140 km. Je Werktag wurde das Fahrzeug im Schnitt 0,6-mal genutzt. Knapp ein Viertel der durchgeführten Fahrten war nicht länger als 10 km. 12% der Fahrten liegen deutlich über der Grenze von 200 km und wären unter Umständen schwerer zu elektrifizieren. Auch die sehr hohe Fahrleistung pro Fahrt könnte eine Elektrifizierung des Fahrzeugs deutlich erschweren.

Parameter	Pkw (dienstlich)	Transporter (dienstlich)	Van (dienstlich)
Erfassungsdauer		8,5 Wochen	
Anfang		01.09.2019	
Ende		31.10.2019	
Ferienzeiten während der Erfassung*		-	
Feiertage während der Erfassung*		03.10.	
Anzahl der Fahrzeuge	-	1	-
Fahrten im Zeitraum	-	26	-
Ø Fahrten pro Fahrzeug (werktätlich)	-	0,6	-
Fahrleistung (jährlich)	-	22.189 km	-
Ø Fahrleistung pro Fahrzeug (jährlich)	-	22.189 km	-
Ø Fahrleistung pro Fahrt	-	140 km	-

*Ferienzeiten und Feiertage in NRW

Abbildung 3-58: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Krummer Timpen)

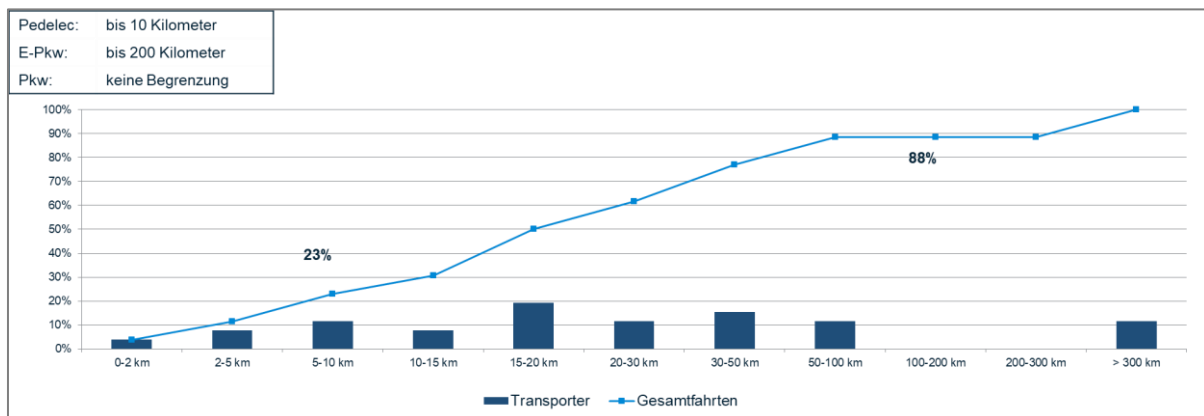


Abbildung 3-59: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Krummer Timpen)

Die Darstellung der Nutzungsdauer der Fahrzeuge passt zu den teils geringen Fahrleistungen je Fahrt. So ist zu erkennen, dass ebenfalls knapp ein Viertel der Fahrten unter 2 Stunden dauern und damit relativ kurz sind. Die kurze zeitliche Nutzung könnte bei einem Pooling mehrerer Fahrzeuge am Standort dazu führen, die Auslastung zu steigern, da das Potenzial gegeben ist das aktuelle Fahrzeug mehrfach am Tag zu buchen. Der untersuchte Transporter wurde am häufigsten am späten Vormittag genutzt. Nach 18 Uhr nahm die Fahrzeugnutzung deutlich ab.

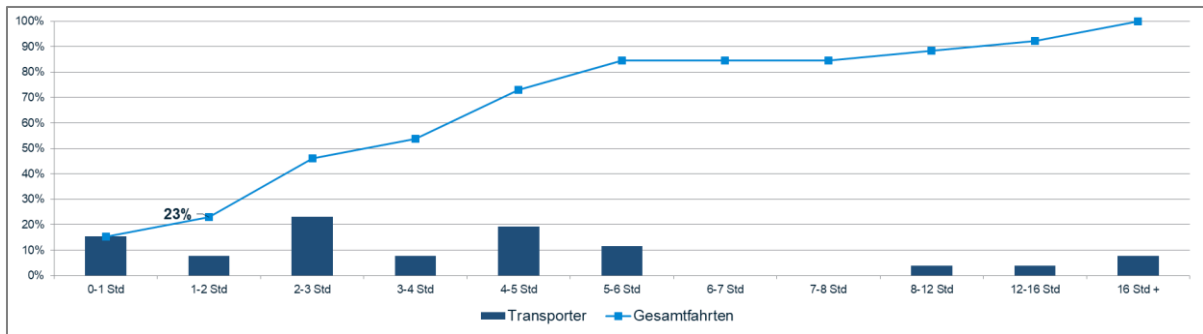


Abbildung 3-60: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Krummer Timpen)

3.5.7 Standort Robert-Koch Straße

Auch der Standort Robert-Koch-Straße wurde an der Untersuchung beteiligt. Hier wurden die Fahrten eines Dienst-Pkw untersucht. Während des Zeitraums wurden mit dem Pkw insgesamt 29 Fahrten durchgeführt. Diese Fahrten führten hochgerechnet zu einer Jahresfahrleistung von ungefähr 10.350 km pro Jahr. Es wurden durchschnittlich 58 km pro Fahrt zurückgelegt. Im Schnitt konnte der Pkw je Werktag 0,7-mal eingesetzt werden.

Parameter	Pkw (dienstlich)	Transporter (dienstlich)	Van (dienstlich)
Erfassungsdauer		8,5 Wochen	
Anfang		01.09.2019	
Ende		31.10.2019	
Ferienzeiten während der Erfassung*		-	
Feiertage während der Erfassung*		03.10.	
Anzahl der Fahrzeuge	1	-	-
Fahrten im Zeitraum	29	-	-
Ø Fahrten pro Fahrzeug (werktäglich)	0,7	-	-
Fahrleistung (jährlich)	10.351 km	-	-
Ø Fahrleistung pro Fahrzeug (jährlich)	10.351 km	-	-
Ø Fahrleistung pro Fahrt	58 km	-	-

*Ferienzeiten und Feiertage in NRW

Abbildung 3-61: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Robert-Koch Straße)

Bei der Betrachtung der Fahrstrecken je Fahrt zeigt sich, dass alle durchgeführten Fahrten zwischen 10 und 200 km lagen. Deshalb bietet sich an diesem Standort keine Nutzung von Pedelcs oder Lastenrädern an, da schon die kürzesten Strecken zu weit erscheinen. Alle Fahrten könnten mit einem E-Fahrzeug durchgeführt werden. Es

würde hier auch ein E-Fahrzeug mit einer vergleichsweise kleinen Batteriegrößen ausreichen, um die Umweltwirkung des E-Fahrzeugs zu erhöhen.

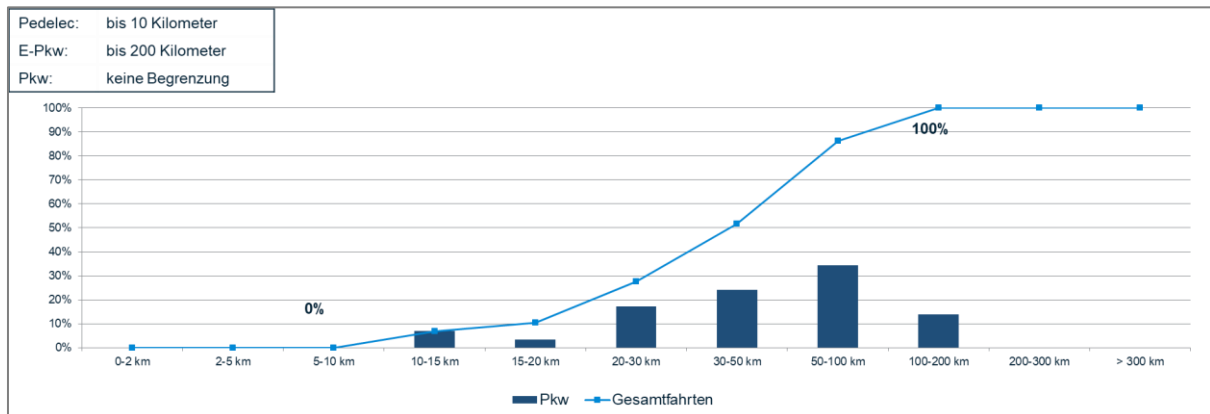


Abbildung 3-62: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Robert-Koch Straße)

Gut ein Fünftel der Fahrten dauerten unterhalb von 2 Stunden. Dies kann ein Indiz dafür sein, dass das Fahrzeug in einem möglichen Poolingsystem auch problemlos mehrfach am Tag gebucht werden könnte. Im Gegensatz dazu dauerten knapp 40% der Fahrten länger als 8 Stunden, so dass das Fahrzeug einen ganzen Tag oder länger geblockt wurde.

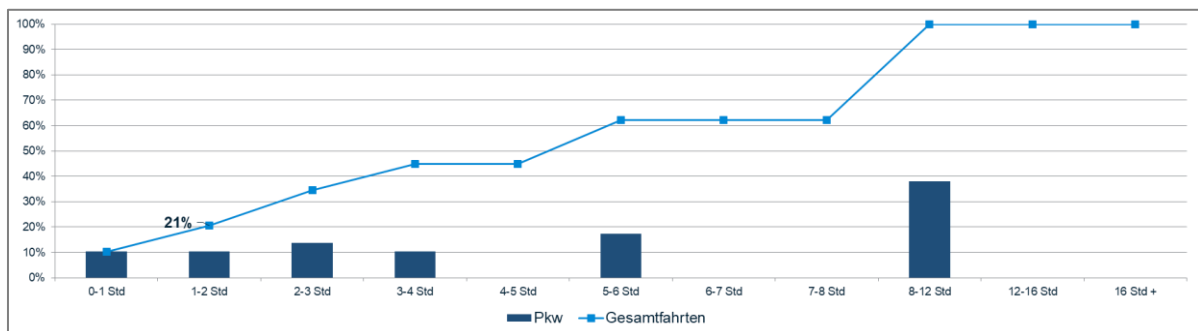


Abbildung 3-63: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Robert-Koch Straße)

Bei der Betrachtung der Fahrzeugnutzung zeigt sich, dass der untersuchte Dienst-Pkw am häufigsten am späten Vormittag sowie am frühen Nachmittag genutzt wurde. Häufig gab es nach 18 Uhr fast keine Nutzung mehr, so dass in den meisten Fällen auch ein langsames Laden über Nacht möglich wäre.

3.5.8 Standort Röntgenstraße

Der Standort Röntgenstraße verfügt über einen Transporter, der im untersuchten Zeitraum für 36 Fahrten genutzt wurde. Für das Fahrzeug wurde eine Jahresfahrleistung von gut 13.600 km errechnet, was einer durchschnittlichen Fahrleistung pro Fahrt von 62 km entspricht. Pro Werktag wurde der Transporter im Schnitt 0,8-mal genutzt. 64% der untersuchten 36 Fahrten hatten eine Streckenlänge unterhalb von 10 km. Wie bei den vorher untersuchten Standorten könnte unter bestimmten Voraussetzungen ein Teil dieser Fahrten mit einem (Lasten-) Pedelec durchgeführt werden. 8% der Fahrten waren länger als 200 km.

Parameter	Pkw (dienstlich)	Transporter (dienstlich)	Van (dienstlich)
Erfassungsdauer		8,5 Wochen	
Anfang		01.09.2019	
Ende		31.10.2019	
Ferienzeiten während der Erfassung*		-	
Feiertage während der Erfassung*		03.10.	
Anzahl der Fahrzeuge	-	1	-
Fahrten im Zeitraum	-	36	-
Ø Fahrten pro Fahrzeug (werktäglich)	-	0,8	-
Fahrleistung (jährlich)	-	13.642 km	-
Ø Fahrleistung pro Fahrzeug (jährlich)	-	13.642 km	-
Ø Fahrleistung pro Fahrt	-	62 km	-

*Ferienzeiten und Feiertage in NRW

Abbildung 3-64: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Röntgenstraße)

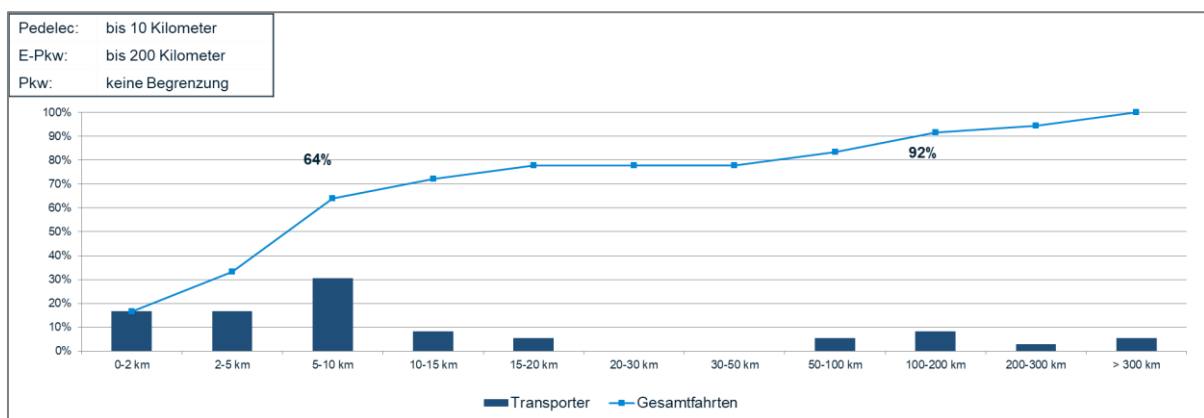


Abbildung 3-65: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Röntgenstraße)

Neben den überwiegend kurzen Entfernungen zeigt sich in der Verteilung der Nutzungsdauer ein ähnlicher Effekt. Hier ist zu erkennen, dass 53% der am Standort untersuchten Fahrten bis zu zwei Stunden dauern, was zur Folge hat, dass der Transporter problemlos auch mehrmals am Tag gebucht werden könnte. Die überwiegende Nutzung des Fahrzeugs findet am späten Vormittag statt.

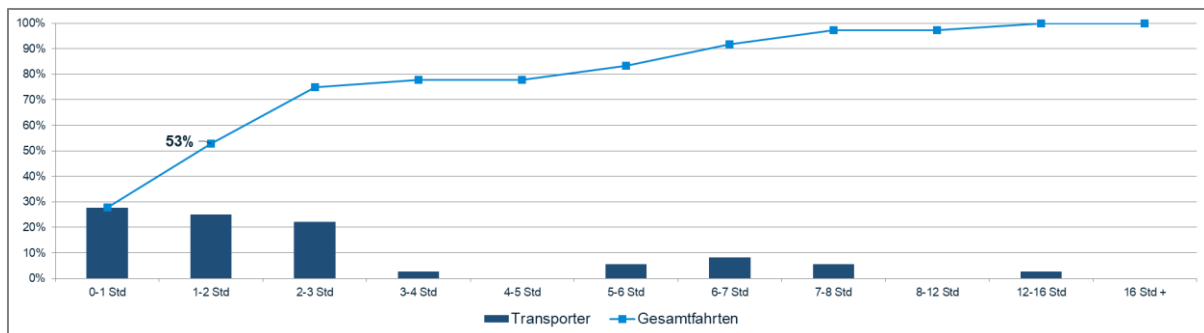


Abbildung 3-66: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Röntgenstraße)

3.5.9 Standort Schlossgarten

An diesem Standort wurden die Fahrten eines Transporters betrachtet. Während des Untersuchungszeitraums wurden mit dem Transporter 47 Fahrten durchgeführt. Hochgerechnet auf ein Jahr erzeugte der Transporter so eine Jahresfahrleistung von 16.713 km pro Jahr. Im Durchschnitt legte der Transporter somit 58 Kilometer pro Fahrt zurück. Im Schnitt wurde das Fahrzeug 1,1-mal je Werktag eingesetzt.

32% der Fahrten lagen unterhalb einer Fahrtstrecke von 10 km und 9% der Fahrten lagen über 200 km. Dementsprechend gäbe es auch die Möglichkeit einer Elektrifizierung des Transporters. In diesem Zusammenhang sollte geprüft werden, ob die Fahrten oberhalb von 200 km eine Möglichkeit zur Zwischenladung des Fahrzeugs hatten.

Parameter	Pkw (dienstlich)	Transporter (dienstlich)	Van (dienstlich)
Erfassungsdauer		8,5 Wochen	
Anfang		01.09.2019	
Ende		31.10.2019	
Ferienzeiten während der Erfassung*		-	
Feiertage während der Erfassung*		03.10.	
Anzahl der Fahrzeuge	-	1	-
Fahrten im Zeitraum	-	47	-
Ø Fahrten pro Fahrzeug (werktäglich)	-	1,1	-
Fahrleistung (jährlich)	-	16.713 km	-
Ø Fahrleistung pro Fahrzeug (jährlich)	-	16.713 km	-
Ø Fahrleistung pro Fahrt	-	58 km	-

*Ferienzeiten und Feiertage in NRW

Abbildung 3-67: Datenüberblick der Fahrdatenanalyse (Schlossgarten)

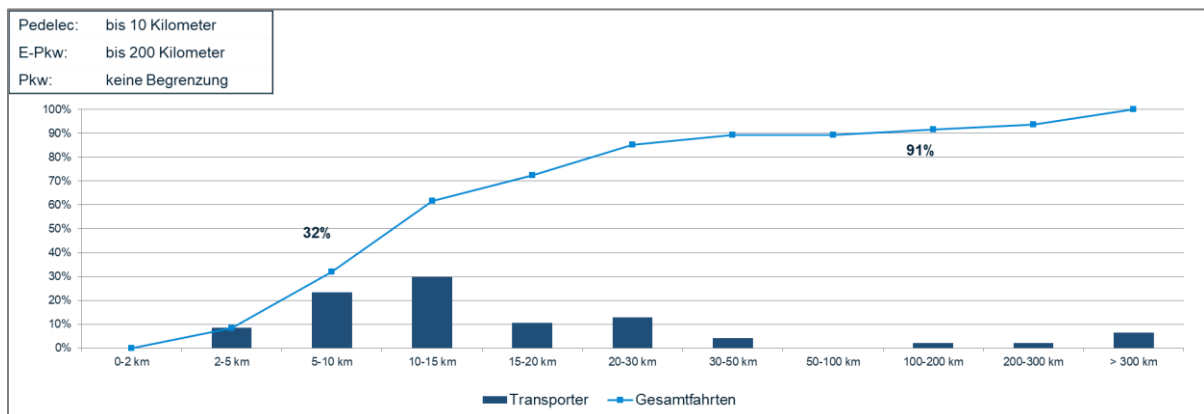


Abbildung 3-68: Verteilung der Fahrten nach Fahrstrecke (Schlossgarten)

Betrachtet man in der folgenden Abbildung die Fahrzeiten des Transporters, so lässt sich erkennen, dass 66% der untersuchten Fahrten unter 2 Stunden dauerten. Bei knapp 80% der Fahrten dauerte die Fahrt nicht länger als 3 Stunden. Diese Werte deuten darauf hin, dass das Fahrzeug häufig problemlos mehrfach am Tag genutzt werden kann, was in Teilen bereits geschieht wie der vorstehenden Tabelle zu entnehmen ist. Weiterhin zeigt sich, dass nur ein sehr geringer Anteil der Fahrten länger als 8 Stunden dauert, hierbei könnte es bspw. am Exkursionen handeln, die entweder einen oder mehrere Tage dauern.

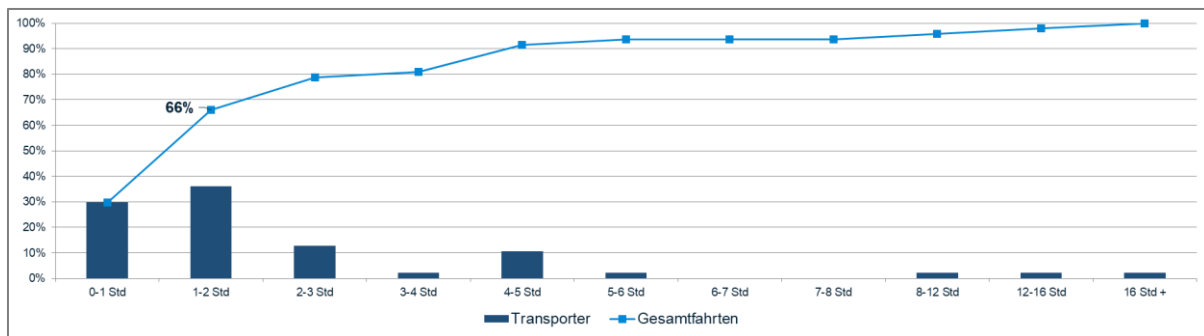


Abbildung 3-69: Verteilung der Fahrten nach Nutzungsdauer (Schlossgarten)

Die Tageslastkurve des Transporters zeigt auf, dass das Fahrzeug in der Regel am späten Vormittag und häufig auch am frühen Nachmittag genutzt wird. Meistens findet nach 16 Uhr keine Nutzung des Fahrzeugs mehr statt. Zudem ist erkennbar, dass freitags sogar ab 14 Uhr fast keine Nutzung mehr stattfindet. Dieses Nutzungsverhalten könnte sich bei einer Elektrifizierung des Fahrzeugs positiv auswirken, da durch die „Nicht-Nutzung“ ab 16 Uhr ein ausreichend langer Zeitraum entstehen würde, um das Fahrzeug über Nacht langsam wieder aufzuladen.

3.5.10 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass standortübergreifend jeweils ungefähr 90% der täglich gefahrenen Strecken problemlos elektrifiziert werden könnten. Rein auf Basis der zurückgelegten Strecken von bis zu 10 km ergibt sich ein theoretisches Potenzial zur Nutzung von Pedelecs oder Lastenrädern je Standort von 19% bis zu 64%. Je nach Standort lagen die Fahrtdauern unter 2 Stunden in einem Bereich zwischen 15% und 66%. Hieraus ergeben sich ebenfalls unterschiedliche Potenziale für eine mehrfache Fahrzeugnutzung pro Tag. Zudem konnte festgestellt werden, dass die untersuchten Fahrzeuge im Schnitt überwiegend weniger als 1 mal pro Werktag bewegt werden, so dass sich auch hieraus ein Potenzial zur Auslastungssteigerung ableiten lässt.

4 Elektromobilitätskonzept

4.1 Nutzungsgruppenanalysen

Die nachfolgenden Ausführungen zum Thema Elektromobilität sind Potentialanalysen und Vorschläge für mögliche Umsetzungskonzepte zum Aufbau von Ladeinfrastruktur. Diese Analyse soll als wissensbasierte Grundlage dienen, sind jedoch nicht als festgelegtes Umsetzungskonzept zu verstehen.

4.1.1 Fuhrpark der WWU

4.1.1.1 Allgemeines

Um die Fuhrparkstruktur genau darstellen zu können, wurden Rohdaten des Fuhrparks, wie z.B. Antriebsart, Nutzungsart oder Fahrzeugklasse an die EcoLibro GmbH übermittelt. Die Rohdaten wurden im Folgenden analysiert und ausgewertet.

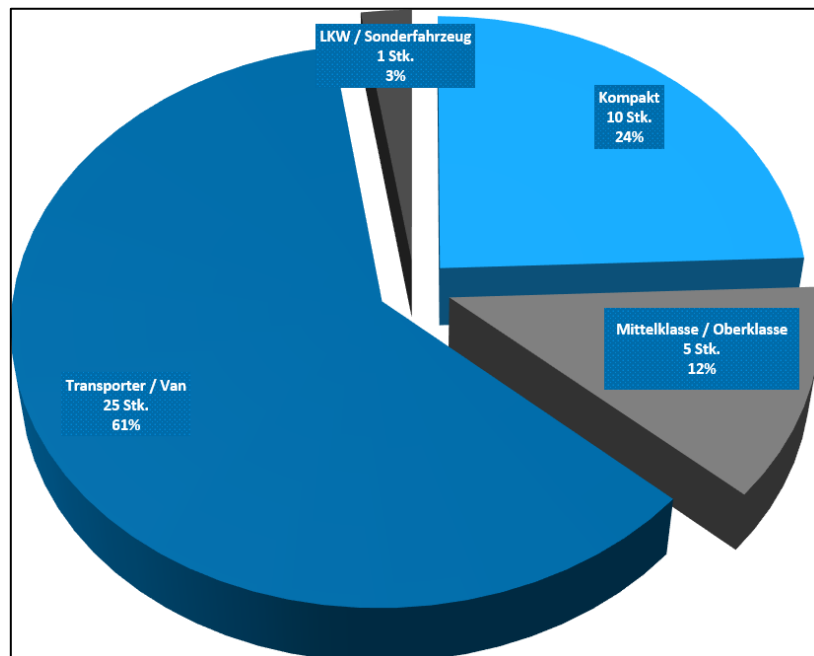


Abbildung 4-1: Anteile der Fahrzeugklassen im Fuhrpark

Wie in Abbildung 4-1 zu erkennen, verfügt die WWU zum ausgewählten Zeitpunkt über 41 Fahrzeuge. Die meistvertretene Fahrzeugkategorie bildet die Transporter- und Van-Klasse (61%, 25 Stk.), gefolgt von der Kompaktklasse (24%, 10 Stk.). Die Fahrzeugklasse der Mittel- und Oberklasse (12%, 5 Stk.) bildet den zweitgeringsten

Anteil am Fuhrpark. Den geringsten Fahrzeuganteil macht die Klasse der LKW- und Sonderfahrzeuge aus (3%, 1 Stk.).

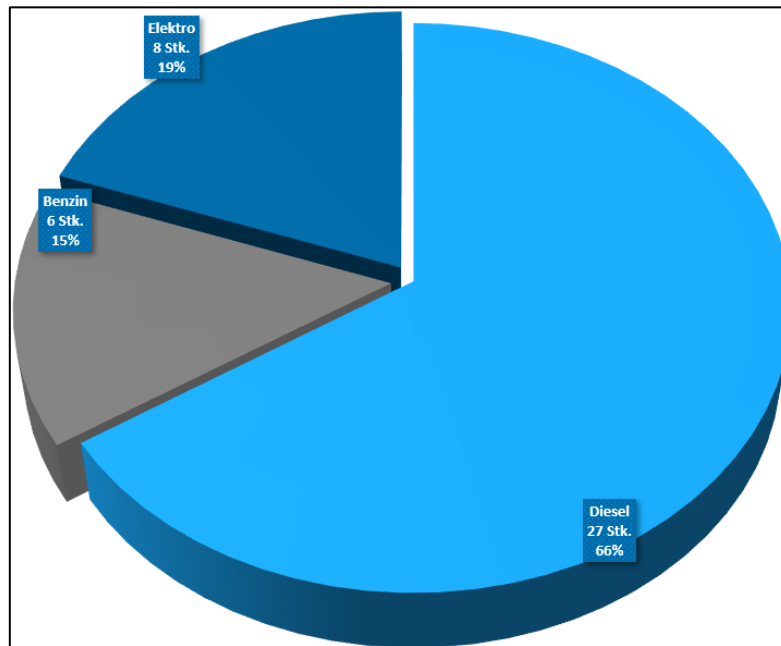


Abbildung 4-2: Antriebsarten aller Fahrzeuge des Fuhrparks

In Abbildung 4-2 sind die Antriebsarten der 41 Fahrzeuge dargestellt. Zu erkennen ist, dass mit 81% (33 Stk.) ein Großteil des Fuhrparks ausschließlich auf fossilen Antriebsarten beruht. Ein Großteil der Fahrzeuge (66%, 27 Stk.) haben dabei einen Antrieb mittels Ottomotor. 15% (6 Stk.) greifen auf einen Dieselmotor zurück. Mit 19% (8 Stk.) wird bereits jetzt ein Teil der Fahrzeuge als rein batterieelektrisches Fahrzeug (BEV) betrieben.

Der Fahrzeugbestand innerhalb der WWU wurde auf drei Nutzungsarten analysiert. Unter diesen Nutzungen fallen „Dienstwagen mit privater Nutzung“, „Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)“ und „Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)“. Erstere bilden die persönlich zugeordneten Dienstwagen mit Regelbesteuerung für den privaten Fahranteil, welcher von Dienstwagenberechtigten entrichtet werden muss. Die zweite und dritte Nutzungsart bilden die Dienstwagen ab, welche ausschließlich für dienstliche Zwecke benutzt werden dürfen. Sie unterscheiden sich nur durch ihre nächtliche Adresse. So kann ein Dienstwagen mit Standort nachts Wohnort ggfs. persönlich mit nach Hause genommen, aber nicht für den privaten Gebrauch benutzt werden. In den folgenden

Unterkapiteln 4.1.1.2, 4.1.1.3 und 4.1.1.4 wird die jeweilige Nutzungsart spezifisch analysiert. Wobei an dieser Stelle schon darauf hingewiesen wird, dass an der WWU nur die dritte der genannten Nutzungsarten existiert.

4.1.1.2 Dienstwagen mit privater Nutzung

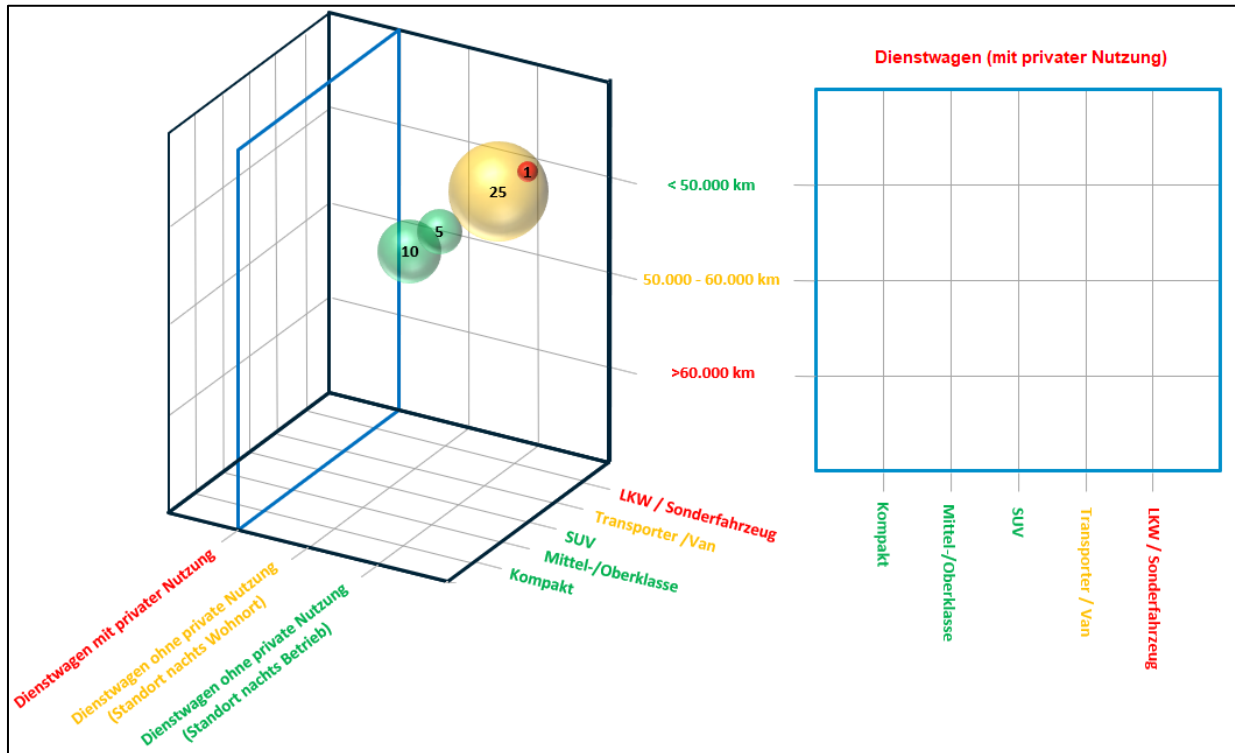


Abbildung 4-3 Dienstwagen mit privater Nutzung

In Abbildung 4-3 sind die „Dienstwagen mit privater Nutzung“ aufgezeigt. Die Elektrifizierung von „Dienstwagen mit privater Nutzung“ ist verglichen mit Dienstwagen ohne privaten Nutzungsanteil komplizierter als bei Fahrzeugen ohne einen privaten Fahranteil. Durch die Möglichkeit, den Dienstwagen mit an einen Wohnort zu nehmen, ist das Elektrifizierungspotenzial anhand der ggf. erschwerten Ladesituation am Wohnort grundsätzlich komplexer und individuell zu prüfen. Der Vollständigkeit halber wurde diese Fahrzeuggruppe erwähnt, jedoch besitzt die WWU kein Fahrzeug, welches unter diese Gruppe fallen würde, da es keine Dienstfahrzeuge mit privater Nutzung gibt.

4.1.1.3 Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)

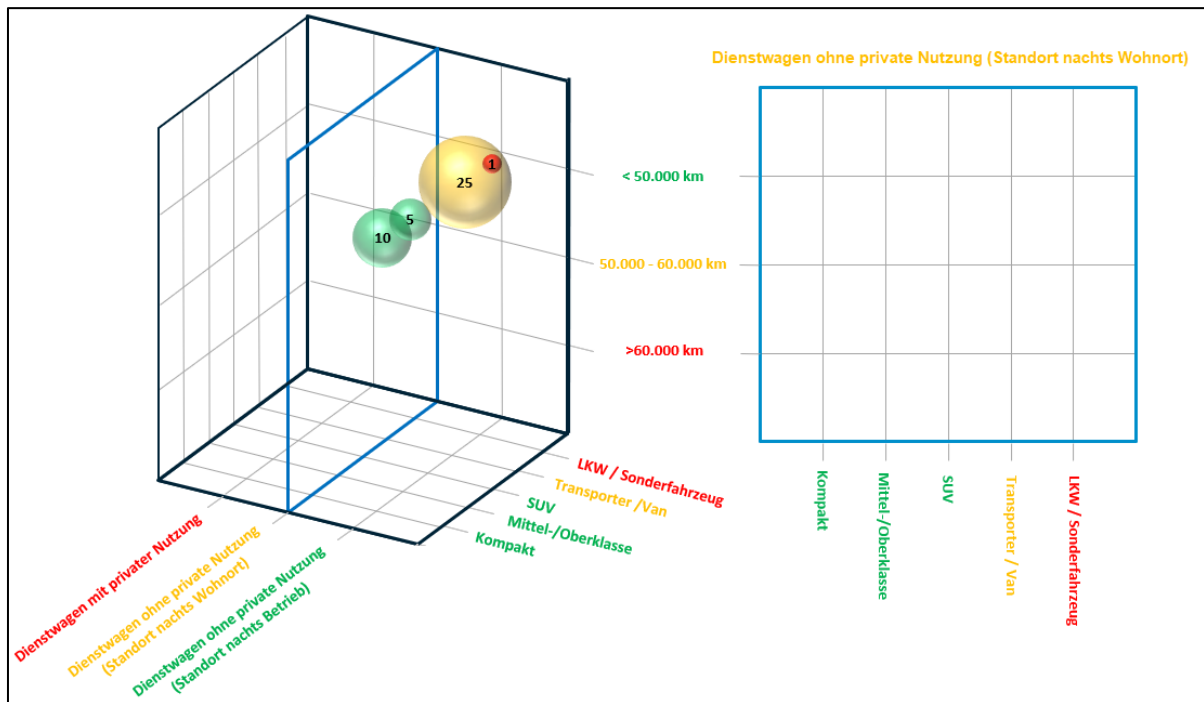


Abbildung 3-4 Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)

In der Abbildung 4-4 sind die „Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Wohnort)“ dargestellt. Dienstwagen ohne privaten Nutzungsanteil lassen sich aufgrund ihrer fehlenden privaten Verwendung grundsätzlich leichter elektrifizieren. Wie bereits bei den Dienstwagen mit privatem Nutzungsanteil vorgestellt, ist das Elektrifizierungspotenzial anhand der ggf. erschwerten Ladesituation am Wohnort grundsätzlich komplexer und individuell zu prüfen. Der Vollständigkeit halber wurde diese Fahrzeuggruppe in diesem Bericht ebenfalls erwähnt, jedoch besitzt die WWU kein Fahrzeug, welches unter diese Gruppe fallen würde.

4.1.1.4 Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)

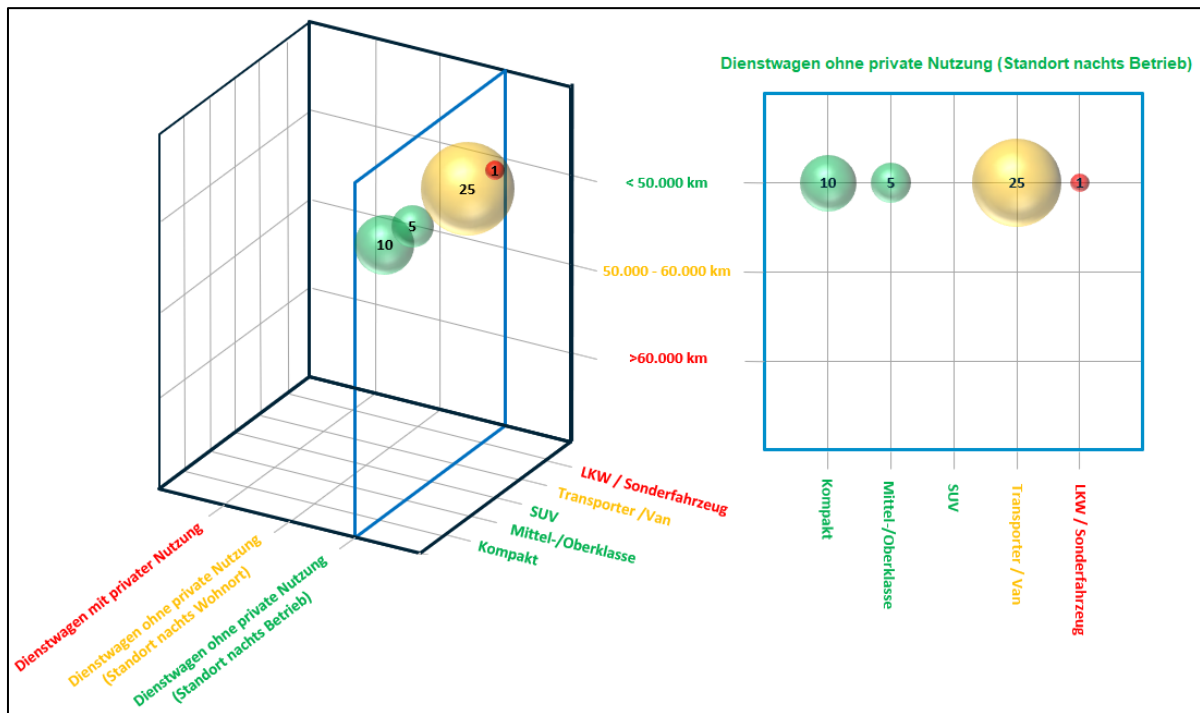


Abbildung 4-4: Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)

Die Abbildung 4-4 stellt die „Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)“ dar. Dienstwagen ohne privaten Nutzungsanteil lassen sich aufgrund ihrer fehlenden privaten Verwendung grundsätzlich leichter elektrifizieren. Zu erkennen ist, dass mit 25 Stück ein Großteil des Fuhrparks dieser Kategorie aus der Transporter- und Van-Klasse kommt. Mit zehn Fahrzeugen bilden die Kompaktfahrzeuge die zweitgrößte Gruppe des Fuhrparks, gefolgt von fünf Fahrzeugen der Mittel- sowie Oberklasse. Diese Fahrzeugklassen weisen schon aktuell, aufgrund eines breiten Marktangebots, ein hohes Elektrifizierungspotenzial auf. Auch das Marktangebot gängiger Transporter/Vans ist umfangreich vorhanden, sollte aber aufgrund höheren Verbrauchswerten individuell auf Akkukapazität und Ladeleistung betrachtet werden. Gleiches gilt für die geringen Fahrleistungen von maximal 50.000 km pro Jahr, welche sich auch hier in der benötigten Akkukapazität niederschlagen. Lediglich bei einem Fahrzeug aus der Klasse der Lkw/Sonderfahrzeuge besteht die Herausforderung, dass das Marktangebot zum aktuellen Zeitpunkt noch Ausbaupotenzial aufweist. Jedoch sind auch hier in den nächsten Monaten eine Vielzahl neuer Modelle zu erwarten.

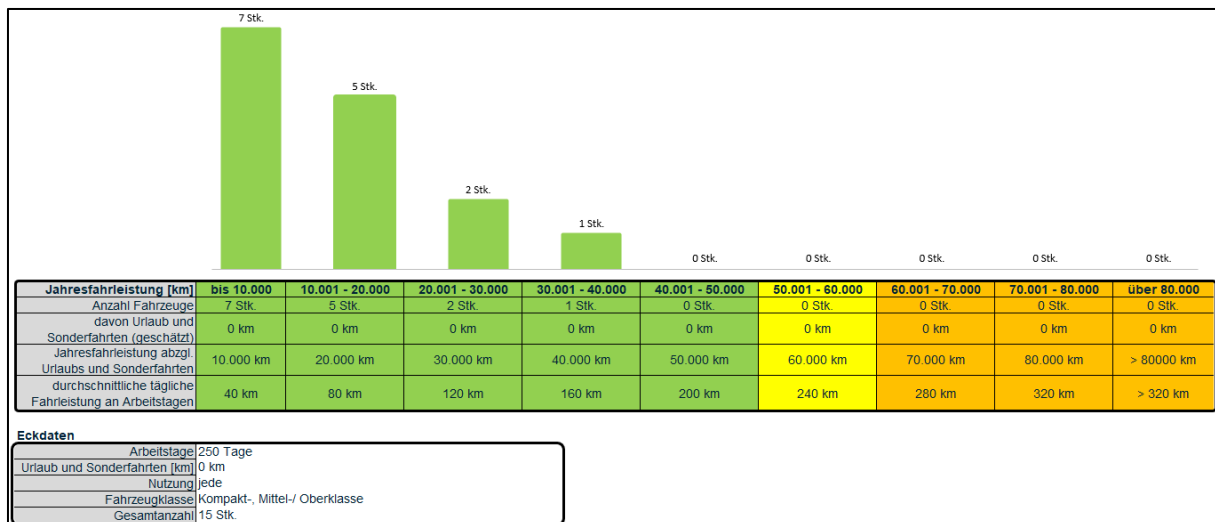


Abbildung 4-5: Pkw ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)

In Abbildung 4-5 sind die Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb) aus der Klassen Kompakt-, sowie Mittel-/Oberklasse in Bezug auf die Fahrleistung differenzierter abgebildet. Insgesamt gehören dieser Fahrzeugklasse 15 Fahrzeuge an. Sieben der Fahrzeuge haben eine Jahresfahrleistung von max. 10.000 km, was einer durchschnittlichen Tagesfahrleistung von ca. 40 km pro Arbeitstag entspricht. Nimmt man einen Verbrauch von 20 kWh auf 100 km an, so haben diese Fahrzeuge einen Tagesenergieverbrauch von durchschnittlich 8 kWh pro Tag. Fünf Fahrzeuge aus dieser Klasse weisen eine Jahresfahrleistung von bis zu 20.000 km auf. Dies entspricht einer durchschnittlichen Fahrleistung von 80 km pro Arbeitstag. Wird auch hier derselbe durchschnittliche Verbrauch eines Elektro-Pkw angenommen, so kommen diese Fahrzeuge auf einen Tagesenergieverbrauch von 16 kWh pro Tag. Eine jährliche Fahrleistung von 30.000 weisen insgesamt zwei Fahrzeuge aus der Klasse auf. Dies entspricht einer täglichen Fahrleistung von 120 km pro Arbeitstag und somit einem täglichen Verbrauch von 24 kWh. Lediglich ein Fahrzeug aus dieser Fahrzeugklasse kommt auf eine jährliche Fahrleistung von bis zu 40.000 km pro Jahr, was einer täglichen Fahrleistung von 160 km pro Arbeitstag entspricht. Dieses Fahrzeug hätte somit einen täglichen Verbrauch von 32 kWh.

Im Folgenden wird beispielhaft eine Ermittlung des täglichen Verbrauchs dargestellt. In der Berechnung wird angenommen, dass ein BEV einen durchschnittlichen Verbrauch von 20 kWh auf 100 km besitzt.

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \text{Durchschnittlicher Verbrauch} * \text{Tagesfahrleistung}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{20\text{kWh}}{100\text{km}} * \frac{40\text{km}; 80\text{km}; 120\text{km}; 160\text{km}}{\text{Tag}}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{8\text{kWh}; 16\text{kWh}; 24\text{kWh}; 32\text{kWh}}{\text{Tag}}$$

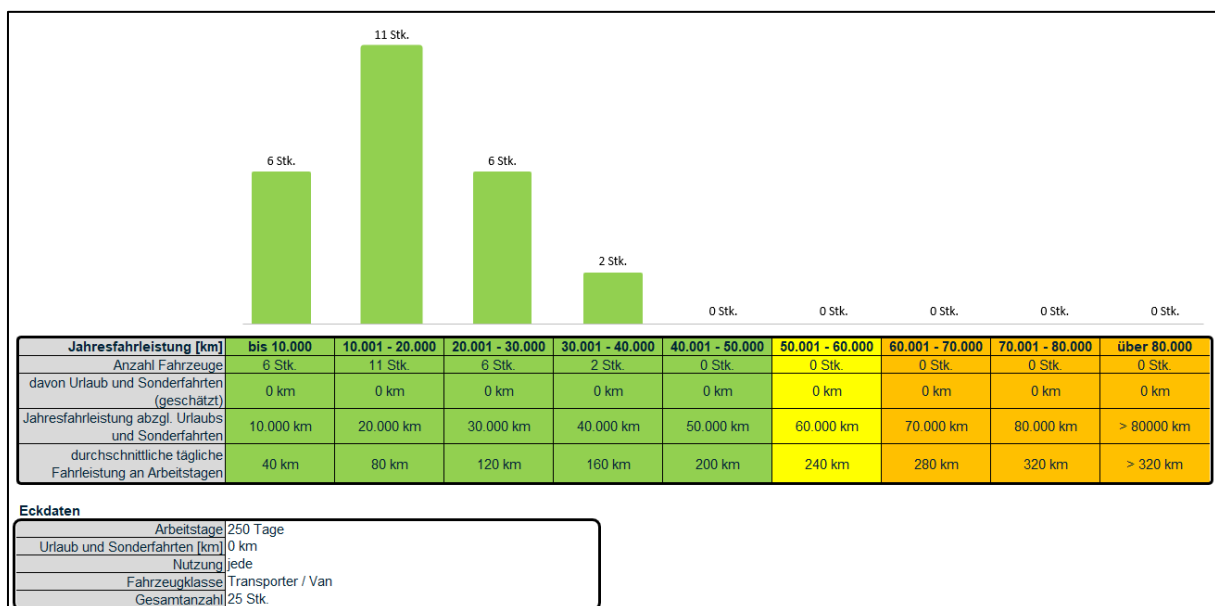


Abbildung 4-6: Transporter/Van ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)

Zu der Klasse der Transporter und Vans gehören insgesamt 25 Fahrzeuge (vgl. Abbildung 4-6). Sechs Fahrzeuge haben dabei eine jährliche Fahrleistung von bis zu 10.000 km. Bei 250 Arbeitstagen haben sie also eine durchschnittliche, tägliche Fahrleistung von 40 km pro Arbeitstag. Geht man von einem Verbrauch von 30 kWh auf 100 km bei einem modernen Elektro-Van aus, so bedeutet dies einen täglichen Energieverbrauch von 12 kWh. Elf Fahrzeuge, die den größten Anteil der Gruppe ausmachen, haben eine jährliche Fahrleistung von 20.000 km pro Jahr. Somit haben diese bei einer täglichen Fahrleistung von 80 km pro Tag einen täglichen Energieverbrauch von 24 kWh. Sechs Fahrzeuge aus der Klasse haben eine jährliche Fahrleistung von bis zu 30.000 km pro Jahr. Dies entspricht einer täglichen

Fahrleistung von 120 km pro Tag und einem Energieverbrauch von 36 kWh pro Tag. Die letzten zwei Fahrzeuge aus der Gruppe haben eine jährliche Fahrleistung von bis zu 40.000 km pro Jahr. Entsprechend ist dies einer täglichen Fahrleistung von 160 km pro Tag bei einem täglichen Energieverbrauch von 48 kWh pro Tag. Auch hier wird im Folgenden nochmals dargestellt, wie sich die Rechnung des Energiebedarfs ableitet.

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \text{Durschnittlicher Verbrauch} * \text{Tagesfahrleistung}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{30kWh}{100km} * \frac{40; 80; 120; 160km}{Tag}$$

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \frac{12; 24; 36; 48kWh}{Tag}$$

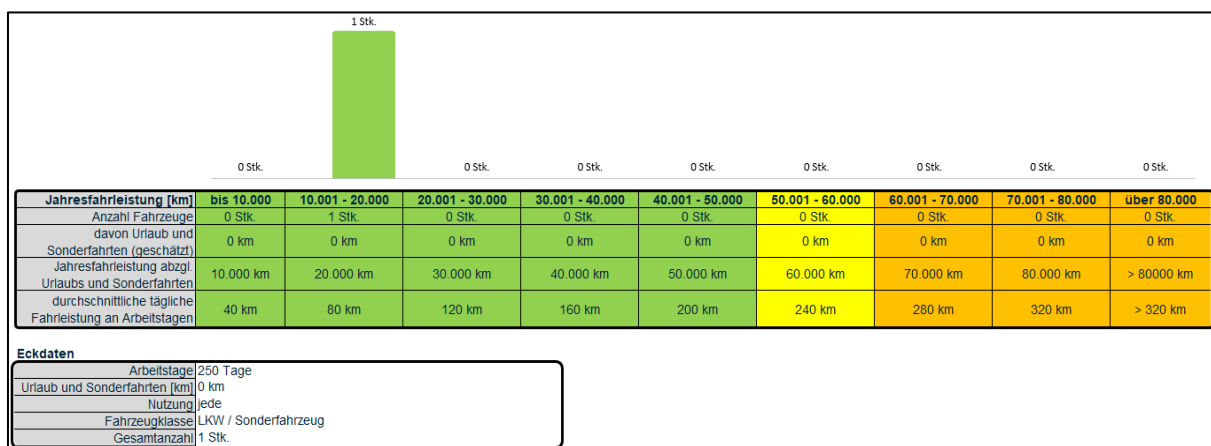


Abbildung 4-7: LKW/Sonderfahrzeuge ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)

In der Abbildung 4-7 sind die Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb) der Klasse LKW/Sonderfahrzeuge in Bezug auf ihre Fahrleistung abgebildet. Der Fuhrpark weist in dieser Fahrzeugklasse ein Fahrzeug auf. Das Fahrzeug aus der Gruppe hat eine Jahresfahrleistung von bis zu 20.000 pro Jahr, was einer täglichen, durchschnittlichen Fahrleistung von 80 km entspricht. Das Fahrzeug hat somit einen täglichen Energieverbrauch von 24 kWh, bei einem Verbrauch von 45 kWh pro 100 km.

Auch hier wird nochmals beispielhaft die Herleitung des Energiebedarfs dargestellt.

$$\text{Tagesenergieverbrauch} = \text{Durschnittlicher Verbrauch} * \text{Tagesfahrleistung}$$

$$Tagesenergieverbrauch = \frac{45kWh}{100km} * \frac{80km}{Tag} = \frac{36 kWh}{Tag}$$

4.1.1.5 CO₂ Ausstoß des gesamten Fuhrparks (Tank-to-Wheel)

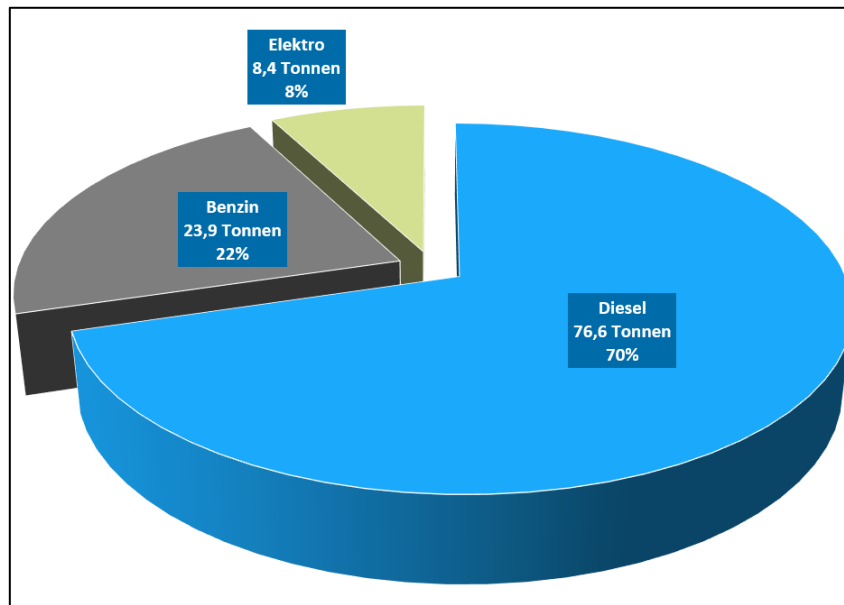


Abbildung 4-8: Jährlicher CO₂ Ausstoß nach Antriebsarten

In Abbildung 4-8 sind die CO₂-Ausstöße bezogen auf die Antriebsarten dargestellt. Die Verteilung sollte sich im Wesentlichen nicht von den in Abbildung 4-2 dargestellten Antriebsarten unterscheiden. Zu erkennen ist, dass Diesel- und Benzinfahrzeuge den größten jährlichen CO₂-Ausstoß in Höhe von 76,6 Tonnen (70%) sowie 23,9 Tonnen (22%) emittieren. Die vorhandenen Elektrofahrzeuge stoßen 8,4 Tonnen CO₂ (8%) aus. Zur Berechnung der Ausstöße werden die kraftstoffabhängigen CO₂-Emissionen sowie durchschnittliche Kraftstoffverbräuche auf Basis der gefahrenen Jahresfahrleistung zu Grunde gelegt.

$$CO_2\text{Emission} = \text{Jahresfahrleistung} * \frac{\emptyset\text{Verbrauch}_{\text{Kraftstoff}}}{100\text{km}} * \frac{CO_2\text{Emissionen}}{\text{Einheit}_{\text{Kraftstoff}}}$$

$$CO_2\text{Emission}_{\text{Diesel}} = 20.000\text{km/a} * \frac{7,0L_{\text{Diesel}}^5}{100\text{km}} * \frac{2,65\text{kg } CO_2^6}{1L_{\text{Diesel}}}$$

$$CO_2\text{Emission}_{\text{Diesel}} = 3,71\text{ Tonnen } CO_2/\text{a}$$

Die Berechnung zeigt beispielhaft die CO₂-Emissionen anhand eines mit Dieselmotor betriebenen Fahrzeugs, welches eine Jahresfahrleistung von 20.000 km aufweist. Bei der Verbrennung von Dieselmotorkraftstoff entstehen somit jährlich 3,71 Tonnen CO₂. Diese Tank-to-wheel Betrachtung beinhaltet ausschließlich die direkten Emissionen bei der Nutzung eines Fahrzeuges. Die sekundären CO₂-Emissionen innerhalb der Well-to-Wheel Betrachtung, welche gerade beim Klimagas Methan (28kg CO₂ ≙ 1kg CH₄) in der Distribution entstehen, sind hier nicht betrachtet. Zu erwähnen ist auch, dass innerhalb des Strommix in Deutschland ebenfalls sekundäre Emissionen bei der Erzeugung entstehen, weshalb E-Fahrzeuge lokal, jedoch nicht generell emissionsfrei sind. Zwar fallen keine Schadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub durch Verbrennungsprozesse an, welche an lokalen Orten, wie Innenstädten gesundheitliche Probleme bereiten können, allerdings ist der Ort der CO₂-Emissionen für die Klimawirkung irrelevant und wird hier deshalb auch für batterieelektrische Fahrzeuge angewandt. Diese Vorgehensweise fällt somit korrekterweise bei den BEV-Fahrzeugen unter die Well-to-Weel-Betrachtung, dient aber an dieser Stelle zur besseren Vergleichbarkeit.

⁵ Vgl. [\(statista, 2022\)](#), online

⁶ Vgl. [\(Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., 2020\)](#), online

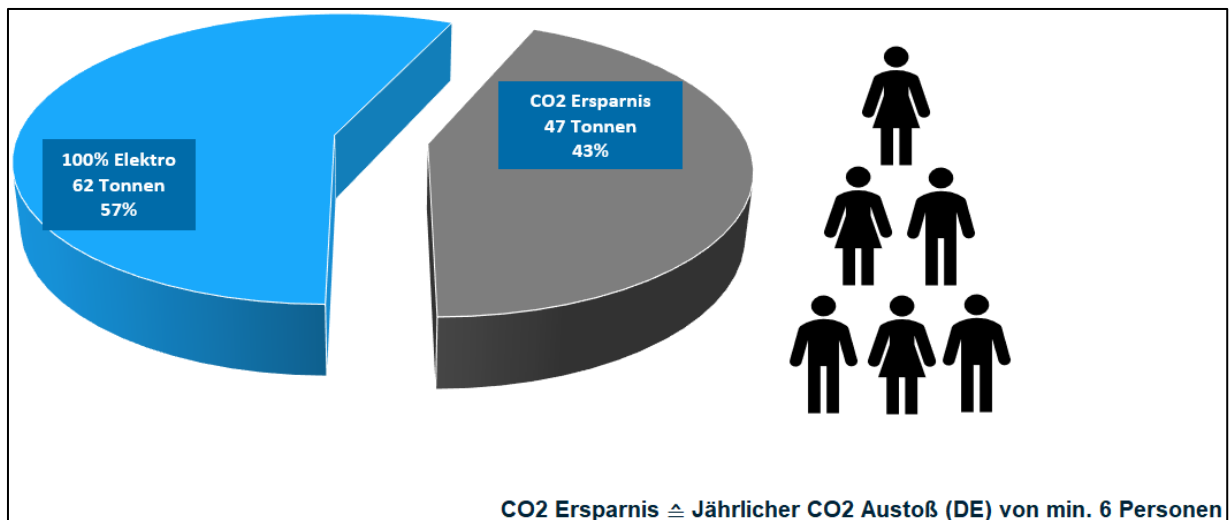


Abbildung 4-9: CO₂-Ersparnis bei sofortiger 100%igen Elektrifizierung (Strommix, DE)

In Abbildung 4-9 ist das CO₂-Einsparpotenzial abgebildet. Dieses resultiert aus der Annahme, dass alle betrachteten Fahrzeuge zum heutigen Zeitpunkt elektrifiziert wurden. In diesem Szenario fallen damit zum Strommix (DE, 2021) von 0,366 kgCO₂/kWh⁷ im Jahr 2021 nur 62 Tonnen CO₂ an, woraus eine Einsparung von 47 Tonnen (43%) gegenüber dem aktuell verwendeten Antriebsmix resultiert. Diese Menge entspricht dem CO₂-Ausstoß von mindestens sechs Personen in Deutschland. Mit steigendem Anteil von erneuerbarer Energie im deutschen Strommix, erhöht sich das CO₂-Einsparpotenzial in den kommenden Jahren nochmals deutlich.

4.1.2 Beschäftigte und Studierende

Das Laden von privaten Elektrofahrzeugen der Beschäftigten bei einem / einer Arbeitgeber:in wird in Zukunft von besonderer Bedeutung sein. Neben dem Wohnort ist dies für alle Berufspendler:innen, welche mit dem eigenen Fahrzeug zur Arbeit kommen, der Ort, an dem ihr Fahrzeug regelmäßig und für einen längeren Zeitraum steht. Insbesondere dann, wenn Beschäftigte nicht am Wohnort laden können, stellt der Ladepunkt an der Arbeitsstelle eine gute Alternative dar. Es ist davon auszugehen, dass durch ein derartiges Angebot die Arbeitgeber:innenattraktivität künftig deutlich

⁷ [\(Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2021\)](#), online

aufgewertet werden kann bzw. dass das Fehlen sich auf diese sogar nachteilig auswirken kann.

Da angenommen wird, dass Fahrzeuge in der Zukunft über eine Reichweite von i.d.R. deutlich über 300 km verfügen werden und die durchschnittliche Fahrleistung in Deutschland bei ca. 20-40 km pro Tag liegt, ist es für die meisten Beschäftigten bzw. deren Fahrzeuge ausreichend, wenn diese ca. ein bis zwei Mal pro Woche einen ganztägigen Ladevorgang nutzen. So können z.B. bei einer Standzeit von neun Stunden während der Arbeitszeit bei einer Vollzeitbeschäftigung und einer Ladeleistung von 5,2 kW je Fahrzeug und Tag rd. 39 kWh (ca. 200 km) geladen werden. Somit wird es nicht notwendig sein, für jeden Beschäftigten einen eigenen Ladepunkt vorzuhalten. Aus diesem Grund wird grundsätzlich ein Ladepunkt-Sharing empfohlen. Das Sharing in Form eines untertägigen Wechsels ist jedoch organisatorisch kaum sinnvoll umsetzbar, da es hierfür zum einen einer automatischen Kommunikation zwischen mehreren Prozessbeteiligten und der Ladeinfrastruktur sowie zum anderen auch einer konsequenten Handlung der Beteiligten (zeitgleiches Umstellen/Umparken der Fahrzeuge) bedarf. Darüber hinaus würden hierdurch die Arbeitsabläufe beeinträchtigt, da die Beschäftigten für derartige Aktionen ihre Arbeitsplätze verlassen müssen. Es erscheint sinnvoller, dass ein Ladevorgang grundsätzlich mit dem Beginn der Arbeitszeit startet und mit dem Arbeitsende ebenfalls endet. Während dieser Zeit wird die Ladeinfrastruktur dauerhaft durch diese Nutzer:in blockiert. Das Sharing erfolgt in diesem Fall tageweise, z.B. Montag: Nutzer:in A / Dienstag: Nutzer:in B / Mittwoch: Nutzer:in C / Donnerstag: Nutzer:in A / Freitag Nutzer:in D.

4.1.2.1 Befragung der Beschäftigten und Studierenden

Für eine umfangreiche Analyse der Mobilitätsgewohnheiten der Beschäftigten und Studierenden wurde eine Befragung durchgeführt, die individuelle Bedarfe aufzeigen und neue Angebote, zugeschnitten auf die Uni Münster, möglich machen soll. Aufgrund der hohen Anzahl an Beschäftigten wurde ein quantitativer Forschungsansatz gewählt, um den Sachverhalt bestmöglich zu erschließen. Vergleiche hierzu Kapitel 3.2 . Nachfolgend werden die wichtigsten Aussagen kurz zusammengefasst.

Von den Pkw-Fahrer:innen besitzen bereits 7% (n=70) ein Elektrofahrzeug. Davon nutzt der Großteil (85%, n=58) ein batterieelektrisches Fahrzeug und der andere Teil ein Plug-in-Hybrid- (12%, n=8) oder Hybridfahrzeug (1%, n=1). Das E-Auto wird hauptsächlich zuhause (84%, n=58) und bei 13% der Befragten (n= 9) öffentlich geladen. Ein Großteil der Befragten (90%, n=63) könnte sich gut vorstellen, ein Ladeangebot an der WWU zu nutzen.

Unter den Befragten ohne E-Auto könnte sich die Mehrheit die Nutzung eines batterieelektrischen Fahrzeugs (62%, n=127) vorstellen. Es besteht außerdem Interesse an PHEVs (22%, n=45) und HEVs (17%, n=34). Auf die Frage (Mehrfachnennungen möglich), warum Sie bisher nicht in Besitz eines solchen Fahrzeugs sind, nannten 47% (n=412) finanzielle Gründe. 14% (n=121) gaben an, dass sie keine Möglichkeit zum Laden am Wohnort besitzen (siehe Abbildung 4-10).

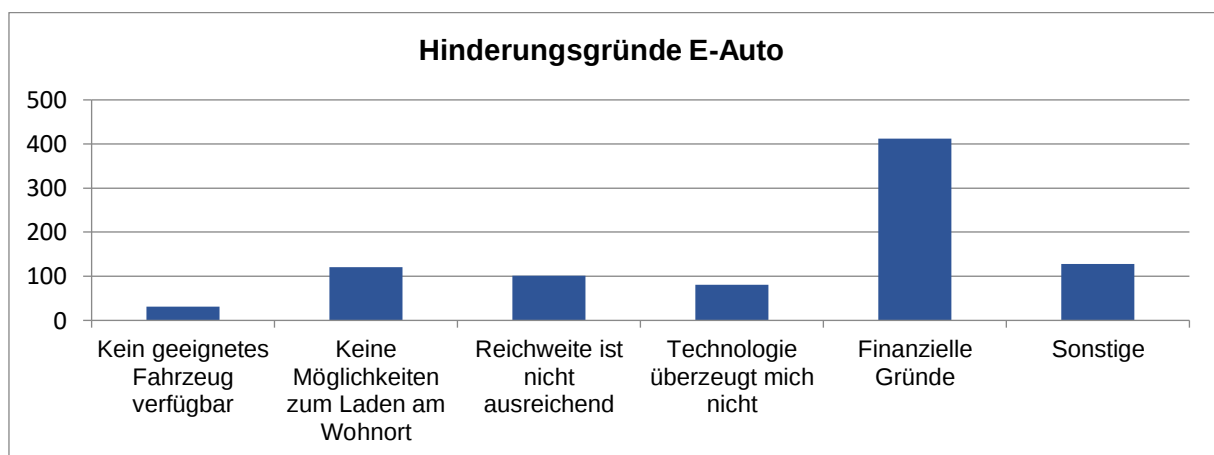


Abbildung 4-10: Hinderung Besitz E-Auto

Auf die Frage, weshalb bisher keine Ladeinfrastruktur am Wohnort installiert wurde, antwortete die Mehrheit (66% n=591), dass es dafür bisher keinen Bedarf gab. Als Hinderung wurden ebenfalls hohe Investitionskosten einer privaten Ladeinfrastruktur genannt (13%, n=166). Probleme mit der Installation einer Ladeinfrastruktur traten unter anderem durch technische Schwierigkeiten (5%, n=42) oder durch fehlende Zustimmung des Vermietenden (5%, n=49) oder der Wohnungseigentümergeinschaft (2%, n=21) auf. Insgesamt sind bisher 11% (n=92) in Besitz einer

privaten Wallbox und 2% (n=25) in Besitz einer private Ladesäule. Die restlichen 87% (n=964) besitzen derzeit keine private Ladeinfrastruktur.

Fast die Gesamtheit der Befragten mit E-Auto (90%, n=63) gab an, dass das Laden am Arbeitsplatz eine attraktive Alternative wäre, die sie nutzen würden. Bei den Befragten ohne E-Auto sind 53% (n=459) der Meinung, dass eine Lademöglichkeit am Arbeitsplatz ihre Entscheidung, ein E-Auto zu kaufen, positiv beeinflussen würde. Die Möglichkeit zum Laden an der WWU trägt damit wesentlich zur Kaufentscheidung eines Elektrofahrzeugs der Beschäftigten und Studierenden bei.

4.1.2.2 Wohnstandortanalyse der Beschäftigten

Der Bedarf an Ladepunkten für Elektrofahrzeuge von Beschäftigten wird durch die Zahl an Beschäftigten des Standortes ermittelt, die den Pkw für den Arbeitsweg nutzen und keinen privaten Stellplatz am Wohnort haben, weshalb sie keine private Ladeinfrastruktur installieren können und in der Folge auf ein Laden am Arbeitsort angewiesen sind. Diese Gruppe wird im weiteren Verlauf als „Nicht-Heimladende / NHL“ bezeichnet.

In einem ersten Schritt werden mittels einer Wohnstandortanalyse die Wegstrecken (Routing-Distance) zwischen Wohn- und Arbeitsort ermittelt und der sich daraus ergebende Stromverbrauch für Elektrofahrzeuge berechnet. Ebenfalls auf Grundlage der Wohnstandortanalyse wird für die Wohnorte der Beschäftigten durch eine direkte Betrachtung des Wohnumfeldes, die Verfügbarkeit von privaten Lademöglichkeiten eruiert. Aus einer Kombination von Geodaten und einer analogen Luftbildinterpretation wird je Wohnort die nächste private Parkfläche gesucht. Wenn am Wohnort keine Stellfläche im Privatbesitz (Garage, Stellplatz am Eigenheim, Tiefgarage in der Wohnimmobilie) verfügbar ist, ist davon auszugehen, dass kein privater Ladepunkt installierbar ist. Die Beschäftigten sind somit entweder auf umliegende Lademöglichkeiten im halb-/ öffentlichen Bereich, die jedoch aufgrund der vergleichbar höheren Kosten und unsicheren Verfügbarkeit als unattraktiv angesehen wird, zur Nutzung eines Elektrofahrzeugs auf eine Lademöglichkeit am Arbeitsort angewiesen.

In der Abbildung 4-11 ist die Übersichtskarte der Wohnstandortanalyse dargestellt. Als Ausgangspunkt der Analyse wurde aufgrund der räumlichen Lage, mittig zu den anderen Standorten gelegen, der Standort Schlossplatz gewählt. Um diesen sind die

Wohnstandorte bis maximal 100 km Entfernung dargestellt. In der Analyse wurden Beschäftigte außerhalb der 100 km-Distanz nicht betrachtet, da angenommen wird, dass diese den Arbeitsweg nicht mit dem Pkw antreten. Die grünen Punkte stellen potenzielle Heimladende dar, die roten Punkte markieren die Standorte, an denen wahrscheinlich nicht am Wohnort geladen werden kann. Die Übersichtskarte gibt einen ersten Eindruck über die betrachteten Standorte. Es lässt sich schon hier erkennen, dass die Zahl an Heimladenden bei den Beschäftigten des WWU deutlich überwiegt und sich die Mehrheit der Nicht-Heimladenden im verdichteten Stadtzentrum der Stadt Münster sowie in den umliegenden Oberzentren Dortmund, Bochum, Essen, Bielefeld und Osnabrück und im Mittelzentrum Hamm befinden.

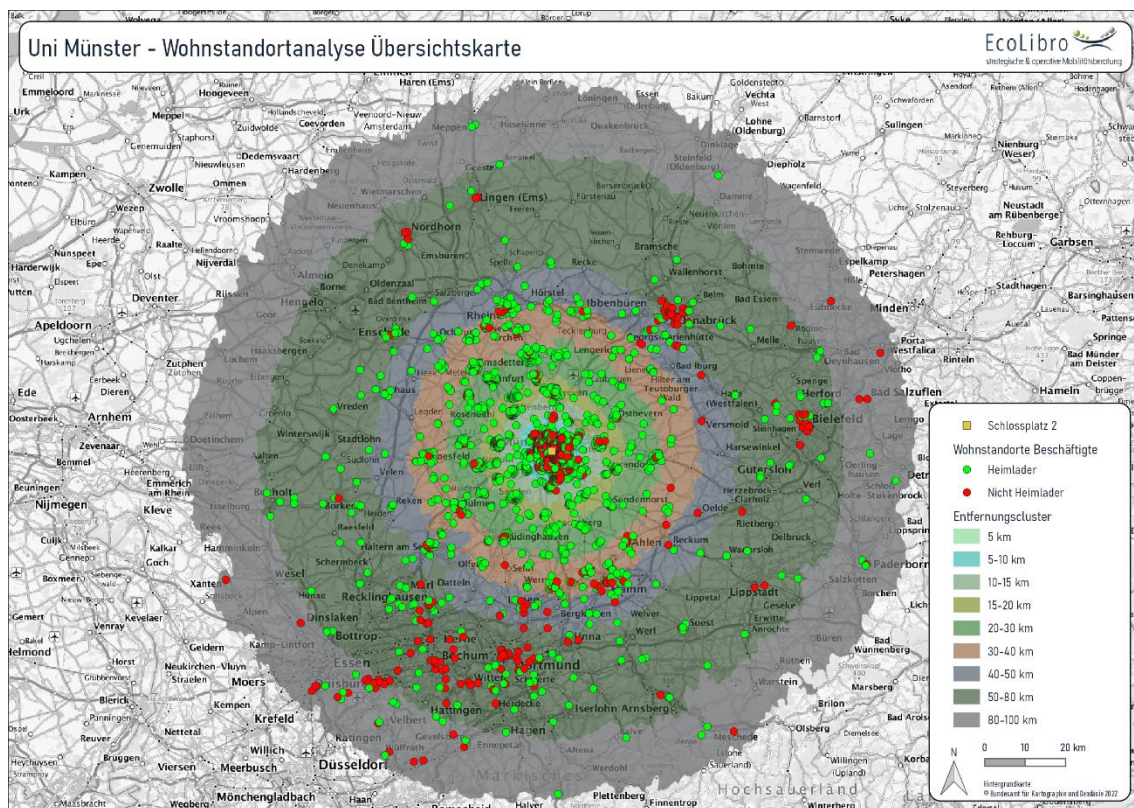


Abbildung 4-11: Wohnstandortanalyse - Übersichtskarte

In der Abbildung 4-12 und in Abbildung 4-13 wird die unterschiedliche Verteilung von Heimladenden und Nicht-Heimladenden bezogen auf die Siedlungsstruktur deutlich.

In einer Distanz von 10 km bis 30 km zur WWU kann überwiegend privat geladen werden. Im Innenstadtbereich in einem Abstand von maximal fünf Kilometern zur WWU kann die überwiegende Mehrheit (74%, $n = 724$) keine Lademöglichkeit am

Wohnort nutzen und ist auf alternative Lademöglichkeiten angewiesen. In einem Umkreis von fünf bis zehn Kilometern hingegen können nur 33% (n=129) keine private Ladeinfrastruktur installieren. 77% (n=251) der Beschäftigten hat die Möglichkeit zuhause zu laden.

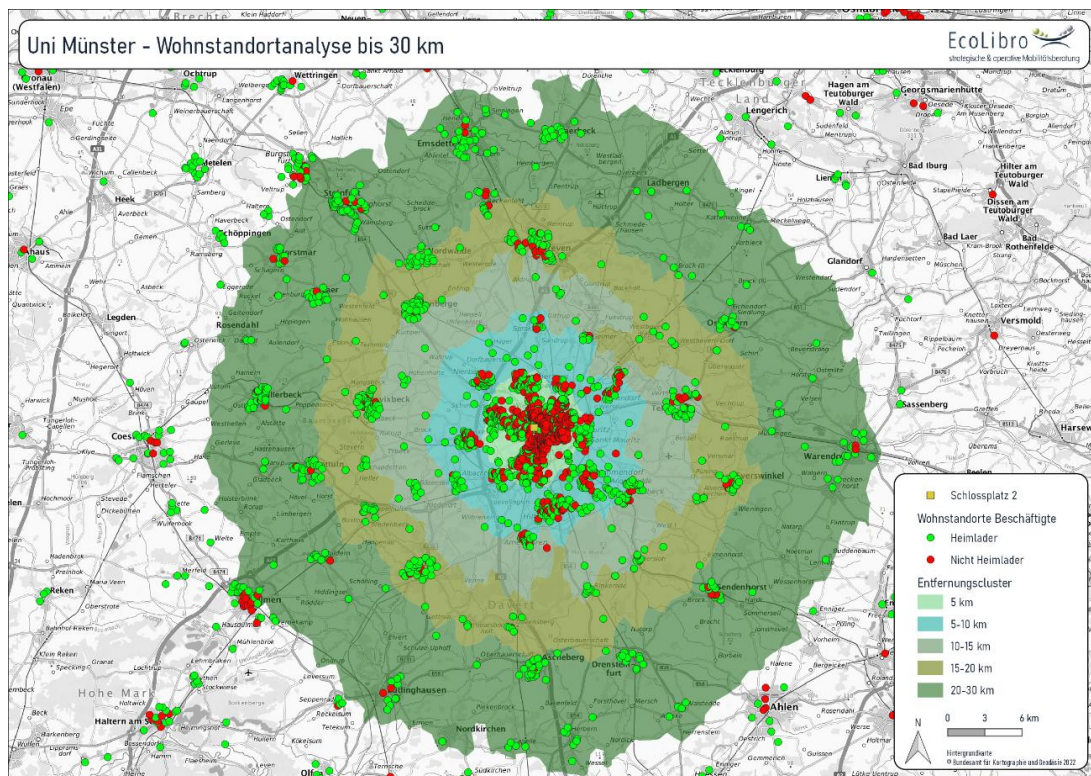


Abbildung 4-12: Wohnstandortanalyse – bis 30 km

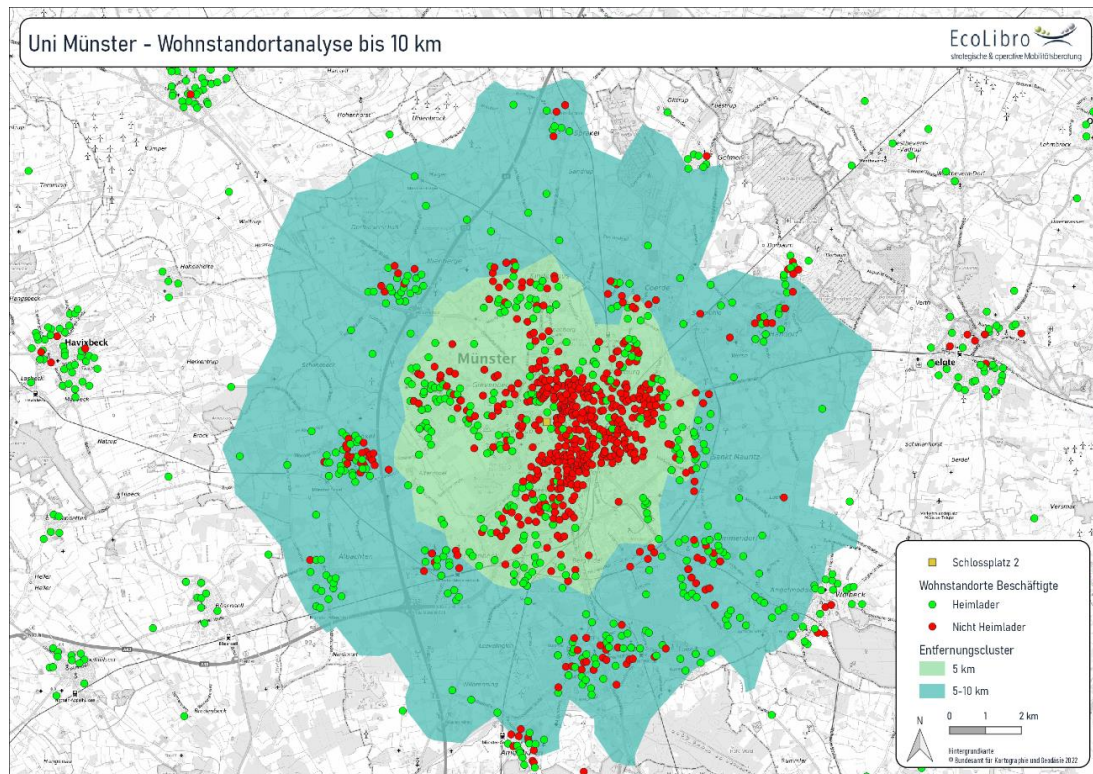


Abbildung 4-13: Wohnstandortanalyse – bis 10 km

Es wurden insgesamt 2.869 Adressen ausgewertet. Davon sind 41% ($n=1185$) als Nicht-Heimladende und 59% ($n= 1684$) als Heimladende analysiert worden (siehe Tabelle 4-1). Die Mehrheit der Nicht-Heimladenden liegt im Umkreis von fünf Kilometern um die WWU (74%, $n= 724$). In den Entfernungsklustern von fünf bis 50 Kilometern besitzt die überwiegende Mehrheit einen Stellplatz am Einfamilienhaus und hat die Möglichkeit eine eigene Ladeinfrastruktur zu nutzen. In einer Entfernung von 50 bis 100 Kilometern nimmt der Anteil der Nicht-Heimladenden wieder etwas zu (50-80 km: 48%, $n= 126$ und 80-100 km 54%, $n= 29$).

Tabelle 4-1: Verteilung der NHL auf die Entfernungcluster

Cluster	Nicht-Heimladende	Gesamt	Anteil derer, die nicht zuhause laden
5 km	724	975	74%
10 km	129	395	33%
15 km	26	175	15%
20 km	22	255	9%
30 km	44	373	12%
40 km	45	248	18%
50 km	40	134	30%
80 km	126	260	48%
100 km	29	54	54%
Gesamt	1.185	2.869	41%

4.1.2.3 Studierende

Nach Absprache mit der WWU wurde keine genaue Betrachtung der Studierenden durchgeführt.

4.2 Ladestandortanalyse

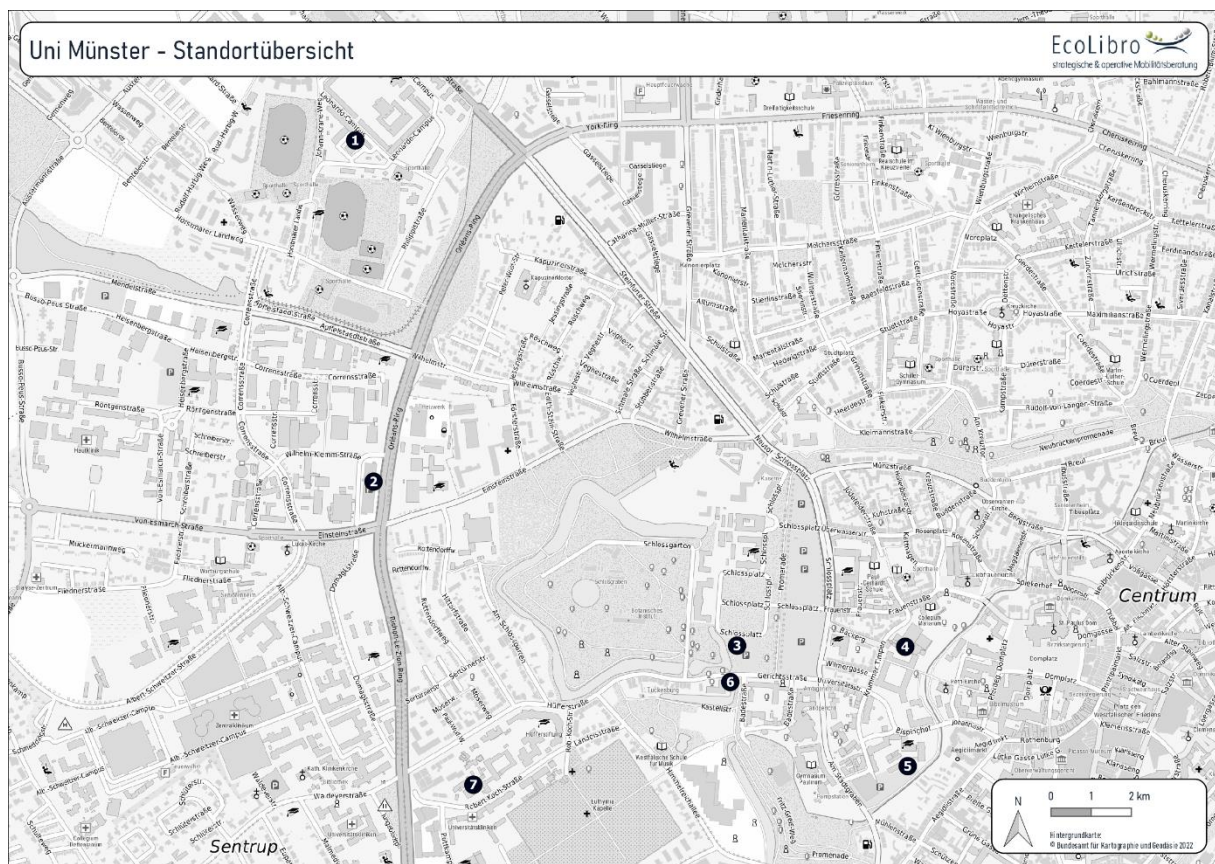


Abbildung 4-14: Standortübersicht WWU

In der Abbildung 4-14 sind potenzielle Ladestandorte abgebildet, an denen die Fahrzeuge der analysierten Nutzungsgruppen stehen. Diese Standorte ergeben sich dabei auf Basis der Standortbegehungen und Absprachen mit der Auftraggeber:in. Somit kommen sieben Standorte für die gesamte Ladeinfrastruktur infrage. Die Standorte dienen dabei nicht für jede Nutzungsgruppe, sondern für jeden Standort werden die Nutzungsgruppen einzeln zugewiesen. In der aufgeführten Liste sind die Standorte mit ihren jeweiligen Nutzungsgruppen aufgeführt.

Tabelle 4-2: Nutzungsgruppen mit Ladestandorten

Nutzungsgruppen	Standort
Dienstfahrzeuge	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Beschäftigte	2, 3, 5
Studierende	2

Wie in Tabelle 4-2 dargestellt, ist der Standort 2 (Parkhaus Domagstraße) der Standort, an dem sich alle Nutzungsgruppen wiederfinden. Damit stellt dieser Standort die größte Herausforderung hinsichtlich der Ladeinfrastruktur dar.

Zusammenfassung und Fazit der Analyse

Der Fuhrpark der WWU besteht aus 41 Fahrzeugen, welche nur dienstlich genutzt werden. Die Antriebe der Dienstwagen sind zu 81% (33 Stk.) fossil. Diese sind gleichzeitig für 92% des gesamten CO₂-Ausstoßes verantwortlich. Bei einer sofortigen Elektrifizierung des gesamten Fuhrparks kann der CO₂-Ausstoß um 47 Tonnen auf 62 Tonnen gesenkt werden, dies entspricht einer Einsparung von 43%. Aufgrund der geringen Fahrleistung und der Möglichkeit den Akku nachts vollständig nachzuladen, können die Fahrzeuge mit einer mittleren Batteriekapazität (Reichweite bis max. 300 km) ausgestattet werden, was im Gegensatz zu Fahrzeugen mit hohen Reichweiten zu einem geringeren CO₂-Ausstoß bezogen auf den Lebenszyklus führt. Durch die Zusammenlegung ergaben sich für den gesamten Fuhrpark der WWU sieben Adressen mit Lademöglichkeiten.

Die Wohnstandortanalyse der Beschäftigten ergab, dass 59% (n=1684) der Beschäftigten eine Möglichkeit zum Laden an einer privaten Ladeinfrastruktur haben. Das Laden an der WWU ist für 41% (n=1185) der Beschäftigten eine Möglichkeit als Alternative zum halb-/öffentlichen Laden.

4.3 Technische Konzeptionierung

Die technische Konzeptionierung bildet die Grundlage für eine technisch funktionierende und kostenoptimierte Ladeinfrastruktur, welche es auf Basis der vorhandenen Standortanalyse sowie des zu substituierenden Fuhrparks zu erstellen gilt. Hierbei werden vorab in Kapitel 4.3.1 der benötigte Ladeinfrastrukturbedarf errechnet, welcher für den Fuhrpark und weitere Nutzungsgruppen an ausgewählten Standorten definiert wird. Abschließend werden in Kapitel 4.3.2 die wichtigsten Parameter für die Beschaffung von batterieelektrischen Fahrzeugen aufgezeigt.

4.3.1 Ladeinfrastrukturbedarfsberechnungen

Der Ladeinfrastrukturbedarf ermittelt sich aus den Analysen zum Fuhrpark der Beschäftigten. Auf Grundlage der Berechnungen werden Standortbewertungsbögen für die einzelnen Standorte erstellt. In diesen Bögen werden die Bedarfe an Ladepunkten und Ladeleistungen für die einzelnen Nutzungsgruppen sowie standortspezifische Merkmale aufgeführt. Dieses Prinzip wird beispielhaft am Standort 2 „Parkhaus Domagstraße“ erklärt, da hier, wie bereits in Kapitel 4.2 erläutert, alle Nutzungsgruppen vorhanden sind. Es darauf hinzuweisen, dass folgend nicht weiter auf die Nutzungsgruppe „Dienstwagen mit privater Nutzung“, sowie „Dienstwagen ohne private Nutzung Standort nachts Wohnort“ eingegangen wird, da die WWU keine Fahrzeuge besitzt, welche hier einzuordnen sind.

4.3.1.1 Dienstwagen ohne private Nutzung (Standort nachts Betrieb)

Wie in Kapitel 4.1.1 vorgestellt verfügt die WWU über ein Pool von Dienstfahrzeugen, welche betrieblich genutzt werden und nachts am Betrieb stehen. Für diese Fahrzeuge soll folgend die Mindestladeleistung ermittelt werden. Hierfür wird der Tagesenergieverbrauch auf die Ladezeiträume verteilt. Die berechneten Mindestladeleistungen, der am Standort 2 vorhandenen Dienstfahrzeuge, sind in der Tabelle 4-3 dargestellt.

Tabelle 4-3: Leistungsberechnung am Standort 2

Nr. gemäß Fuhrpark-strukturliste	Fahrzeug	Fahrleistung Ø [km/Tag]	Energiebedarf pro Tag [kWh]	möglicher Ladezeitraum	mögliche Ladezeit [hh:mm]	Mindestladeleistung Fahrzeugbedarf ⁸ [kW]	Mindestladeleistung technisch [kW]
1	MB Sprinter Plane	15	5	20:00-07:00	11:00	0,6	4,2
4	MB Sprinter	16	5	20:00-07:00	11:00	0,6	4,2
8	VW T5	38	12	20:00-07:00	11:00	1,4	4,2
10	VW T5	54	17	20:00-07:00	11:00	1,9	4,2
13	VW T6	49	15	20:00-07:00	11:00	1,7	4,2
14	Renault Kangoo Z.E.	26	6	20:00-07:00	11:00	0,7	4,2
29	VW Crafter	37	12	20:00-07:00	11:00	1,4	4,2
39	VW Touran	30	6	20:00-07:00	11:00	0,7	4,2
mind. Anschlussleistung [kW] (Nacht, Ausbaustufe 2025)						9	33,6
mind. Anschlussleistung [kW] (Tag, Ausbaustufe 2025)						0	0

Die Berechnung erfolgt mit Hilfe der folgenden Formel. Dabei wird der Energiebedarf, welcher sich aus den gefahrenen Kilometern und dem Energieverbrauch eines BEV zusammensetzt, mit den Ladeverlusten multipliziert und durch die Standzeit des Fahrzeugs geteilt.

$$\text{tägl. Mindestladeleistungsbedarf}_{PKW} [kW] = \frac{\text{tägl. Energiebedarf}_{PKW} [kWh] * \text{Ladeverluste} [\%]}{\text{mögliche Ladezeit} [h]}$$

⁸ Der Mindestladeleistung pro Tag beinhaltet die Ladeverluste von mind. 20% im AC-Ladebereich

Es ist jedoch zu beachten, dass es sich bei der Berechnung um die Leistungen handelt, welche das Fahrzeug benötigt, unabhängig der technischen Möglichkeiten des Anschlusses auf Seiten der Ladeinfrastruktur (vgl. Kapitel 4.3.2.2.2).

Wie zu erkennen ist, würde der Anschluss des Gebäudes nachts um insgesamt 9 kW stärker durch das Laden der Dienstfahrzeuge belastet werden.

4.3.1.2 Beschäftigte

Auf Basis der Analyse in Kapitel 4.1.2 ergibt sich ein Bedarf von Ladeinfrastruktur für nicht heimladende Beschäftigte. Für die Berechnung des Gesamtbedarfs an Ladeleistung und Ladestationen wurden im Vorfeld bestimmte Parameter mit der Auftraggeber:in besprochen. Dazu zählen die Reichweite von 300 km, der Durchschnittsverbrauch eines Elektroautos von $20 \text{ kWh}/100\text{km}^9$ und der mit 35% angenommene Restladezustand (SoC), bei dem nachgeladen werden soll. Des Weiteren haben die Beschäftigtenverhältnisse Einfluss auf den LIS-Bedarf. Die Verteilung von Vollzeit- und Teilzeitbeschäftigten wurde im Fall der WWU mit 56% Vollzeitbeschäftigten und 44% Teilzeitbeschäftigten angenommen. Der Gleichzeitigkeitsfaktor gibt an, wie viele Beschäftigte zeitgleich am Standort anwesend sind. Dieser wird vorrangig durch Home-Office, Krankheit, Urlaub und externe Seminare beeinflusst. Der Faktor wurde auf 77% festgelegt. In die Berechnung fließt ebenso der Modal Split ein, der den prozentualen Anteil an Beschäftigten, welche mit dem Auto zur Arbeit fahren, abbildet. Dieser wurde der Befragung entnommen und fällt je nach Entfernungskluster unterschiedlich aus. Für eine vollständige Prognose ist zusätzlich der prognostizierte Anteil an Elektrofahrzeugen in dem Unternehmen in den kommenden Jahren berücksichtigt worden. Dieser orientiert sich an dem Deutschlanddurchschnitt.

⁹ Vgl. [\(ADAC, 2022\)](#), online

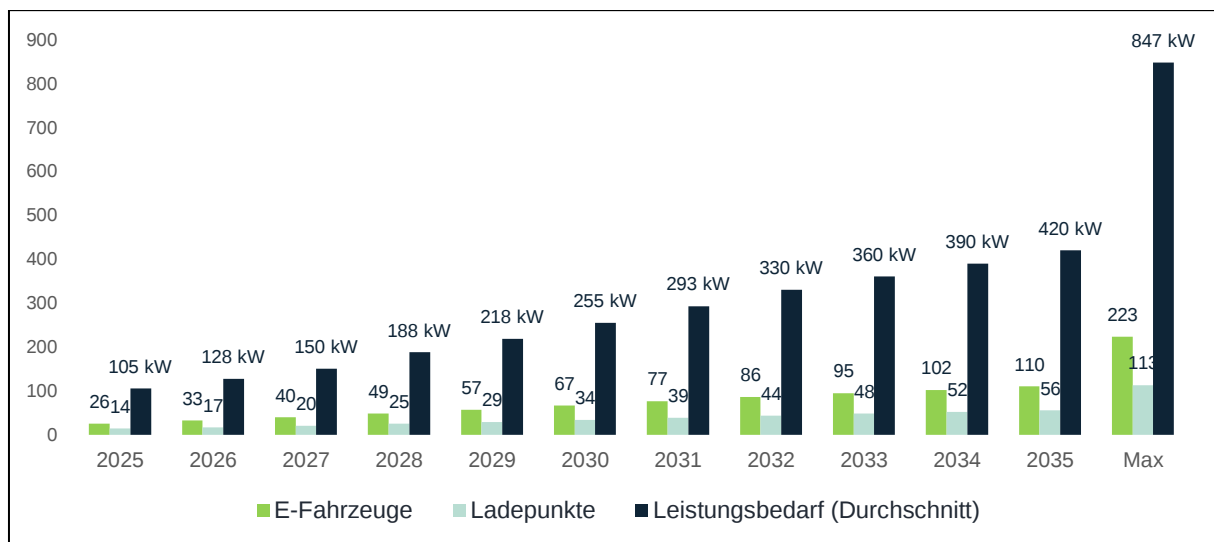


Abbildung 4-15: Bedarf Ladeinfrastruktur

In der Abbildung 4-15 ist die Anzahl der E-Fahrzeuge, welche einen Ladebedarf haben, sowie der Bedarf an Ladepunkten und Ladeleistung für die Jahre ab 2025 bis zur maximalen Ausbaustufe dargestellt. Es ist zu erkennen, dass von den insgesamt 2.869 betrachteten Beschäftigten in der maximalen Ausbaustufe 223 einen Bedarf für das Laden am Arbeitsplatz haben. Neben dem Bedarf an Ladepunkten sind vor allem die benötigten Ladeleistungen von Bedeutung. Dafür wird eine durchschnittliche Ladeleistung berechnet, welche sich aus der benötigten Energiemenge, die nachgeladen werden muss, und der Standzeit berechnet. Bei einer Reichweite von 300 km und einem Verbrauch von 20 kWh/km liegt die Akkukapazität demnach bei 60 kWh. Unter der Annahme, dass die Fahrzeuge bei einer Restkapazität von 35% nachgeladen werden sollen, ergibt sich eine Nachladeenergiemenge von 39 kWh. Da beim Ladevorgang bis zu 20% Ladeverluste entstehen, erhöht sich der Wert auf 47 kWh. Aufgrund der Tatsache, dass nicht alle Beschäftigten in einem Vollzeitverhältnis stehen, müssen die beiden Arbeitsverhältnisse getrennt voneinander betrachtet werden. Bei einer Standzeit von 9 h bei Vollzeitbeschäftigung ergibt sich demnach eine Ladeleistung von 5,2 kW. Die Ladeleistung für Teilzeitbeschäftigte (Standzeit 4,5 h) beträgt, bei der Annahme von einem halben Arbeitstag, 10,4 kW. Unter Betrachtung der prozentualen Verteilung ergibt das eine durchschnittliche Ladeleistung von 7,5 kW pro Fahrzeug.

Für das Jahr 2035 benötigt die WWU demnach einen Leistungsbedarf von 105 kW, um die 26 Fahrzeuge an den 14 Ladepunkten laden zu können. Dieser Wert spiegelt die Gesamtleistung wider, welche die Beschäftigten zum Laden ihrer Fahrzeuge benötigen. Dieser Wert wird nun auf die Standorte, an denen LIS für Beschäftigte installiert wird, verteilt. Das Parkhaus Domagstraße (Standort 2) wird dabei 50% der benötigten Ladeinfrastruktur zur Verfügung stellen, der Standort Schlossplatz (Standort 3) 30%, und der Standort Krummer Timpen (Standort 5) stellt 20% zur Verfügung (siehe Tabelle 4-4).

Tabelle 4-4: Mindestanschlussleistungen je Standort 2035

Standort	Anteil an Gesamtstellfläche [%]	Ladepunkte	Mindest. Anschlussleistung [kW]
Parkhaus Domagstraße	50	28	210
Schlossplatz	30	18	188
Krummer Timpen	20	12	125

4.3.1.3 Studierende

Wie schon in Kapitel 4.1.2.3 beschrieben, wurde keine Analyse des Ladebedarfs für Studierenden durchgeführt. Die WWU bietet Studierenden die Ladeinfrastruktur am Standort 2 „Parkhaus Domagstraße“ für das Laden in der Nacht an.

4.3.1.4 Zusammenfassung

Die berechneten Werte für jeden Standort und für jede Nutzungsgruppe wurden im Anschluss in einem Standortbewertungsbogen zusammengefasst, welche an die Auftraggeberin übermittelt wurden. Für den vorgestellten Standort 2 ergibt sich demnach ein Bedarf von acht Ladepunkten für die Dienstwagen, welche einen Mindestladeleistungsbedarf von 9 kW in der Nacht haben. Die Beschäftigten haben 2035 einen Ladeleistungsbedarf von 210 kW verteilt auf 28 Ladepunkte. In der maximalen Ausbaustufe erhöht sich der Bedarf auf 57 Ladepunkte, welche eine Leistung von 424 kW bereitstellen müssen.

4.3.2 Technische Aspekte beim Aufbau der Fahrzeugbeschaffung und Ladeinfrastruktur

4.3.2.1 Technische Parameter für die Fahrzeugbeschaffung für den Fuhrpark

4.3.2.1.1 Akkukapazität und Ladeleistung

Elektrofahrzeuge unterliegen dem Irrglauben, zum heutigen Zeitpunkt in jeglicher Hinsicht eine geringere Klimawirkung (**Global Warming Potential**) aufzuweisen. In Abbildung 4-16 sind hierfür batterieelektrische Fahrzeuge mit unterschiedlichen Akkukapazitäten, bezogen auf Ihren CO₂-Fußabdruck über den gesamten Lebenszyklus, abgebildet.

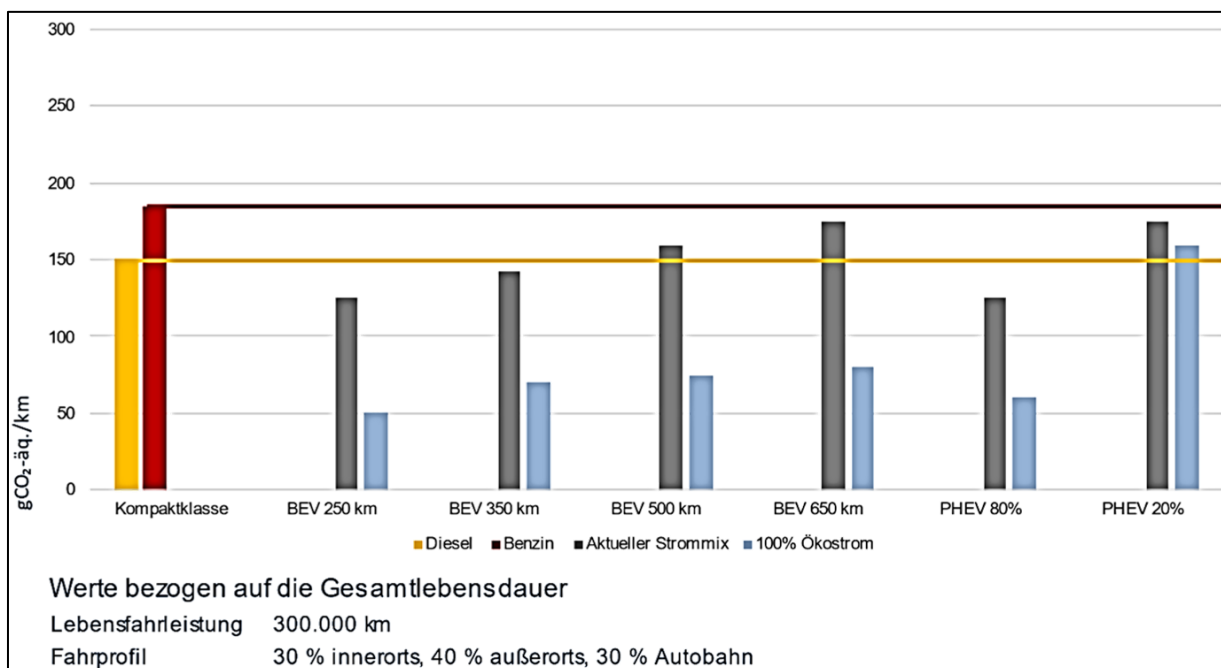


Abbildung 4-16: Lifecycle Betrachtung von BEV in Abhängigkeit der Batteriegröße¹⁰

Zu erkennen ist, dass bei zunehmender Akkukapazität auch der CO₂-Fußabdruck ansteigt. So haben Fahrzeuge mit Reichweiten über 350 Kilometern zum heutigen Stand dieselben klimaschädlichen Ausstöße, wie ihre dargestellten Konkurrenten Diesel- bzw. Ottomotoren. Neben der Tatsache, dass der Plugin-Hybrid immer mehr an politischem Interesse verliert und die Förderung eines solchen Fahrzeuges im Jahr

¹⁰ Vgl. [\(Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, 2020\)](#)

2023 komplett eingestellt wurde, zeigt die Grafik den deutlichen Unterschied bei der Nutzung eines solchen Fahrzeuges. So ist zu erkennen, dass bei einem elektrischen Fahranteil von nur 20%, der Plug-in-Hybrid gegenüber dem Dieselfahrzeug schlechter abschneidet.

In Kapitel 4.1.1.4 wurde bei der Fahrzeugklasse Transporter/Van der höchste tägliche Energiebedarf in Höhe von 48 kWh ermittelt. Auf Basis dieses maximalen Verbrauchwertes und in Kombination mit dem Wissen, dass kleinere Akkumulatoren umweltfreundlicher sind, reicht eine Akkukapazität von maximal 60 kWh (netto) für alle Fahrzeuge dieser Klasse aus. Anders sieht dies bei der Klasse Kompakt, Mittel-/Oberklasse und SUV aus. Hier reicht eine Größe von 40 kWh aus, auch wenn die Fahrleistung bei diesen Fahrzeugen höher ist. Dies liegt am verringerten Verbrauchswert auf 100 km. Auch wenn die Kapazität von 40 bzw. 60 kWh Akkumulatoren für die meisten Anwendungsfälle genügen würden, so wird der Kapazitätswert aller Fahrzeuge zum heutigen Zeitpunkt schon teilweise deutlich überboten, wie die Abbildung 4-17 unschwer erkennen lässt.



Fahrzeug / Daten		Ford Transit	Ford E-Transit (BEV)	Mercedes eVito (BEV)
Reichweite elektrisch (WLTP)		-	317 km	314 km
Batteriekap. (netto)		-	68 kWh	60 kWh
Ladeleistung (max.) AC/DC		-	11 kW / 115 kW	11 kW / 50 kW
Verbrauch / 100 km (WLTP)	Strom	-	21,5 kWh	25,2 kWh
	Benzin	-	-	-
	Diesel	80,58 kWh (7,9 l)	-	-

Abbildung 4-17: Vergleich der technischen Parameter von Transportern

Ferner ist bei der Beschaffung von batteriebetriebenen Fahrzeugen auf die passende Ladeleistung zu achten. Sie definiert die Ladezeit, welche sich über folgende Formel errechnen lässt:

$$Ladezeit [h] = \frac{Batteriekapazität (netto) [kWh] * \frac{(100 + Ladeleistungsverluste^{11} [\%])}{100}}{durchschnittliche Ladeleistung}$$

$$Ladezeit [h] = \frac{60kWh * \frac{(100 + 20)}{100}}{11kW} = 6,5h$$

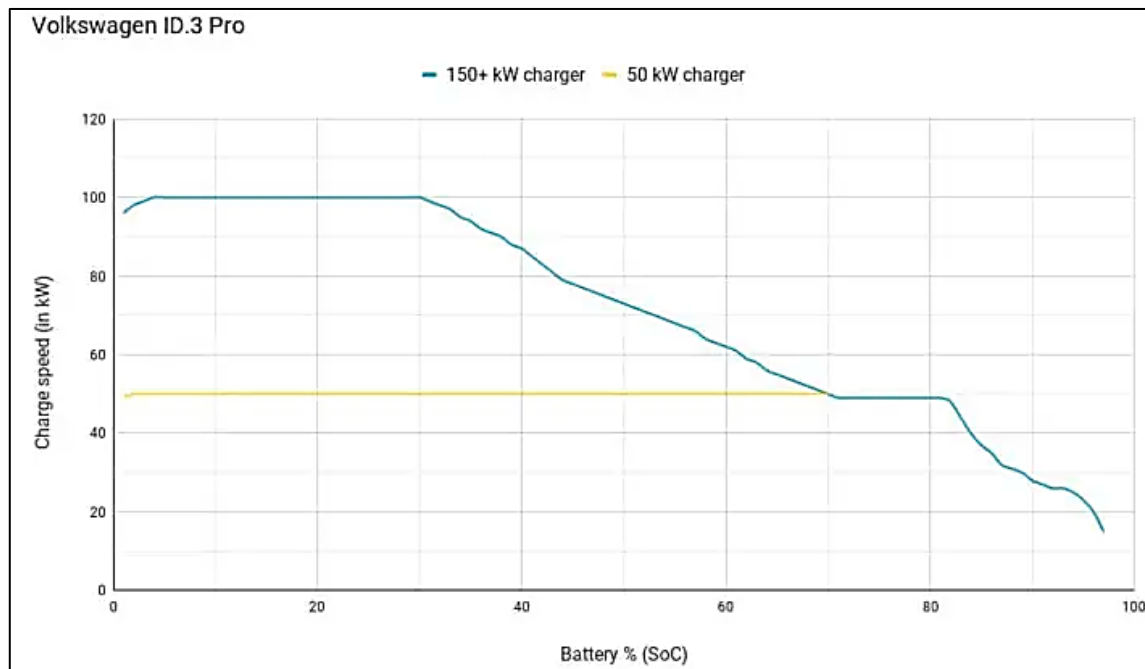


Abbildung 4-18: DC Ladekurve eines Volkswagen ID.3¹²

Die Ladeleistung bildet über die gesamte Ladezeit eine nicht lineare Eigenschaft. Dies fällt vor allem im Schnellladebereich (DC-Laden) mit hohen Strömen ins Gewicht. Ein Beispiel ist in der Abbildung 4-18 zu sehen. Hier sind zwei DC-Ladekurven (150 kW, 50 kW) des Volkswagen ID.3 zu sehen. Beide Kurven weisen in den letzten 20% einen erheblichen Ladeleistungseinbruch auf. Dies liegt an der technischen Ladeeigenschaft eines Lithium-Ionen-Akkumulators, welcher ab ca. 80% Ladestand von CC (Constant Current, z. dt. konstanter Strom) auf CV (Constant Voltage, z. dt. konstante Spannung) umstellt. Somit nimmt der Akku in den letzten 20% bei konstanter Spannung nur noch

¹¹ AC-Ladung: 10-25%, vgl. [\(ADAC, 2020\)](#); DC Ladung: stark fahrzeugspezifisch

¹² Vgl. [\(Drehmoment, 2022\)](#)

einen „Wohlfühl“-Strom an, welcher mit steigendem Ladestand immer weiter absinkt. Diese letzten 20% sind deshalb zeitlich nicht beeinflussbar. Im AC-Ladebereich fällt dieser Effekt aufgrund der kleinen Ströme eher gering aus. Verfolgt man die Ladekurve in Abbildung 4-18 ist zu sehen, dass bei annähernd 97% noch mind. 15 kW Ladeleistung herrschen. Oft werden die DC- und vereinzelt auch die AC-Lademöglichkeiten als Zusatzoptionen verschiedener Fahrzeugfirmen verkauft. Hierbei ist dringend darauf zu achten, dass das Fahrzeug für seinen spezifischen Anwendungszweck die gegebene Ladeleistung erreichen kann.

Bezogen auf den Ladebedarf aller analysierten Fahrzeuge reicht eine technische Ladeleistung des Fahrzeugs von 11 kW AC aus. Bei Fahrzeugen mit privater Nutzung ist aufgrund einer Nutzung auf der Fernstrecke eine vom Hersteller angegebene DC-Ladeleistung von ≥ 100 kW dringend zu empfehlen.

4.3.2.1.2 Wartungsrelevante Komponenten

Elektroautos unterscheiden sich in ihren technischen Merkmalen von denen eines herkömmlichen Verbrennerfahrzeugs. Prinzipiell sind batterieelektrische Fahrzeuge durch ihren wartungsarmen, bis freien Antriebsstrang kaum pflegebedürftig. So fallen im Alltag die Kontrolle des Motorenöls oder des Kühlwassers gänzlich weg. Trotz entfallenden Motorenöls, welches zur Schmierung der beweglichen Teile in Verbrennungsmotoren benötigt wird, entfällt auch bei Elektrofahrzeugen Schmieröl auf das Differential- als auch auf das Untersetzungsgetriebe. Irrtümlicherweise geben Hersteller an, dass solch ein Ölwechsel innerhalb der Lebenszeit nicht notwendig ist. Hierbei orientiert dich der Begriff „Lebenszeit“ in den meisten Fällen auf eine maximale Fahrleistung. In den meisten Fällen ist diese Fahrleistung ferner 150.000 km und verlangt daher, gerade im Leasing, keinen Wechsel. Ebenso befindet sich in allen Elektroautos ein 12 V Blei-Säure-Akku, welcher das Auto in bestimmten Fällen vom Hochvoltsystem trennen soll. Dieser Akku, fälschlicherweise als Bleisäurebatterie betitelt, unterliegt denselben Wartungsempfehlungen eines Verbrennerfahrzeugs. Elektrofahrzeuge müssen ihre Heiz- sowie Kühlleistung separat erzeugen, welche bei einem Verbrenner als Nebenprodukt des Verbrennungsprozesses entsteht. Dies wird über ein Klimagerät (Wärmepumpe) bewerkstelligt. Im Wesentlichen unterscheidet sich diese Wärmepumpe nicht von der herkömmlichen Fahrzeugklimaanlage. Auch hier fallen somit regelmäßige Wartungsintervalle nach Herstellerfirma an. Durch die

Funktion der Nutzbremse (Rekuperation), weisen auch Bremsscheiben sowie dessen Beläge eine längere Lebenszeit auf, wenn auch die Kosten der Ersatzteile aufgrund des notwendigen Korrosionsschutzes erhöht sind. Ferner unterliegen Elektroautos aufgrund ihres hohen, konstanten Drehmomentverhaltens einem erhöhten Reifenverschleiß und bedürfen deshalb einer speziellen Reifenzusammensetzung, um somit den erhöhten Abrieb und der damit einhergehenden Feinstaubbelastung zu minimieren.

Prinzipiell fallen somit bei allen Elektroautos folgende Wartungen an:

- Reifenwechsel (häufig)
- Auffüllen des Scheibenreinigungswassers (nach Bedarf)
- Luftraumfilter (nach Bedarf)
- Klimaanlagecheck (moderat)
- Wechsel von Bremsbelägen/Scheiben (selten)
- Wechsel von Schmierölen (sehr selten)

Aus der Reduktion von kostenintensiven Wartungsbestandteilen fallen somit auf den Lebenszyklus eines Elektrofahrzeugs geringere Wartungskosten gegenüber eines Verbrennerfahrzeuges an, welche aufgrund fehlender Bauteile auch in der Instandhaltung erwartet werden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass über alle Fahrzeugklassen hinweg Einsparpotenziale in den Vollkosten erwartet werden können. Dies spiegelt sich auch in den prognostizierten Kosten des ADAC-Autokostenrechners wider.¹³

4.3.2.2 Technische Aspekte Ladeinfrastruktur

4.3.2.2.1 Ladestationen

Aus den vorherigen Analysen ergeben sich potentielle Ladestandorte, die unterschiedlichen Nutzungsgruppen je Standort, sowie die benötigte Anzahl an Ladepunkten mit der benötigten Ladeleistung. Anhand dieser Ergebnisse lassen sich

¹³ [\(ADAC, 2022\)](#)

die technischen Anforderungen an die Ladeinfrastruktur und die Versorgung der Ladepunkte definieren.

Alle Ladepunkte sind mit einer separaten Strom- sowie Netzwerkzuleitung zu versehen. Für die Stromzuleitungen wird ein Aderquerschnitt von mindestens 6 mm² pro 11 kW Ladepunkt empfohlen, gebündelte Zuleitung dementsprechend höhere Kabelquerschnitte. Für eine störungsfreie Kommunikation sollten Cat.6 oder Cat.7 Netzwerkleitungen verlegt werden. Alle Zuleitungen laufen gesammelt in Unterverteilungen zusammen, welche für die Ladestationen errichtet werden, und im jeweiligen Standort platziert werden können. Ferner ist darauf zu achten, dass über große Distanzen Signalverstärker für die Netzwerkleitungen vorgesehen werden. Gegebenenfalls sollte die Möglichkeit eines Lichtwellenleitersystem in Erwägung gezogen werden.

4.3.2.2.2 Lastmanagement

Um einen Netzausfall an der Haupteinspeisung der Ladeinfrastruktur zu verhindern, ist der Einsatz eines volldynamischen Lademanagement mit mehr als einem Ladepunkt unumgänglich. Ein Ladepunkt einer 11 kW Ladestation kann somit zwar prinzipiell 11 kW Ladeleistung anbieten, er benötigt diese Leistung bei den meisten Fahrzeugen aber nicht. Daher kann ein Ladepunkt durch ein Lademanagement auf einen geringen Leistungsbedarf geregelt werden. Zum aktuellen Status Quo liegt dieser untere Leistungswert bei einer üblichen dreiphasig angeschlossenen Ladestation bei 4,14 kW (1 phasig=1,38 kW, 2 phasig=2,76 kW). Dieser Wert ergibt sich aus der noch nicht standardisierten Kommunikationsschnittstelle zwischen Ladepunkt und Fahrzeug. Es ist allerdings davon auszugehen, dass mit dem Fortschreiten der Elektromobilität dieser untere Grenzwert entfallen wird. Zum aktuellen Zeitpunkt wird deshalb unabhängig der vorhandenen Ladezeit sowie der benötigten Tagesfahrleistung für jeden Ladepunkt, welcher dreiphasig angeschlossen ist, eine Mindestladeleistung von 4,14 kW angenommen. Dies hat den Vorteil, dass jedes Fahrzeug seinen benötigten Tagesenergieverbrauch in einer kürzeren Zeitspanne nachgeladen bekommt oder eine höhere Tagesfahrleistung ermöglicht werden kann. Zweiteres bedarf allerdings auch die Erhöhung der Akkukapazität (siehe auch Kapitel 4.3.2.1.1). Nachteil ist die, insbesondere in Summe, anfallende höhere Anschlussleistung.

Am Beispiel des beschriebenen Ladestandorts 2 „Parkhaus Domagstraße“ ist für die acht Dienstwagen somit von einer Anschlusswirkleistung in Höhe von 33,12 kW (8 x 4,14 kW) auszugehen. Bei einem üblichen $\cos\varphi = 0,9$ ergibt sich somit eine anfallende Scheinleistung von 36,8 kVA. Der Netzanschluss benötigt somit nicht die oft fälschlich angenommene Wirkleistung von 88 kW (8x11 kW). Dieser Sachverhalt kann mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor ausgedrückt werden. So ist in dem Fall von max. 4,14 kW pro 11 kW Ladepunkt von einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,38 auszugehen.

$$\text{Gleichzeitigkeitsfaktor} = \frac{\text{max. benötigte Leistung}}{\text{technisch möglich Leistung}} = \frac{4,14 \text{ kW}}{11 \text{ kW}} = 0,38$$

Für die Beschäftigten ergibt sich bei 57 Ladepunkten mit einer gesamten Anschlussleistung von 424 kW eine anfallende Scheinleistung von 471,1 kVA. Der Gleichzeitigkeitsfaktor beträgt bei einer 11 kW Ladestation 0,68.

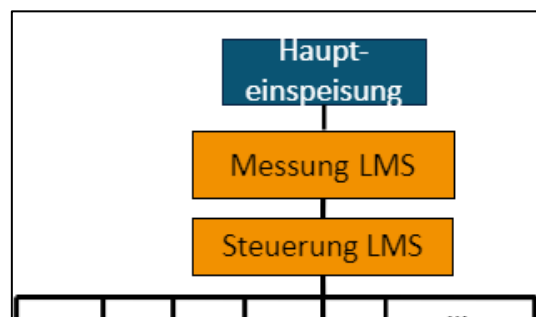


Abbildung 4-19: Messhierarchie des Lademanagement

In Abbildung 4-19 ist beispielhaft die Messhierarchie des Lademanagement dargestellt. Gemessen wird an der Haupteinspeisung. Sofern mehr als eine Trafostation vorhanden ist, sind alle Stationen separat zu messen. Zudem befindet sich auf jeder Messebene eine Steuerungseinheit, welche es ermöglicht, auf jeder Ebene einzugreifen, sollte es zu einem Leistungsengpass kommen. Durch die Netzwerkleitungen können alle Ladepunkte einzeln angesteuert und unterschiedlich priorisiert werden. So können den unterschiedlichen Nutzungsgruppen die jeweiligen Ladeleistungen zur Verfügung gestellt werden.

Das Lademanagement sollte folgende technische Anforderungen erfüllen:

- Physikalisch vor Ort (keine Cloudlösung)
- Freie Kommunikationsschnittstelle(n)
für unterschiedliche Ladepunkte (herstelleroffen)
- Volldynamische Regelung der Ladeleistungen
- Ausfallsicherheit - Blackout-Schutz
- Priorisierung von Eigenerzeugungsanlagen (z.B. Photovoltaikanlagen)
- Priorisierung bestimmter Ladepunkte
- Kommunikationsfähigkeit für die Steuerung der Ladeleistung (Modbus)

Sofern eine verbrauchsgenaue Abrechnung von Ladestrom erfolgen soll, müssen die dafür vorgesehenen Ladestationen eichrechtskonform sein. D.h. dass die Ladestationen in Verbindung mit dem Backend / der Abrechnungsdienstleistung (EMP) als Gesamtsystem aus Ladeeinrichtung, Messeinrichtung und Messwertübermittlung/Abrechnung die Anforderungen des Mess- und Eichrechts erfüllen und eine gültige Konformitätsbescheinigung/Baumusterprüfbescheinigung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) vorweisen.

4.4 Organisatorische Konzeptionierung

4.4.1 Grundlagen

4.4.1.1 Elemente des Betriebs von Ladeinfrastruktur

Wesentliche Elemente des Betriebskonzepts sind:

- die technische Wartung
- die technische Betriebsüberwachung
- der Kund:innenservice
- die Bereitstellung von Reservierungssystemen
- die Bereitstellung von Zugangs- und Bezahlssystemen
- die Abrechnung von Ladevorgängen

4.4.1.1.1 Technische Prüfungen bei Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung

Ladesäulen sind nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, hier insbesondere nach den Vorgaben der DIN VDE 0100-722, zu errichten. Vor der Inbetriebnahme ist eine Erstprüfung durch die Errichter:innen durchzuführen. Wiederkehrende Prüfungen müssen in regelmäßigen Abständen, meist jährlich, erfolgen. Wiederkehrend ist die technische Sicherheit durch Prüfungen nach DIN VDE 0105-100/A1 in regelmäßigen Abständen zu gewährleisten. Üblicherweise erfolgt diese Prüfung jährlich.

4.4.1.1.2 Technische Betriebsüberwachung

Die technische Betriebsüberwachung dient dazu, die Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur dauerhaft sicherzustellen. Sie ist kein verpflichtendes Element.

Speziell beim Betrieb einer größeren Zahl von Ladepunkten ist eine zentrale, technische Betriebssteuerung mit Fernüberwachung, Remote-Zugriff, auf die Ladepunkte sowie einer effizienten Planung von Servicemaßnahmen sinnvoll. Darüber hinaus erwies es sich als sinnvoll, eine Schnittstelle zur Nutzer:innenkommunikation (z.B. Servicehotline) einzurichten. Eine dauerhafte Betriebssicherung und Kommunikation führt unmittelbar zu einer höheren Nutzer:innenzufriedenheit, Akzeptanz und Auslastung. Zur Umsetzung einer zentralen, professionellen Betriebssteuerung bedarf es einer Überwachungssoftware, eines technischen Backends sowie einer durchführenden Organisationseinheit. Die Rolle der durchführenden Organisationseinheit kann sowohl durch den CPO als auch durch einen externen Dienstleistenden wahrgenommen werden.

Eine zentrale, technische Betriebssteuerung mit Fernüberwachung ist insbesondere dort sinnvoll, wo Dritte, z.B. im Falle einer öffentlichen Nutzung, auf die Ladeinfrastruktur zugreifen. Bei kleineren Anlagen, z.B. bei einer rein internen Fuhrparknutzung, kann grundsätzlich auch auf eine zentrale, technische Betriebssteuerung verzichtet werden.

4.4.1.1.3 Kund:innenservice

Insbesondere bei großen Anlagen und im Falle einer Nutzung durch externe Nutzer:innen, ist es sinnvoll, einen professionellen Kund:innenservice einzurichten.

Hierbei sollte klar definiert werden, was Nutzer:innen tun sollen und an wen sie sich wenden können, wenn das Fahrzeug nicht lädt, z.B. wenn die Ladeinfrastruktur defekt ist, unübliche Geräusche von sich gibt oder das Kabel nicht freigibt. Dies kann bei kleinen Anlagen über lokalen Ansprechpartner:innen wie z.B. eine Besucher:inneninformation bzw. Rezeption erfolgen. Bei größeren Anlagen sollte eine zentrale Anlaufstelle für die Störungsmeldung zur Verfügung stehen, z.B. als Service-Hotline, die 24/7 erreichbar ist. Die lokale Telefonnummer bzw. die der Service-Hotline soll auf den Ladestationen klar sichtbar angebracht sein.

4.4.1.1.4 Bereitstellung von Reservierungssystemen

Zur Erhöhung der Auslastung und somit der Wirtschaftlichkeit, insbesondere aber zur Steigerung des Nutzungskomforts bei steigenden Nutzer:innenzahlen, ist es sinnvoll, ein Reservierungssystem einzurichten. über das Reservierungssystem können Nutzer:innen einen Ladeplatz für ein bestimmtes Zeitfenster reservieren. Hierdurch haben die Nutzer:innen die Sicherheit, dass die Ladestation im reservierten Zeitraum für sie sicher verfügbar ist.

4.4.1.1.5 Bereitstellung von Zugangs- und Bezahlssystemen

Unter der Bereitstellung von Zugangs- und Bezahlssystemen wird die Möglichkeit zur Nutzung von Autorisierungs- und Zahlungsmedien wie z.B. einer Ladekarte der EMP, einer Plug & Charge Lösung oder eines gängigen, kartenbasierten Zahlungssystems bzw. Zahlungsverfahrens sowie von gängigen, webbasierten Systemen (Bezahl-Apps) verstanden.

4.4.1.1.6 Abrechnung von Ladevorgängen

Die Abrechnung von Ladevorgängen kann über unterschiedliche Wege erfolgen. Für Ladevorgänge an öffentlich zugänglichen Ladepunkten nach Ladesäulenverordnung (LSV) legt § 2 Nr. 8 LSV fest, dass Betreiber:innen von Ladepunkten, für Ladesäulen, die ab dem 14. Dezember 2017 errichtet wurden, jede Nutzer:in von Elektromobilen das punktuelle Laden ohne vorherige Authentifizierung ermöglichen (§ 4 LSV) müssen.

Dies kann durch kostenlose Abgabe der Energie oder durch die Möglichkeit der Zahlung unter folgenden Bedingungen erfolgen:

- Bargeld in unmittelbarer Nähe zum Ladepunkt oder
- mittels eines gängigen, kartenbasierten Zahlungssystems bzw. Zahlungsverfahrens oder
- mittels eines gängigen webbasierten Systems (Bezahl-Apps)

In der Neufassung von 2021 legt der Gesetzgeber fest, dass die bisher mögliche Nutzung einer webbasierten Zahlung nicht mehr ausreichend ist und künftig die kontaktlose Zahlung mittels gängiger Debit- und Kreditkarte über ein Kartenlesegerät und ein PIN-Pad zur Eingabe der Geheimnummer erfolgen muss. Die Regelung zum einheitlichen Bezahlssystem soll für alle Ladesäulen gelten, die ab dem Juli 2023 erstmalig in Betrieb genommen werden. Bestehende Ladesäulen müssen nicht nachgerüstet werden. Darüber hinaus kann die Abrechnung über sogenannte Ladekarten von Elektromobilitätsdienstleistenden (EMP) erfolgen.

Weitere Varianten in speziellen Kontexten sind die Abrechnung über

- die Gehaltsabrechnung
- die Verbrauchskostenabrechnung im Rahmen eines Mietverhältnisses.

Darüber hinaus sind bei der Abrechnung von Ladevorgängen die Vorgaben der Preisangabenverordnung (§ 14 PAngV (05/22)) und des Eichrechts zu beachten.

4.4.1.2 Rollen beim Betrieb von Ladeinfrastruktur

- CPO (Charge Point Operator): Ladepunktbetreiber:in
- CSO (Charging Station Owner): Ladeinfrastruktureigentümer:in
- EMP (E-Mobility Provider): Elektromobilitätsdienstleistende
- Backend-Provider
- ROP (Roaming Operator): Roaming-Plattform-Anbieter:in
- Zahlungsdienstleistende
- Ladepunktnutzer:in
- Stromlieferant:in
- VNB: Verteilernetzbetreiber:in

Verschiedene Rollen können in einer natürlichen oder juristischen Person zusammenfallen. So können beispielsweise der EMP, Stromlieferant oder Stromlieferantin und CPO identisch sein. Der CPO kann zugleich Eigentümer:in der Ladeinfrastruktur oder von der Eigentümer:in beauftragt sein.

4.4.1.2.1 CPO (Charge Point Operator)

Die Kernaufgabe des CPO besteht darin, dass die technische Ausstattung entsprechend den gesetzlichen Vorgaben verantwortet wird. Der CPO ist somit für den gesamten operativen Betrieb von Ladepunkten, inkl. der Anbindung an ein IT-Backend, verantwortlich. Nach Ladesäulenverordnung (LSV) ist CPO, wer unter Berücksichtigung der rechtlichen, wirtschaftlichen und tatsächlichen Umstände bestimmenden Einfluss auf den Betrieb eines Ladepunkts ausübt. Der CPO ist Letztverbraucher im Sinne des EnWG und in der Regel sowohl Messgeräteverwender als auch Messwertverwender im Sinne des Mess- und Eichrechts.

Die Rolle des CPO kann auch nur rein formal übernommen werden. In diesem Fall wird die operative Abwicklung auf einen Dienstleistenden übertragen. Erfolgt dies nicht, fallen die formale und die operative Abwicklung zusammen.

Die Aufgaben eines CPO sind:

- Technisch sicherer Betrieb der Ladeinfrastruktur
- Ggf. Planung und Errichtung von Ladesäulen
- Technische und rechtliche Meldungen gegenüber den Behörden
- Ermöglicht dem EMP technisch und wirtschaftlich (via Vertrag) den Zugang zu Ladepunkten für dessen Kund:innen / Ladepunktnutzer:innen
- Erhebt Daten über Ladevorgang und übermittelt sie dem EMP (ggf. über Roaming-Plattform) zur Abrechnung gegenüber dessen Kund:innen
- Bepreisung/Abrechnung der Zugangsnutzung gegenüber EMP
- Stellt technische Infrastruktur für Betrieb einer Direct-Pay-Lösung sicher und beauftragt EMP mit Umsetzung des Direct-Pay-Angebots
- Verantwortlich für Einhaltung der technischen/eichrechtlichen Vorschriften
- Stellt Dritten Messwerte zur Abrechnung von Ladevorgängen zur Verfügung (CPO als Messwertverwender:in)
- Stellt Dritten POI-Daten (z.B. Navigationsservice-Anbieter:in (NSP)) zur Verfügung

4.4.1.2.2 CSO (Charging Station Owner)

Der CSO ist Eigentümer:in der Ladeinfrastruktur. Dieser muss nicht zwingend CPO sein.

4.4.1.2.3 EMP (E-Mobility Provider)

Der EMP, auch EMSP (E-Mobility Service Provider), bietet Kund:innen über einen Vertrag und der Ausgabe von Autorisierungsmedien (bspw. RFID-Ladekarte, App oder Plug & Charge Lösung und die in der LSV zugelassenen Medien für Ad-hoc-Laden) Zugang zur Ladeinfrastruktur eines oder mehrerer Ladepunktbetreiber:innen an, um dort Elektrofahrzeuge zu laden. Endkund:innenpreise für Ladevorgänge werden zwischen Fahrzeugnutzer:in und EMP vereinbart. Der geschlossene Vertrag mit dem EMP kann weitere Dienstleistungen beinhalten. Der EMP ist Messwerteverwender im Sinne des Mess- und Eichrechts.

Die Aufgaben eines EMP sind:

- Wirtschaftlich organisatorische Bereitstellung des Zugangs für Fahrzeugnutzer:innen an Ladepunkten (Vertrag)
- Bereitstellung von Zugangsmedien und zusätzlichen Dienstleistungen für die Kund:innen
- Bepreisung/Abrechnung gegenüber den Kund:innen / Ladepunktnutzer:innen
- Ist verantwortlich gegenüber den Kund:innen / Ladepunktnutzer:innen für die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften (z.B. Preisangabenverordnung, Mess- und Eichrecht)
- Stellt Dritten Messwerte zur Abrechnung von Ladevorgängen zur Verfügung (CPO als Messwertverwender:in)
- Stellt ein Online-Endkund:innenportal bereit, auf dem die Abrechnungsdaten eingesehen und herunterladbar sind und die Auswertung (Reports) über alle Transaktionen und Vorgänge und das Anbieten einer Mobilitäts-App für Fahrzeugnutzer:innen verfügbar sind.

4.4.1.2.4 Backend-Provider

Als Backend-Provider wird der Betreibende eines IT-Systems (Plattform) bezeichnet, über das alle technischen Services rund um den Betrieb der Ladeinfrastruktur abgewickelt werden können. Dies sind u. a. die technische Betriebsüberwachung, das Controlling und die Abrechnung von Ladevorgängen. Der Backend-Provider kann gleichzeitig auch die Rolle des EMP übernehmen. Viele Backendbetreibende stellen ihre IT-Systeme aber auch als White-Label anderen Unternehmen zur Verfügung, die dann die Rolle des EMP übernehmen (z.B. Stadtwerke). Über das Backend können die Ladestationen zum einen technisch gesteuert und überwacht werden. Bei einigen Backends ist auch eine Steuerung des Lastmanagements integriert. Dieser Funktionsumfang wird auch als technisches Backend bezeichnet. Neben den technischen Funktionen gibt es auch weitere Funktionalitäten zur Abrechnung von Ladevorgängen. Dieser Teil wird als Abrechnungsbackend bezeichnet. Beide Funktionsbereiche können über ein System abgedeckt werden; es ist aber auch möglich, die beiden Funktionsbereiche mit unterschiedlichen Systemen abzudecken.

4.4.1.2.5 Roaming Operator (ROP)

Der ROP betreibt eine Roaming-Plattform, die CPO und EMP sowie andere Dienste (z.B. Navigationsservice-Anbieter:in) miteinander vernetzt. Als Roaming-Plattform wird ein IT-System bezeichnet, über das unterschiedliche Backendsysteme vernetzt werden. So soll sichergestellt werden, dass Endkund:innen, unabhängig vom EMP, an jeder öffentlichen Ladestation laden können. Über die Roaming-Plattform werden den Vertragsparteien die, für die Abrechnung des CPO gegenüber dem EMP, notwendigen Daten des jeweiligen Ladevorgangs zur Verfügung gestellt. Ein ROP wird nur benötigt, wenn die Ladekarten unterschiedlicher ESM an einer Ladestation akzeptiert werden. Sofern ausschließlich gängige bargeldlosen Zahlungsmittel (z.B. Bezahl-Apps wie PayPal, Google-Pay etc., Giro- oder Kreditkarten) zur Zahlung verwendet werden, kann die Einbindung eines ROP entfallen. In diesen Fällen ist die Einbindung eines Zahlungsdienstleistenden ausreichend.

4.4.1.2.6 Zahlungsdienstleistende

Zahlungsdienstleistende im Sinne des Zahlungsdienstaufsichtsgesetz sind Unternehmen (z.B. Bank [Giro-e], kreditkarten anbietende Unternehmen) die durch die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungen (BaFin) lizenziert sind und die Transaktionen von Geldern, bei der Nutzung von bargeldlosen Zahlungsmitteln (z.B. Bezahl-Apps wie PayPal, Google-Pay etc., Giro- oder Kreditkarten) und Online-Geschäften übernehmen. Damit einher geht in der Regel, Zahlungen anzunehmen, zu authentifizieren und treuhänderisch abzuwickeln, d.h. selbst auf einem gesicherten Kontensystem zu verwalten oder etwa einer Treuhänder:in zu übergeben. Vor dem Hintergrund, dass die LSV festlegt, dass Betreibende von Ladepunkten das punktuelle Laden ohne vorherige Authentifizierung ermöglichen müssen, ist, im Gegensatz zum ROP, die Einbindung eines Zahlungsdienstleistenden bei öffentlicher Ladeinfrastruktur im Sinne der LSV immer notwendig.

4.4.1.2.7 Ladepunktnutzer:in

Ladepunktnutzer:innen nutzen E-Fahrzeuge und Ladepunkte. Sie erhalten über die Nutzung eines (bargeldlosen) Zahlungsmittels, oder durch einen Vertrag mit mindestens einem EMP, Zugang zu Ladepunkten.

4.4.1.2.8 Stromlieferant:in

Dies ist der Energieversorgende, der den Strom für den Ladepunkt liefert. Er hat einen Vertrag mit dem Betreibenden der Ladeeinrichtung (CPO) bzw. mit der Eigentümer:in oder Nutzer:in der Liegenschaft oder der Eigentümer:in der Ladeeinrichtung. Stromlieferant:in und CPO können dieselben Organisationen sein.

4.4.1.2.9 Verteilnetzbetreiber (VNB)

Der VNB ist für den Betrieb des Netzes zuständig, an das der Ladepunkt in aller Regel angeschlossen ist. Er stellt den Netzanschluss für den Ladepunkt bereit und gewährleistet die Anschlussnutzung durch die Letztverbraucher:in (CPO).

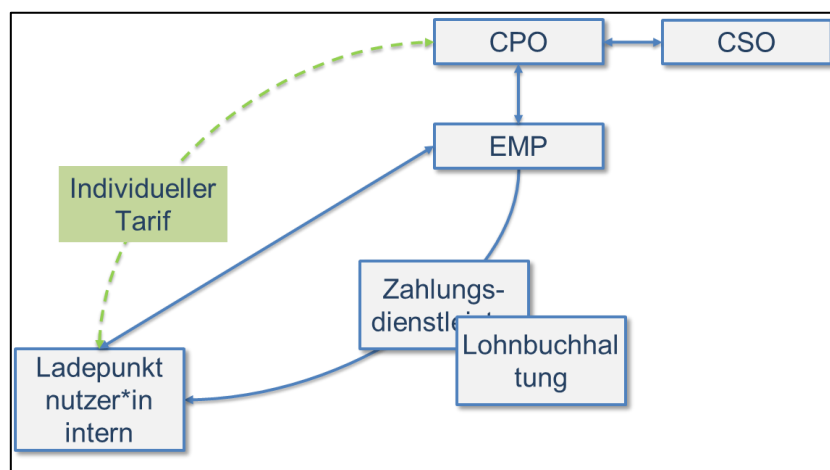


Abbildung 4-20: Akteur:innen und Rollen bei der Abrechnung von internen Ladevorgängen der Beschäftigten bei Einbindung eines EMP

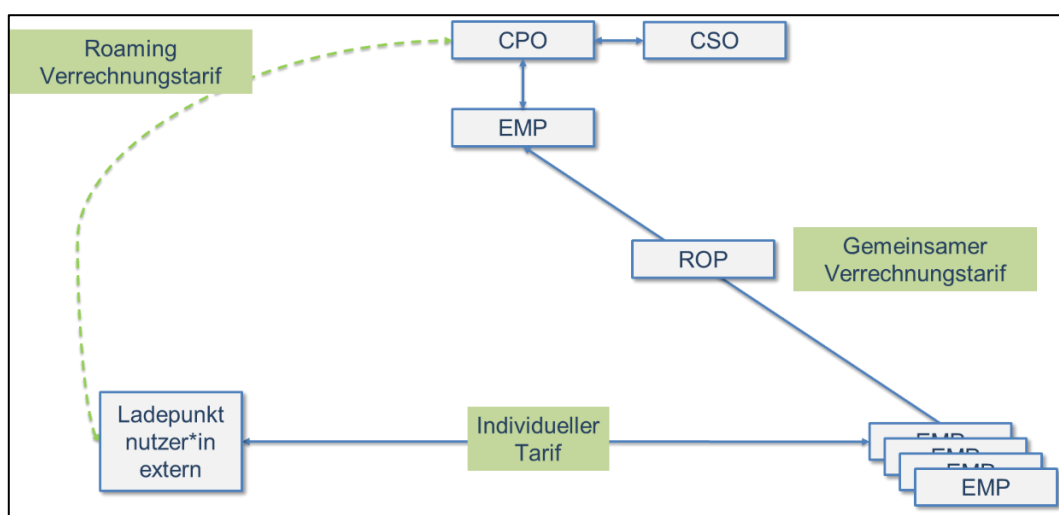


Abbildung 4-21: Akteur:innen und Rollen bei der Abrechnung von Ladevorgängen externer Nutzer:innen von Ladekarten externer EMP und Roaming

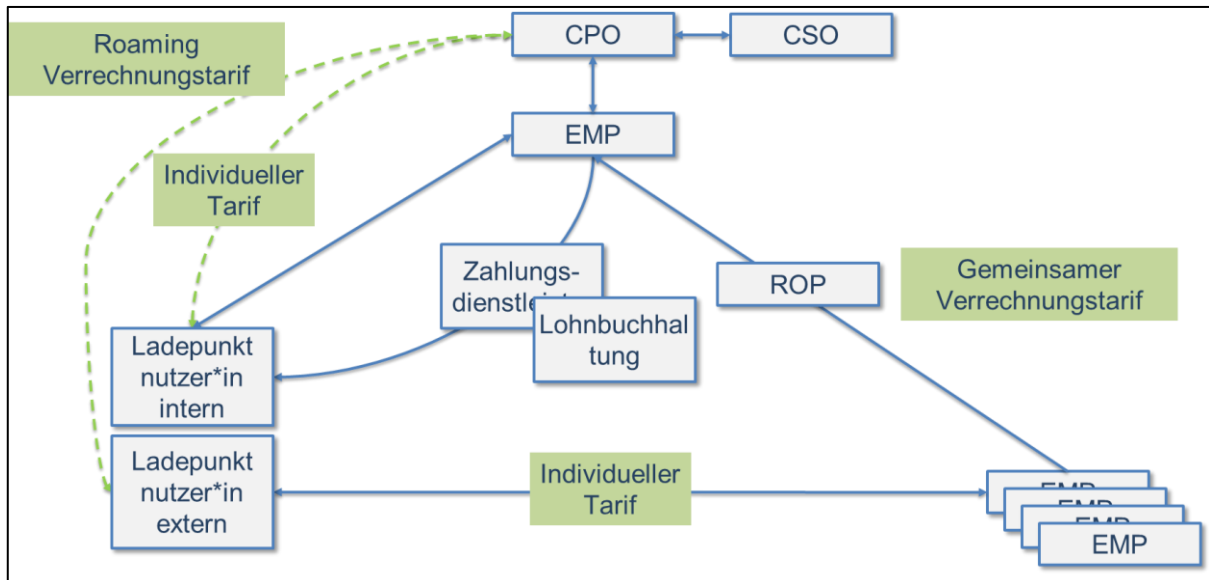


Abbildung 4-22: Akteur:innen und Rollen bei der Abrechnung von internen Ladevorgängen der Beschäftigten bei Einbindung eines EMP in Kombination mit der Abrechnung von Ladevorgängen externer Nutzer:innen von Ladekarten externer EMP und Roaming

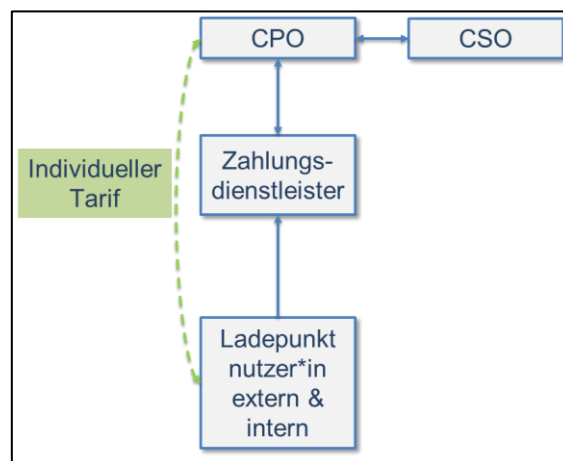


Abbildung 4-23: Akteur:innen und Rollen bei der Abrechnung jeglicher Ladevorgänge (intern und extern) ausschließlich über Zahlungsdienstleistende (Nur Akzeptanz gängiger bargeldlose Zahlungsmittel, keine Akzeptanz von Ladekarten externer EMP und Roaming)

4.4.2 Handlungsempfehlungen

4.4.2.1 Zugang, Organisation, Abrechnung

4.4.2.1.1 Private Fahrzeuge von Beschäftigten

Beschäftigte der WWU können i.d.R. innerhalb eines Zeitfensters während der individuellen Arbeitszeit von bis zu neun Stunden laden. Da davon auszugehen ist, dass die privaten Fahrzeuge in Zukunft über eine Reichweite von zum Teil deutlich über 200 km verfügen werden und die durchschnittliche Fahrleistung in Deutschland bei ca. 20 – 40 km pro Tag liegt, ist es für die meisten Beschäftigten bzw. deren Fahrzeuge ausreichend, wenn diese ein- bis zweimal pro Woche einen ganztägigen Ladevorgang nutzen.

Bei einer optimierten und bedarfsorientierten Nutzung, d.h. dass nur dann geladen wird, wenn auch ein Ladebedarf (z.B. etwa ein Restakkustand von 35%) vorliegt, kann rechnerisch ein Faktor von drei bis vier Fahrzeuge je Ladepunkt angesetzt werden. Somit ist es nicht notwendig, für alle Beschäftigten mit Elektrofahrzeug einen eigenen Ladepunkt vorzuhalten. Da so weniger Ladepunkte installiert werden müssen, verringert dieses Vorgehen Investitions- und Betriebskosten. Eine wesentliche Herausforderung im Bereich der Organisation besteht darin, ein Anreizsystem zu schaffen, dass die Ladepunkte bedarfsorientiert genutzt werden, also nur dann, wenn ein realer Ladebedarf besteht. Als Anreiz erscheint es sinnvoll, ein Tariffsystem mit einer Grundpauschale zum Start des Ladevorganges zu nutzen.

a) Zugang

Der Zugang zum Ladepunkt sollte vorrangig mit einem gängigen, bargeldlosen Zahlungssystem erfolgen. Alternativ besteht die Möglichkeit, ein im Betrieb schon weit verbreitetes Medium (z.B. RFID-Schlüsselanhänger, Dienstausweis mit RFID-Chip u.a.) oder eine spezielle Ladekarte (RFID-Karte) des eigenen EMP zu nutzen. Die Nutzung dieser Varianten kann jedoch zu einem operativen und/oder monetären Aufwand führen, da hierdurch ein Ausgabe- und Verwaltungsprozess in der Verwaltung oder zusätzliche Kosten beim EMP verursacht werden können.

Die Nutzung von Ladekarten externer EMP sollte in diesem geschlossenen Nutzungssystem nicht erfolgen, da hierüber u.a. zum einen keine eigenen

Preismodelle genutzt werden können und man an das Preismodell des Roaming-Verbundes gebunden ist. Zum anderen können zusätzliche Kosten des ROP anfallen.

b) Organisation

Bei einer optimierten und bedarfsorientierten Nutzung, das heißt, dass nur dann geladen wird, wenn auch ein Ladebedarf vorliegt, kann wie bereits dargestellt, rechnerisch ein Faktor von drei bis vier Fahrzeuge je Ladepunkt angesetzt werden. Hierzu sollte ein System geschaffen werden, mit dem die Ladepunkte geteilt und bedarfsorientiert genutzt werden können (Ladepunkt-Sharing). Dafür ist es unabdingbar, dass die Ladepunkte verbindlich vorreserviert werden können. So kann sichergestellt werden, dass Nutzer:innen einen Ladepunkt nutzen können, wenn dies notwendig ist und somit diesen erst dann anfahren, wenn ihr Akku schon relativ leer ist. Besteht diese Sicherheit nicht und es ist ein sog. Windhundprinzip (First Come / First Serve), ist davon auszugehen, dass Nutzer:innen einen Ladepunkt immer dann belegen, wenn dieser frei ist, unabhängig davon, ob ein wirklicher Ladebedarf besteht.

Variante 1: täglicher Wechsel

Das Ladepunkt-Sharing in Form eines täglichen Wechsels bedeutet, dass ein Ladevorgang grundsätzlich mit dem Beginn der Arbeitszeit startet und mit dem Arbeitsende endet. Während dieser Zeit wird die Ladeinfrastruktur dauerhaft durch diese Nutzer:in blockiert. Das Sharing könnte in diesem Fall tageweise erfolgen, z.B. Montag: Nutzer:in A / Dienstag: Nutzer:in B / Mittwoch: Nutzer:in C / Donnerstag: Nutzer:in A / Freitag Nutzer:in D.

Variante 2: untertägiger Wechsel

Das Sharing in Form eines untertägigen Wechsels ist organisatorisch aufwendiger umsetzbar, da es hierfür zum einen einer Kommunikation zwischen mehreren Prozessbeteiligten und evtl. der Ladeinfrastruktur sowie zum anderen auch einer konsequenten Handlung der Beteiligten (zeitgleiches Umstellen / Umparken der Fahrzeuge) bedarf (Achtung: Diese Form der Nutzung wird nicht empfohlen).

Ein optimiertes Sharing sollte mit einer elektronischen Reservierungsfunktion verbunden werden, die optimalerweise über eine webbasierte Reservierungsfunktion im Backend des EMP erfolgt. Laden ist dann nur bei erfolgter Reservierung möglich. Hierdurch wird die Möglichkeit zum Nachladen verbindlich sichergestellt, sodass für

die Nutzer:innen kein Risiko besteht, dass eine Ladestation belegt ist. Dies ist die Grundlage für eine optimierte und bedarfsorientierten Nutzung, d.h. dass nur dann geladen wird, wenn auch ein Ladebedarf (z.B. ein Restakkustand von 30%) vorliegt.

Hierbei ist es von sehr großer Bedeutung, dass eine Fehlbelegung von Stellplätzen an reservierten Ladepunkten verhindert wird. Unter Fehlbelegung wird das Parken von Fahrzeugen ohne Reservierung verstanden. In Absprache mit der Auftragnehmerin wird auf die Einrichtung von physischen Sperren wie Schranken oder Pollern verzichtet. Anstatt dessen ist ein sehr restriktives Vorgehen (Abschleppen) des internen Ordnungsdienstes vorgesehen.

c) Abrechnung

Obwohl eine kostenlose Stromabgabe zwar grundsätzlich steuerrechtlich möglich ist und hierbei geringere Investitions- und Betriebskosten entstehen, da keine Eichrechtskonformität beachtet werden muss, stehen diesem Vorgehen tarifrechtliche Hindernisse im Bereich des TVL und Beamtenrecht entgegen, die außertarifliche Leistung erschweren. Zudem kann über eine Bepreisung ein ressourceneffizienter Umgang mit Energie gefördert werden. Darüber hinaus kann über ein intelligentes Tarifmodell auf einfache Weise ein Anreiz zur effizienten Belegung von Ladepunkten ermöglicht werden. Bei der kostenlosen Stromabgabe werden keine finanziellen Anreize zur effizienten Belegung von Ladepunkten geschaffen, was zu einer geringen Auslastung und in der Folge zu einem höheren Investitionsbedarf und somit auch zu höheren Kosten führen kann.

Auch bei der pauschalen Abrechnung werden ebenfalls keine finanziellen Anreize zur effizienten Belegung von Ladepunkten geschaffen. Zudem müssen interne Prozesse zur Abrechnung geschaffen werden. Diese Form der Abrechnung hat zudem grundsätzlich das Potenzial zur ungerechten Behandlung der Nutzer:innen untereinander.

Wie bereits beim Ladeprofil dargestellt, ist es grundsätzlich sinnvoll, dass pro Arbeitstag ein Ladevorgang stattfindet. Zudem ist davon auszugehen, dass die meisten Fahrzeuge nicht jeden Tag geladen werden müssen.

Aus diesem Grund sollte zur Steuerung über Anreize ein Tarifsysteem eingerichtet werden, das zum einen aus einer fixen Komponente in Form einer Grundpauschale

zum Start des Ladevorgangs und zum anderen aus einer variablen Komponente in Form eines Kostensatzes je geladener kWh besteht. Durch die Grundpauschale wird es für die Nutzer:innen attraktiv, die Ladeinfrastruktur nur dann zu nutzen, wenn ein Ladebedarf vorliegt. Wenn je Ladevorgang zudem möglichst viel Strom geladen wird, werden die durchschnittlichen Kosten je kWh niedrig gehalten.

4.4.2.1.2 Fuhrpark

Definition Nutzungsgruppe:

Dienstliche Fahrzeuge mit Elektroantrieb können i.d.R. innerhalb eines Zeitfensters ca. acht Stunden in der Nacht geladen werden. Bei einzelnen Fahrzeugen mit besonderen Einsatzaufgaben könnte eine Notwendigkeit für Zwischenladungen bestehen.

a) Zugang

Der Zugang soll grundsätzlich über ein dem Fahrzeug zugeordnetes Medium (RFID-Ladekarte) erfolgen, da so eine Zuordnung der Stromkosten zum jeweiligen Fahrzeug möglich ist (Verbrauchscontrolling).

b) Organisation

Besondere Maßnahmen zur Organisation sind nicht notwendig, da eine Eins-zu-Eins-Zuordnung zwischen Fahrzeug und Ladepunkt empfohlen wird.

c) Abrechnung

Entfällt, da eine Abrechnung nicht notwendig ist.

4.4.2.2 Technischer Betrieb / Kund:innenservice

Da es sich bei der WWU um ein sehr umfangreiches und stark disloziertes Ladesystem handelt, in dem zum einen zur Sicherstellung des operativen Betriebs gewährleistet werden muss, dass alle Dienstfahrzeuge jederzeit über ausreichende Energiereserven verfügen, zum anderen auch externe Dritte (Beschäftigte, Studierende) laden, sollten alle Ladepunkte in ein Backendsystem zur technischen Betriebsüberwachung eingebunden werden. So besteht die Möglichkeit einer zentralen Betriebsüberwachung. Durch ein proaktives Betriebsmanagement kann eine höhere Verfügbarkeit sichergestellt werden, was wiederum zu einer höheren Akzeptanz der Elektromobilität führt. Nicht ordnungsgemäß funktionierende Ladeinfrastruktur wird in

Befragungen bei Elektromobilitätsnutzer:innen immer wieder als ein wesentliches Ärgernis aufgeführt.

Die Betriebsüberwachung kann entweder im Eigenbetrieb oder durch einen externen Dienstleistenden erfolgen. Optimalerweise sollten Abrechnung und technische Betriebsüberwachung im gleichen Backendsystem erfolgen. Das hilft bei der Vermeidung von Schnittstellen, Redundanzen und höheren Kosten.

Zudem wird empfohlen, eine professionelle Störungs- und Service-Hotline mit Anbindung an die Betriebssteuerung zu nutzen.

5 Maßnahmenentwicklung

5.1 Maßnahmenworkshop

Am 18.11.2022 wurden im Rahmen eines Workshops Maßnahmen erarbeitet, bewertet und priorisiert. Der Teilnehmenden-Kreis setzte sich interdisziplinär aus der zuständigen Arbeitsgruppe der Auftraggeberin zusammen. Zunächst wurden die wichtigsten Analyseergebnisse vorgestellt und anschließend in einer Kleingruppenarbeit mögliche Maßnahmenideen in den Handlungsfeldern „Dienstliche Mobilität“, „Beschäftigtenmobilität: Anreize“ und „Beschäftigtenmobilität: Infrastruktur & Angebote“ von den Teilnehmenden erarbeitet. Als nächstes wurden die erarbeiteten Ideen um weitere Maßnahmenvorschläge von der Auftragnehmerin ergänzt. Im nächsten Schritt wurden die Maßnahmen auf Ihre Wirkung bezüglich der Ziele „CO₂-Reduzierung“ sowie „Beschäftigtenakzeptanz“ bewertet und von jeder/m Teilnehmenden priorisiert. Hierbei konnten die Teilnehmenden zwischen „Umsetzen“ (Maßnahme sollte möglichst bald umgesetzt werden), „Pilot“ (es würde sich ein Pilotprojekt anbieten, welches zunächst zeitlich begrenzt ist) und „Zurückstellen“ (Maßnahme sollte zunächst nicht weiter betrachtet werden) wählen. Die nachfolgende Abbildung zeigt das Workshopergebnis zu diesem Arbeitsschritt.

Dienstliche Mobilität (Fuhrpark & Dienstreisen)			
Maßnahme	Umsetzen	Pilot	Zurückstellen
D1: Einführung BikeSharing (def. Standorte)		● ● ●	● ● ● ●
D2: Pedelecs, Lastenräder und Falträder im Fz-Pool	● ● ● ● ● ● ● ●		
D3: Einführung einer Dispositions-Software	● ● ● ● ● ● ● ●		
D4: Nutzung öffentliches CarSharing	●	●	● ● ● ● ● ●
D5: E-Pkw mit bedarfsgerechter Akkukapazität	● ● ● ● ● ● ● ●	● ●	
D6: Einbindung einer Reiseplanungssoftware	●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
D7: Prüfung der privaten Nutzbarkeit von dienstfahrzeugen (Corporate CarSharing)		● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
D8: Ausschluss von von inländischen Flügen bzw. der Flüge in einem definierten Radius	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●		
D9: Bedarfsgerechte Ausgestaltung des Fuhrparks unter Berücksichtigung des öffentlichen CarSharing (ggf. weitere Analyse)	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●		

Abbildung 5-1: Priorisierte Maßnahmen: Dienstliche Mobilität

MA-Mobilität: Anreize			
Maßnahme	Umsetzen	Pilot	Zurückstellen
A1: Mobilitätstage	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	●
A2: Anreize zur Nutzung alternativer Verkehrsmittel	● ● ● ● ● ● ● ●		
A3: Challenge-App	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
A4: Individuelle Wegeanalyse	●	● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
A5: Parkraummanagement	● ● ● ● ●	●	● ● ● ● ●
A6: Erarbeitung von Kommunikationsbausteinen	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●		
A7: Sonderkonditionen bei CarSharing-Anbietern	●		● ● ● ● ● ● ● ●
A8: Fahrräder für den privaten Gebrauch zur Verfügung stellen	● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
A9: Jobticket: Mitnahmeregelungen nachverhandeln	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●		● ● ● ● ●
A10: Überarbeitung der Vergabe der Parkraumplaketten	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●		● ● ● ● ●
A11: Mögliche Beitragserstattung bei Krankenkassen	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
A12: Bereitstellung von BahnCards	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●		● ● ● ● ●

Abbildung 5-2: Priorisierte Maßnahmen: Anreize

MA-Mobilität: Infrastruktur & Angebote			
Maßnahme	Umsetzen	Pilot	Zurückstellen
I1: Prüfung und Ergänzung der Zweiradinfrastruktur			
I2: Spinte & Umkleidemöglichkeiten (ggf. auch Duschen) an allen Standorten			
I3: Zweiradservice und Sicherheit			
I4: Schutzbekleidung im Corporate Design			
I5: Einführung eines Dienstradleasing			
I6: Fahrgemeinschaftstool			
I7: Sonderkonditionen für Fahrradstationen			
I8: Parkplatznutzung mit priorisierter Gehweg- und Fahrradwegführung			
I9: P+R Angebote andersausnutzen für Fahrräder			
I10: Shuttle Service / Uni-Ring-Linie			
I11: Ladestationen für eBikes			
I12: Sonder-Parkplätze für Fahrgemeinschaften			

Abbildung 5-3: Priorisierte Maßnahmen: Infrastruktur & Angebote

5.2 Beschreibung der Maßnahmen

Im nachfolgenden Kapitel werden ausgewählte höher priorisierte Maßnahmen in Steckbrief-Form beschrieben. Neben einer Kurzbeschreibung und Beschreibung der Maßnahmen wird auch auf das mögliche Vorgehen, notwendige Akteure, Kosten sowie die zeitliche Planung eingegangen.

5.2.1 Pedelecs, Lastenpedelecs und Falträder im Pool

Kurzbeschreibung
Beschaffung und Bereitstellung von (Lasten-)Pedelecs und Falträder im Fahrzeugpool.

Beschreibung der Maßnahme
Die Analyse der Fahrleistungen hat ergeben, dass je Standort bis zu 64% der Dienstfahrten in Zweiraddistanz (bis 10 km) stattfinden. Aufgrund der geringen Entfernungen im Stadtgebiet, bzw. zwischen den Standorten, bieten sich im Rahmen der dienstlichen Mobilität durchaus Alternativen zum Pkw. Insbesondere die positive Entwicklung der vergangenen Jahre in dem Bereich der elektrifizierten Zweiradmobilität unterstützt dieses Potenzial. Es könnten Pedelecs, E-Lastenräder, Falträder bzw. -pedelecs sowie E-Roller angeschafft werden. Diese tragen nicht nur positiv zum Umweltschutz, sondern mit Ausnahme der E-Roller ebenfalls zur Gesundheitsförderung der Nutzer:innen bei. Die Buchung der Zweiräder könnte über eine digitale Lösung stattfinden. Eine leichte Zugänglichkeit und hohes Nutzungspotenzial wären somit gegeben. Sollten Dienstfahrten zu weiter entfernten Zielen stattfinden, so könnten die Falträder bzw. -pedelecs bequem für die erste und letzte Meile genutzt werden. Der Transport von zusammengeklappten Falträdern als Gepäckstücke ist im ÖV kostenlos.
Mögliches Vorgehen
1. Bedarfsermittlung z.B. via Beschäftigtenbefragung 2. Beschaffung der Zweiräder 3. Implementierung der Schlüssel z.B. in Schlüsseltresoren, oder Einsatz von Bluetooth-Schlössern 4. Vorbereitung und Durchführung der Kommunikation
Relevante Akteure
Interne Akteure: • Fuhrparkmanagement, Personalrat, Beschaffungsstelle Externe Akteure: • Hersteller bzw. Anbieter der Zweiräder
Kosten
Investitionskosten: • Kosten für die Beschaffung der Zweiräder (je Pedelec ca. 3.500 € netto)

• Kosten für Implementierung in Dispositionssoftware sowie Zugangssystem Betriebskosten: • Laufende Kosten für Wartung und Reparatur der Zweiräder
Zeitliche Planung
☒ Kurzfristig ☐ Mittelfristig ☐ Langfristig

5.2.2 Einführung BikeSharing

Kurzbeschreibung
Errichtung von (E-)Bike-Sharing Stationen an größeren Uni-Standorten.
Beschreibung der Maßnahme
Wie oben bereits beschrieben, finden bis zu 64% der Dienstfahrten in einer Zweiraddistanz statt. Um dieses Potenzial nutzbar zu machen, könnten wie bei der vorherigen Maßnahme dargestellt, weitere Zweiräder für den Fahrzeugpool beschafft werden. Eine andere Möglichkeit wäre es, für kurze Dienstfahrten auf Leihräder zurückzugreifen. Hierbei werden insbesondere an größeren Standorten ausleihbare Zweiräder über einen Dienstleister für die Beschäftigten zur Verfügung gestellt. Die Beschäftigten erhalten so die Möglichkeit, sich für die Dienstfahrten das passende Zweirad zu leihen. Der Ausleihprozess sollte einfach und intuitiv (z.B. über App) erfolgen. Anhand eines Mindestumsatzes fungiert dabei die Uni Münster als Ankerkunde für den BikeSharing Anbieter. Neben der dienstlichen Nutzung können die Zweiräder auch Privat genutzt werden. Die Abrechnung erfolgt über den Dienstleister.
Mögliches Vorgehen
1. Bedarfsermittlung z.B. via Beschäftigtenbefragung 2. Marktrecherche und Definition eines Anforderungskataloges 3. Ausschreibungs-/ Beschaffungsprozess 4. Vorbereitung und Durchführung der Kommunikation

Relevante Akteure
Interne Akteure: • Fuhrparkmanagement, Personalrat, Beschaffungsstelle Externe Akteure: • BikeSharing Dienstleister
Kosten
Investitionskosten: • Interne Kosten für die Implementierung (z.B. Einbindung der Beschäftigten) • Ggf. Initialkosten / Installationskosten je Standort Betriebskosten: • Laufende Kosten in Höhe der Nutzung (inkl. Mindestumsatz)
Zeitliche Planung
☒ Kurzfristig ☐ Mittelfristig ☐ Langfristig

5.2.3 Einführung Dispositionssoftware

Kurzbeschreibung
Prozesssteuerung des Fuhrparks mittels einer leistungsstarken Dispositionssoftware, wodurch eine hohe Auslastung des Fahrzeugpools erreicht werden kann.
Beschreibung der Maßnahme
Mit Hilfe einer automatisierten Dispositionssoftware wird eine hohe Auslastung des Fuhrparks sichergestellt. Hierbei sorgt ein hinterlegter Optimierungsalgorithmus dafür, dass die von den Nutzer:innen eingegebenen Bedarfe mit dem passenden Fahrzeug gedeckt werden. Weiterhin ist eine einfache Bedienbarkeit von der Buchung bis zur Übernahme bzw. Rückgabe der Fahrzeuge wichtig. Um einen einfachen Übernahme- bzw. Rückgabeprozess zu gewährleisten, sollten Bordcomputer oder Schlüsseltresore

zum Einsatz kommen. Durch diese kann sichergestellt werden, dass mittels eines RFID-Chips (z.B. aufgebracht auf dem Führerschein) das gebuchte Fahrzeug zugänglich gemacht wird. Hierbei erfolgt die Schlüsselübergabe innerhalb des Fahrzeugs oder des Tresors, wo sich der Schlüssel (wenn erforderlich) üblicherweise in einem Keyholder im Handschuhfach befindet. Anstatt der papiergeführten Fahrtenbücher wäre über die Software eine Digitalisierung der Fahrtenbücher empfehlenswert.

Durch eine Erhöhung der Auslastung der gepoolten Dienstfahrzeuge wird der wirtschaftliche Einsatz von E-Fahrzeugen unterstützt, da die geringen Betriebskosten stärker zur Geltung kommen. Weiterhin wird die Elektromobilität in der Form unterstützt, da Dispositionssoftware-Lösungen den Ladezustand der Fahrzeuge berücksichtigen.

Mögliches Vorgehen

1. Erarbeitung eines Anforderungskatalogs
2. Ausschreibung einer Dispositionssoftware sowie der Zugangstechnik

Relevante Akteure

Interne Akteure:

- Fuhrparkmanagement, Personalrat, IT-Service, Beschaffungsstelle, Datenschutz

Externe Akteure:

- Ggf. externer Berater, Softwareanbieter

Kosten

Investitionskosten:

- Implementierung Dienstleister, Zugangstechnik
- Höhe abhängig von den Anforderungen

Betriebskosten:

- Laufende Kosten häufig in Abhängigkeit von der Anzahl der Fahrzeuge
- Laufende Kosten für IT-Dienstleister

Zeitliche Planung

- ☐ Kurzfristig
- ☒ Mittelfristig
- ☐ Langfristig

5.2.4 E-Pkw mit bedarfsgerechter Akkukapazität

Kurzbeschreibung
Die noch anzuschaffenden Elektrofahrzeuge sollten eine an die Nutzung angepasste Akkukapazität besitzen, um den bei der Herstellung anfallenden CO ₂ -Ausstoß möglichst gering zu halten.
Beschreibung der Maßnahme
Im Rahmen der Fahrdatenanalyse wurden die Fahrleistungen der Fahrzeuge analysiert. Es hat sich gezeigt, dass die meisten Fahrten unter 200 km lagen. Somit wären prinzipiell alle Fahrzeuge elektrifizierbar. Somit könnten überwiegend E-Fahrzeuge mit kleiner Batteriegröße (ca. 40 kWh) und geringer Reichweite (unter 300 km) eingesetzt werden. Dadurch könnte der CO₂-Ausstoß, der im Rahmen der Herstellung erzeugt wird, reduziert und zusätzlich Kosten eingespart werden. Sofern die Dienstfahrzeuge unter Einbindung eines Corporate CarSharing-Dienstleisters auch privat genutzt werden, würden sich unterschiedliche Akku-Kapazitäten im Fahrzeugpool anbieten. So könnte es dann sinnvoll sein, auch E-Pkw mit größeren Akku-Kapazitäten und/oder hoher Ladeleistung vorzuhalten, damit diese nach einer privaten Nutzung auch noch dienstlich eingesetzt werden können. Neben den Fahrzeugen sollte auch eine passende Ladeinfrastruktur an den Standorten (vgl. Ladeinfrastrukturkonzept) aufgebaut werden.
Mögliches Vorgehen
1. Erarbeitung eines Überleitungsplans: Wann werden die konventionellen Pkw durch E-Pkw ersetzt. Je nach zukünftigem Nutzungsprofil (z.B. private Nutzung) werden die Akku-Kapazitäten und Ladeleistungen der Fahrzeuge geplant
Relevante Akteure

Interne Akteure: • Fuhrparkmanagement, Beschaffungsstelle Externe Akteure: • -
Kosten
Investitionskosten: • Für die Maßnahme fallen keine Investitionskosten an, wenn die E-Pkw im regulären Beschaffungsprozess eingeführt werden Betriebskosten: • Die Erstellung eines Überleitungsplans erfordert einen relevanten Abstimmungsaufwand mit den Fachbereichen
Zeitliche Planung
☒ Kurzfristig ☐ Mittelfristig ☐ Langfristig

5.2.5 Einbindung einer Reiseplanungssoftware

Kurzbeschreibung
Einsatz einer multi- und intermodales Reiseplanungstool, um Informationen zu den Vor- und Nachteilen der verschiedenen Verkehrsmittel und -kombinationen auf Dienstreisen übersichtlich darstellen zu können.
Beschreibung der Maßnahme
Die Akzeptanz neuer Mobilitätsangebote für die Dienstreisen scheitert oftmals allein daran, dass den Mitarbeitenden diese nicht ausreichend bekannt sind, bzw. dass sie nicht wissen, wie sie diese in Anspruch nehmen können. So wird sich oft für den Pkw als vermeintlich "bestes" Verkehrsmittel entschieden. Es gibt verschiedene, frei zugängliche Internet-Tools (z.B. Google Maps), mit denen sich die Beschäftigten die Reiseinformationen selbst zusammensuchen könnten. Meist zeigen diese aber nur einzelne oder wenige Verkehrsmittel an, praktikable

intermodale Wegeketten können die wenigsten ermitteln. Das erfordert zum einen Kenntnis der verschiedenen Tools und ihrer Stärken/Schwächen, zum anderen aber auch viel Zeit in der Handhabung und aussagekräftigen Aufbereitung der Ergebnisse. Intermodale Ketten müssen manuell zusammengesetzt werden. Die Uni Münster hat somit ebenfalls nur einen geringen Einfluss auf die Emissionen der dienstlichen Mobilität. Ein multi- und intermodales Reiseplanungstool kann hier Abhilfe schaffen.

Es sollte ein Tool gewählt werden, welches für den Pkw, den ÖV sowie für Verkehrsmittelkombinationen, wie beispielsweise ÖV und CarSharing nicht nur die Kosten und die Reisezeit aufzeigt, sondern auch den CO₂-Ausstoß und die körperliche Bewegung (als Indikator für Gesundheit). Dazu sollten die Beschäftigten eine übersichtlich aufbereitete Gegenüberstellung der genannten Parameter der für die Dienstreise nutzbaren Verkehrsmittel und -kombinationen erhalten, ohne dass sie verschiedene Portale und Informationsquellen durchsuchen müssen. Es wäre hilfreich, wenn die Verkehrsmittelalternativen nach den verschiedenen Perspektiven sortiert werden können, also mal nach Zeiten, mal nach Kosten etc. Bei den Verkehrsmittelkombinationen sollten z.B. auch (Falt-) Diensträder für die erste und letzte Meile mit betrachtet werden. Die Verkehrsmittel könnten bestenfalls direkt über die Software gebucht werden, um weiteren Zeitaufwand einsparen zu können.

Mögliche Anbieter:

- Clever Route von EcoLibro (www.ecolibro.de)
- RouteRank (www.routerank.com)
- Google (rudimentär) (www.google.de)
- GreenMobility von Raumobil (eingeschränkt) (www.raumobil.com)

Mögliches Vorgehen

1. Durchführung einer Marktrecherche
2. Vorstellung von Lösungen durch zwei bis drei Anbieter
3. Erstellen eines Anforderungskatalogs
4. Starten des Vergabeprozesses
5. Implementierung der Software in das bestehende System

Relevante Akteure
Interne Akteure: • Mobilitätsmanagement, IT-Service, Personalmanagement, Personalrat, Beschaffungsstelle Externe Akteure: • Potenzielle Anbieter, ggf. externer Berater
Kostenabschätzung
Investitionskosten: • Einführung einer multi- und intermodalen Reiseplanungssoftware 3.000 – 6.000 € Betriebskosten: • Laufende Kosten für den Betrieb einer multi- und intermodalen Reiseplanungssoftware von 150 bis 250 € im Monat
Zeitliche Planung
☐ Kurzfristig ☒ Mittelfristig ☐ Langfristig

5.2.6 Bedarfsgerechte Ausgestaltung des Fuhrparks unter Berücksichtigung des öffentlichen CarSharings

Kurzbeschreibung
Der Bestand an eigenen Pool-Fahrzeugen wird bewusst etwas geringer gehalten. Der restliche Fahrzeugbedarf, wird über die Nutzung von öffentlichen CarSharing abgedeckt. Auf diese Weise soll das öffentliche CarSharing in Münster gefördert werden.
Beschreibung der Maßnahme
Eine verstärkte Nutzung des öffentlichen CarSharings könnte einen Beitrag zur Stärkung dieses Mobilitätsangebotes in Münster leisten. Neben der Nutzung des öffentlichen CarSharing, sollte weiterhin ein definierter Fahrzeugpool bestehen, um

den Grundbedarf zu decken und somit Kosten einzusparen. Mit Hilfe einer automatisierten Dispositionssoftware wird eine hohe Auslastung des eigenen Fuhrparks sichergestellt. Hierbei sorgt ein hinterlegter Optimierungsalgorithmus dafür, dass die von den Nutzer:innen eingegebenen Bedarfe mit dem passenden Fahrzeug gedeckt werden. Im Mindestumfang sollte ein Link zum CarSharing innerhalb der Dispositionssoftware hinterlegt werden.

Auf die CarSharing-Fahrzeuge könnten auch die Beschäftigten bei Bedarf z.B. für den Heimweg zurückgreifen, so dass sie ggf. auf einen Zweitwagen verzichten könnten. Mit dem CarSharing-Anbieter könnte ein eigener rabattierter Tarif verhandelt werden. Aufgrund der bewusst intensiven dienstlichen Nutzung des CarSharing-Angebotes durch die Beschäftigten, tritt die WWU als "Ankerkunde" auf. Sie sorgt somit für eine wirtschaftliche Auslastung des CarSharing-Angebotes.

Mögliches Vorgehen

1. Definition des Grundbedarfs an eigenen Pool-Pkw
2. Definition der Anzahl an CarSharing-Fahrzeugen und Stationen
3. Übergang in die CarSharing-Nutzung definieren

Relevante Akteure

Interne Akteure:

- Fuhrparkmanagement, Personalrat, IT-Service, Beschaffungsstelle

Externe Akteure:

- Lokale CarSharing Anbieter

Kosten

Investitionskosten:

- Ggf. Kosten für Anpassung der Dispositionssoftware

Betriebskosten:

- Laufende Kosten in Höhe der Nutzung der CarSharing Fahrzeuge

Zeitliche Planung

- ☐ Kurzfristig
☒ Mittelfristig
☐ Langfristig

5.2.7 Bereitstellung von Bahncards auf Basis einer Bedarfsprognose

Kurzbeschreibung
Bei der Uni Münster wurden bisher nur private Bahncards erstattet, wenn sich diese vollständig amortisiert haben. Es sollten den Beschäftigten dienstlich beschaffte Bahncards auf Basis einer Bedarfsprognose zur Verfügung gestellt werden.
Beschreibung der Maßnahme
Für dienstliche Fahrten konnte bisher eine privat beschaffte Bahncard eingesetzt werden, um dienstliche Fahrtkosten zu reduzieren. Amortisierten sich die Kosten für die private Bahncard durch die eingesparten Ticket-Preise vollständig, wurden die Kosten für die Bahncard von der Uni Münster übernommen. Für dienstliche Vielfahrer sollte direkt im Vorfeld eine passende Bahncard Business von der Uni Münster zur Verfügung gestellt werden, sobald eine ausreichend dienstliche Nutzung prognostiziert wird. Die Wahl der passenden Bahncard (unterschiedliche Rabattierungsstufen) kann auf der Homepage der Deutschen Bahn abgeschätzt werden.
Mögliches Vorgehen
1. Anpassung Reiserichtlinie 2. Gezielte Bedarfsabfrage (Prognose) in den Fachbereichen
Relevante Akteure
Interne Akteure: • Mobilitätsmanagement, Personalrat, Beschaffungsstelle Externe Akteure: • -
Kosten
Investitionskosten: • - Betriebskosten:

- Beschaffung der dienstlichen Bahncards, welche sich über das Jahr allerdings amortisieren

Zeitliche Planung

- ☒ Kurzfristig
☐ Mittelfristig
☐ Langfristig

5.2.8 Anreize zur Nutzung alternativer Verkehrsmittel (Mobilität auf dem Arbeitsweg)

Kurzbeschreibung

Schaffen von Anreizen, die die Nutzung von alternativen Verkehrsmitteln (alles außer MIV) belohnen.

Beschreibung der Maßnahme

Die Nutzung von nachhaltigen Mobilitätsarten kann u.a. durch finanzielle Anreize gefördert werden. Dies könnte beispielsweise durch eine Mobilitätslotterie darstellen, welche Mitarbeiter:innen, die regelmäßig mit alternativen Verkehrsmitteln zur Arbeit fahren, belohnt. Eine mögliche Umsetzung könnte sein, die Mitarbeitenden in regelmäßigen Abständen (z.B. zwei wöchentlich) zu befragen, welches Verkehrsmittel sie an dem jeweiligen Tag für die Fahrt zur Arbeit (oder Dienstreise) genutzt haben. Ist das genutzte Verkehrsmittel ein Zweirad, ÖPNV oder eine Fahrgemeinschaft, könnte ein Gutschein oder Sachpreis überreicht werden. Eine weitere Möglichkeit wäre die Einbindung einer Challenge-App bzw. Mobility-Tracking App. Hierbei werden Punkte bei der Nutzung von nachhaltigen Verkehrsmitteln vergeben. Diese können anschließend für Gutscheine, Vergünstigungen etc. eingesetzt werden. Alternativ könnten die Punkte auch für karitative Zwecke eingesetzt werden.

Mögliches Vorgehen

1. Workshop zur Erarbeitung potenzieller Anreize
2. Tarifrechtliche und steuerliche Bewertung der erarbeiteten Maßnahmen

3. Beschäftigtenbefragung hinsichtlich der Akzeptanz der potenziellen Maßnahmen
Relevante Akteure
Interne Akteure: • Mobilitätsmanagement, Personalmanagement, Personalrat Externe Akteure: • Ggf. externer Berater zur Moderation des Workshops und Durchführung der Beschäftigtenbefragung
Kosten
Investitionskosten: • ggf. Kosten für externe Beratung in Höhe von ca. 5.000 € netto Betriebskosten: • Regelmäßige Kosten in Höhe der Bonus-Zahlungen an die Beschäftigten, die allerdings durch die Einsparungen im Bereich des Fuhrparks bzw. der Kostenerstattung der Privat-Pkw-Nutzung kompensiert werden
Zeitliche Planung
☐ Kurzfristig ☒ Mittelfristig ☐ Langfristig

5.2.9 Parkraummanagement

Kurzbeschreibung
Erweiterung des bereits bestehenden Parkraummanagements i.S. einer Regelung der Zufahrtsberechtigung für alle Parkflächen der WWU sowie Einführung einer Parkraumbewirtschaftung. Durch die Erweiterung bzw. Überarbeitung der Zufahrtsberechtigung soll eine bedarfsgerechte Stellplatzvergabe entstehen. Eine Parkraumbewirtschaftung würde eine gezielte Erhebung von Kosten für das Parken bedeuten. Somit wird die indirekte

Bezuschussung des Pkw abgeschafft und die Beschäftigten werden dazu motiviert, sich mit der Nutzung alternativer Verkehrsmittel zu befassen.

Beschreibung der Maßnahme

Die Einführung eines Parkraummanagements zählt zu den so genannten „Push“-Maßnahmen des Betrieblichen Mobilitätsmanagements. Hiermit wird das Ziel verfolgt, den begrenzten Parkraum effizient zu nutzen und dem Parken durch eine Parkraumbewirtschaftung einen Wert zu geben. Auf diese Weise wird auch auf die Pkw-Nutzung Einfluss genommen. So wird durch eine Bepreisung des Parkraums die Nutzung des Pkw verteuert und damit unattraktiver gemacht. Bei der Einführung eines Parkraummanagements sind folgende Fragen zu beantworten:

1. Auf welcher Grundlage sollen Parkberechtigungen vergeben werden?
2. Welcher Preis soll für die Nutzung erhoben werden?
3. Wie soll das Abrechnungsmodell ausgestaltet werden?

Nach folgenden Methoden könnten beispielsweise die Parkberechtigungen vergeben werden:

- *Erreichbarkeit mit alternativen Verkehrsmitteln* – Eine Parkberechtigung würden hierbei nur diejenigen erhalten, die keine adäquate Alternative zum Pkw auf dem Arbeitsweg haben.
- *Jobticket als Voraussetzung* - Es können lediglich die Beschäftigten eine Parkberechtigung erhalten, die bereits ein Jobticket bzw. 49 € Ticket erworben haben. Es steckt die Idee dahinter, dass der Besitz des Jobtickets ggf. dazu führt, dann den ÖPNV zu nutzen, wenn er schon bezahlt wurde.
- *Losverfahren* – Die begrenzte Anzahl der Stellplätze entspricht der Anzahl der Lose. In einem definierten Intervall (z.B. jährlich) werden die Zugangsberechtigungen per Los vergeben.
- *Kriterienkatalog* – Auf der Grundlage von mehreren Kriterien, wie Entfernung zum Arbeitsort, Erreichbarkeit mit alternativen Verkehrsmitteln, Möglichkeit des mobilen Arbeitens, Pflegebedürftigkeit von Angehörigen und/oder Kinderbetreuung werden Punkte vergeben. Hieraus ergibt sich eine

Reihenfolge, nach der die Stellplätze für einen definierten Zeitraum vergeben werden.

Die Bepreisung könnte anhand folgender Überlegungen folgen:

- *In Anlehnung an die örtlichen Parkkosten* – Die Preise für die Stellplätze entsprechen den durchschnittlichen Parkgebühren der öffentlichen Parkplätze/-häuser in räumlicher Nähe
- *Örtliche Parkgebühren plus Aufschlag für nachhaltige Mobilität* – Auch hier werden die örtlichen Parkgebühren einbezogen. Diese werden dann mit einem Aufschlag versehen, der für die Finanzierung von nachhaltiger Mobilität (z.B. Bau von Fahrradabstellanlagen) eingesetzt wird.

Diese beispielhaften Abrechnungsmodelle könnten diskutiert werden:

- *Monatliche Zahlung eines festen Betrags* – Ein fester Betrag (z.B. 80 €) wird für eine Parkberechtigung jeden Monat eingezogen. Dies geschieht unabhängig von der Häufigkeit des Parkens.
- *Nutzungsabhängige Abrechnung* – Für jede Nutzung eines Stellplatzes wird ein definierter Betrag fällig. Dieser kann auf Tagesbasis (z.B. 4 € pro Tag) oder auch Halbtagesbasis berechnet und entrichtet werden.

Durch die Einführung einer Parkraumbewirtschaftung ist auszugehen, dass eine Verlagerung der Verkehrsmittel vom Pkw zu nachhaltigen Verkehrsmitteln stattfindet. Die so freiwerdenden Pkw-Stellplätze könnten daher umgewidmet werden, um mehr Platz für attraktive Zweiradabstellanlagen zu schaffen.

Mögliches Vorgehen

1. Abstimmung der Zugangskriterien (z.B. Erarbeitung eines Kriterienkatalogs)
2. Definition der Stellplatzbepreisung
3. Prüfung und ggf. Nachrüstung von Zufahrtsregulierung / Schrankenanlagen
4. Ggf. Einbindung eines Dienstleisters für die Abrechnung der Stellplatznutzung

Relevante Akteure

Interne Akteure: • Mobilitätsmanagement, Personalrat, Beschaffungsstelle, Gebäudemanagement Externe Akteure: • Ggf. externer Berater zur Moderation des Prozesses
Kostenabschätzung
Investitionskosten: • Kosten für Schrankenanlagen ca. 3.000 €, Installation und Montage 2.000 € Betriebskosten: • Betrieb der Zugangstechnik ca. 200 € pro Jahr, Nutzung einer Parkraumdispositionslösung für 5 € pro Stellplatz je Monat
Zeitliche Planung
☐ Kurzfristig ☒ Mittelfristig ☐ Langfristig

5.2.10 Erarbeitung Kommunikationsbausteine

Kurzbeschreibung
Erarbeitung von Kommunikationsbausteinen, um die bestehenden und neuen Mobilitätsangebote und Anreize an die Beschäftigten und Studierenden zu kommunizieren.
Beschreibung der Maßnahme
Die Mitarbeiter:innen und Student:innen sollten regelmäßig über die Mobilitätsangebote bzw. Anreize in Kenntnis gesetzt bzw. motiviert werden, auf einen nachhaltigen Mobilitätsmix umzusteigen. Es ist wichtig die Zielgruppen gut zu informieren und eventuelle Hemmnisse gegenüber der Nutzung neuer Angebote gar nicht erst entstehen zu lassen oder abzubauen. Es können hierbei bereits etablierte interne Kommunikationskanäle genutzt werden, wie z.B. Schwarzes Brett, Intranet, Newsletter, Info-Beilagen. Die Erfahrung zeigt, dass eine reine passive Information

von Angeboten zwar wahrgenommen werden, allerdings das Potenzial für den Veränderungsprozess (Change-Management) und anschließender Verstetigung noch gesteigert werden kann.

Eine mögliche Herangehensweise wäre, zunächst die unterschiedlichsten Kommunikationswege und -möglichkeiten zum Beispiel in einem Kommunikationsworkshop zu sammeln. Auch die Ableitung von Best-Practice-Beispiele, welche sich bereits in der Praxis bewährt haben, ist sinnvoll. Anschließend können die gefundenen Kommunikationsbausteine mit Hilfe von Kriterien (z.B. Aufwand und möglicher Erfolg) von den Workshopteilnehmer:innen bewertet und priorisiert werden. Der Erfolg der Kommunikation bzw. der Erfolg der Maßnahmen sollte durch regelmäßige Beschäftigtenbefragungen evaluiert und ggf. nachgesteuert werden.

Mögliches Vorgehen

1. Konzeption und Durchführung Kommunikationsworkshop (ggf. externer Berater)
2. Erstellung eines Zeit- und Handlungsplan zur Umsetzung der Kommunikation

Relevante Akteure

Interne Akteure:

- Mobilitätsmanagement, Personalrat, Personalmanagement, ggf. Öffentlichkeitsarbeit

Externe Akteure:

- ggf. Beratungsunternehmen

Kosten

Investitionskosten:

- Kosten in Abhängigkeit der Kommunikationsmaßnahmen
- Kosten für externe Beratung ca. 6.000 € netto

Betriebskosten:

- -

Zeitliche Planung

- ☒ Kurzfristig
- ☐ Mittelfristig
- ☐ Langfristig

5.2.11 Prüfung und Verbesserung der Zweiradinfrastruktur

Kurzbeschreibung
Prüfung und Ausbau der bereits bestehenden Zweiradinfrastruktur an allen Standorten. Durch die Maßnahme werden die Rahmenbedingungen für die Nutzung von Zweirädern auf dem Arbeitsweg und Dienstfahrten geschaffen.
Beschreibung der Maßnahme
Es sollten alle Standorte der WWU hinsichtlich einer attraktiven Zweiradinfrastruktur evaluiert und gegebenenfalls nachgerüstet werden (vgl. auch Standortanalyse). Dies würde z.B. überdachte und sichere Zweiradabstellanlagen mit praktikablen Anlehnbügel in ausreichender Anzahl bedeuten. Eine entsprechende Lademöglichkeit für Pedelecs sollte in einer definierten Anzahl bereitgestellt werden. Aber auch Luftpumpen und geeignetes Werkzeug sollten dauerhaft an allen Standorten zur Verfügung stehen. Dadurch können die Beschäftigten kleine Reparaturen / Einstellungen an den Zweirädern selbst durchführen. Des Weiteren sollten in der Nähe der Abstellanlagen Umkleidemöglichkeiten mit Spinten geschaffen werden, um den Mitarbeiter:innen eine Möglichkeit zu bieten, nass gewordene Kleidung zu wechseln oder zum Trocknen aufzuhängen. Zudem sollten die Zufahrten an den Standorten auf Zweiradtauglichkeit geprüft und die Zufahrtswege im Winter geräumt werden. Des Weiteren sollten bestehende Abstellanlagen regelmäßig auf sog. «Fahrradleichen» geprüft werden und besitzlose Zweiräder entfernt werden.
Mögliches Vorgehen
1. Detaillierte Standortanalyse aller (weiteren) Standorte (Checkliste) 2. Definition des Investitionsbedarfs 3. Bau der Abstellanlagen

Relevante Akteure
Interne Akteure: • Mobilitätsmanagement, Personalrat, Gebäudemanagement Externe Akteure: • Anbieter von Fahrradabstellanlagen
Kosten
Investitionskosten: • Eine überdachter Fahrradabstellplatz kann grob mit 625 - 1.700 € kalkuliert werden¹⁴ • Kosten stark abhängig vom jeweiligen Änderungsumfang Betriebskosten: • keine
Zeitliche Planung
☒ Kurzfristig ☐ Mittelfristig ☐ Langfristig

5.2.12 Zertifizierung als fahrradfreundlicher Arbeitgeber

Kurzbeschreibung
Nachdem die o.g. Maßnahmen hinsichtlich einer attraktiven Zweiradinfrastruktur umgesetzt wurden, könnte sich die Uni Münster als fahrradfreundlicher Arbeitgeber zertifizieren lassen.
Beschreibung der Maßnahme
Um als attraktiver Arbeitgeber sowohl für bestehendes Personal als auch für Bewerber:innen zu gelten, sollte sich die Uni Münster als fahrradfreundlicher Arbeitgeber zertifizieren lassen. Eine gute Zweiradinfrastruktur kann die Motivation

¹⁴ <https://www.fahrrad-fit.de/default.asp?Menuue=254>

steigern, im Rahmen der dienstlichen Mobilität sowie der Beschäftigtenmobilität das Zweirad als Verkehrsmittel zu nutzen. Neben der Einsparung von CO₂ ergeben sich gesundheitliche Vorteile für die Beschäftigten. Die Zertifizierung sollte zeitlich stattfinden, nachdem die Maßnahmen zur Verbesserung der Zweiradinfrastruktur umgesetzt wurden. Dadurch könnte ein besseres Ranking erreicht werden. Es empfiehlt sich vor der Zertifizierung eine Selbstevaluation auf der Grundlage der Checkliste des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Clubs (ADFC) (<https://www.adfc.de/artikel/fahrradfreundlicher-arbeitgeber>) durchzuführen.

Angeboten wird die Zertifizierung vom ADFC. Nach erfolgreicher Zertifizierung erhält man ein EU-weit gültiges Zertifikat, welches drei Jahre gültig ist.

Mögliches Vorgehen

1. Selbstevaluation
2. Ggf. Umsetzen weiterer Zweirad-Maßnahmen an den Standorten
3. Anmeldung und Durchführung der Zertifizierung (Audit)
4. Interne Information / Öffentlichkeitsarbeit

Relevante Akteure

Interne Akteure:

- Mobilitätsmanagement, Personalrat, Gebäudemanagement

Externe Akteure:

- ADFC

Kosten

Investitionskosten:

- Kosten sind abhängig von Anzahl der Beschäftigten und Standorte

Betriebskosten:

- Ggf. laufende Kosten für Logonutzung

Zeitliche Planung

- ☐ Kurzfristig
☒ Mittelfristig
☐ Langfristig

5.2.13 Fahrradsicherheitstraining

Kurzbeschreibung
Durchführung eines Fahrradsicherheitstrainings, um durch erhöhte Sicherheit die Akzeptanz für Zweiradmobilität zu erhöhen.
Beschreibung der Maßnahme
Die Sicherheit im Straßenverkehr ist insbesondere für Zweiradfahrer:innen wichtig. Viele Beschäftigte trauen sich nicht das Zweirad zu nutzen, weil sie Angst im Straßenverkehr haben oder schon lange nicht mehr mit dem Rad gefahren sind bzw. in den vergangenen Jahren das Fahrrad nur noch als Freizeitgerät auf Nebenstrecken genutzt haben. Hier helfen gezielte Schulungen z.B. in Form von freiwilligen Verkehrssicherseminaren oder Fahrsicherheitsübungen für Beschäftigte, die sich mit dem Zweirad unsicher im (Berufs-)Verkehr fühlen. In den Trainings sollten insbesondere folgende Fähigkeiten vermittelt werden: • Beherrschung des Zweirads in kritischen Situationen, insbesondere bei geringen Geschwindigkeiten • Besonderheiten des Elektrofahrrads, insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten • Sicherheitsausstattungen am Rad und an der Kleidung (inkl. Helm) • Wirkung aktiver und passiver Beleuchtung unterschiedlicher Ausprägungen • Tipps für die richtige Streckenwahl • Ergonomie (richtiges Sitzen auf dem Fahrrad) Die Maßnahme sollte durch begleitetes Fahren in den ersten Wochen nach den Trainings ergänzt werden. Das bedeutet, dass freiwillige Radfahrer:innen mit guter Zweiraderfahrung die Neu-/Wiedereinsteiger begleiten und vermitteln dadurch sowohl ein Sicherheitsgefühl als auch geeignete Strecken.

Mögliches Vorgehen
1. Ansprache der externen Akteure 2. Ggf. Abfrage des Bedarfs über Online-Beschäftigtenumfrage 3. Vorbereitung und Durchführung der internen Kommunikation (Werbung) 4. Anmeldemanagement 5. Durchführung Fahrradsicherheitstraining
Relevante Akteure
Interne Akteure: • Mobilitätsmanagement, Personalrat, Beschaffungsstelle Externe Akteure: • z.B. ADFC, DVR
Kosten
Investitionskosten: • Schulungskosten bei o.g. Akteuren auf Anfrage Betriebskosten: • keine
Zeitliche Planung
☐ Kurzfristig ☒ Mittelfristig ☐ Langfristig

5.2.14 Fahrgemeinschaftstool

Kurzbeschreibung
Die Bildung von Fahrgemeinschaften kann auch mittels Softwareunterstützung gefördert werden. Fahrgemeinschaftsbörsen schaffen die Möglichkeit, dass Nutzer:innen einfach zusammenfinden, um Fahrgemeinschaften zu bilden.
Beschreibung der Maßnahme

Moderne Fahrgemeinschaftsbörsen bieten den Nutzenden die Möglichkeit unkompliziert andere Personen zu finden, die ebenfalls bereit sind, Fahrgemeinschaften zu bilden. In einfachen Varianten können die Nutzer:innen die Plattform nutzen, um die gewünschte Fahrtstrecke sowie -zeiten zu hinterlegen, so dass diese Informationen für andere Personen eingesehen werden kann. Bei passenden Strecken und Zeiten können die Personen eine Fahrgemeinschaft bilden.

Dynamische Fahrgemeinschaftsbörsen führen Personen automatisiert zusammen, bei denen Strecken (auch Teilstrecken) und Zeiten zueinander passen. Hierbei werden bewusst "dynamische" Fahrgemeinschaften gebildet, d.h. dass an unterschiedlichen Tagen zusammen mit unterschiedlichen Personen gefahren wird.

Fahrgemeinschaftsbörsen können darüber hinaus auch Funktionen, wie die Bewertung von Mitfahrer:innen, Verknüpfung mit dem ÖPNV-Angebot sowie Kostendarstellungen bieten. Auf Basis der Kostendarstellung könnte dem/der Fahrer:in eine Aufwandsentschädigung gezahlt werden.

Mögliches Vorgehen

1. Vorstellung von unterschiedlichen Fahrgemeinschaftstools
2. Erstellung eines Anforderungskatalogs
3. Ausschreibung und Einführung eines Tools

Relevante Akteure

Interne Akteure:

- Mobilitätsmanagement, Personalrat, Beschaffungsstelle

Externe Akteure:

- -

Kosten

Investitionskosten:

- Kosten für die Implementierung eines Tools ca. 2.000 €

Betriebskosten:

- Laufende Lizenzkosten für die Bereitstellung ca. 80 bis 150 € pro Monat

Zeitliche Planung
☒ Kurzfristig ☐ Mittelfristig ☐ Langfristig

5.2.15 Sonderkonditionen für Radstationen

Kurzbeschreibung
Verhandlung von Sonderkonditionen für das regelmäßige Abstellen von Privaträdern bzw. Diensträdern an Radstationen für Beschäftigte und Studierende.
Beschreibung der Maßnahme
13% der Beschäftigten und 23% der Studierenden nutzen lt. Umfrage bereits den ÖPNV auf dem Weg in die Uni. Der Weg von zuhause zum Bahnhof Münster stellt für weiter entfernt wohnende Beschäftigte bzw. Studierende nur einen Teil der Strecke zu den Gebäuden der Uni Münster dar. Um die letzte Meile vom Bahnhof zur Uni zurückzulegen, könnten private Zweiräder an der Radstation am Bahnhof sicher eingeschlossen werden. Um diese Option attraktiver zu gestalten, sollte die Uni Münster mit Anbietern der Radstationen Sonderkonditionen verhandeln. Neben den Privat-Fahrrädern könnten bei Bedarf auch Dienstfahrräder an der Radstation eingeschlossen werden und Fahrten mit dem ÖPNV zurückgelegt werden.
Mögliches Vorgehen
1. Abfrage nach dem Bedarf des regelmäßigen Abstellens der Zweiräder an Radstationen 2. Verhandlung mit Anbietern der Radstationen über Sonderkonditionen 3. Information an die Beschäftigten und Studierende
Relevante Akteure
Interne Akteure: • Mobilitätsmanagement, Personalrat, Beschaffungsstelle Externe Akteure: • Anbieter der Radstationen

Kosten
Investitionskosten: • Abhängig von Sonderkonditionen Betriebskosten: • Abhängig von Sonderkonditionen
Zeitliche Planung
☒ Kurzfristig ☐ Mittelfristig ☐ Langfristig

Im Rahmen des Projektes, insbesondere in den Interviews und im Workshop gab es zudem weitere Überlegungen, die bei der Umsetzung mit betrachtet werden sollten. Diese werden nachfolgend kurz beschrieben:

Nicht nur zur Verankerung und Verstetigung bereits umgesetzter Maßnahmen, sondern auch zur Vorbereitung und Planung umfassender Maßnahmen könnten regelmäßige Treffen mit externen Akteuren (z.B. benachbarte Unternehmen, Mobilitätsdienstleister) nützlich sein. Gemachte Erfahrungen und Best-Practice-Beispiele könnten somit zu Nachahmung anregen und dabei helfen, mögliche Einstiegshürden zu umgehen. Benachbarte Unternehmen, Verkehrsbetriebe, Stadtverwaltung und Stadtwerke eignen sich hierfür gut für einen regelmäßigen Erfahrungsaustausch. In diesem Zuge könnten auch übergreifende Ideen wie z.B. die Uni-Ringlinie diskutiert werden. Die regelmäßigen Treffen bzw. Netzwerkarbeit sollte vom Mobilitätsmanagement koordiniert werden.

Hinsichtlich einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes ist zudem eine interne Debatte über den Umgang mit Dienstreisen und insbesondere Flügen zu führen. Es sollte hierzu eine möglichst klare Richtlinie hinsichtlich der Verkehrsmittelwahl geben. In der Mobilitätsrichtlinie sind nicht nur die Mobilitätsangebote zu beschreiben, sondern mittels eines Entscheidungsdiagramm zu unterstützen, das für den jeweiligen Fall „beste“ Verkehrsmittel zu wählen. Die oben beschriebene Maßnahme zur Einführung einer Reiseplanungssoftware unterstützt diesen Prozess. In diesem Zuge wäre der Umgang mit Flugreisen auf den Prüfstand zu stellen.

6 Zusammenfassung

In diesem abschließenden Kapitel sollen die zentralen Ergebnisse des Projektes zusammengefasst werden. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit sich schnell einen Überblick über die Inhalte und Ergebnisse zu verschaffen.

Als Grundlage für die zu erarbeitenden Maßnahmen wurden zunächst umfassende Analysen durchgeführt. Hierzu zählten eine Standortanalyse, eine Beschäftigten- und Studierendenbefragung, eine Wohnstandort- und Erreichbarkeitsanalyse, eine Prozessanalyse sowie eine Fahrdatenanalyse.

Im Rahmen der **Standortanalyse** wurden sechs Cluster mit Universitätsgebäuden in Münster hinsichtlich ihrer Erreichbarkeit und der vorhandenen Mobilitätsangebote untersucht. Betrachtet wurden hierbei die Standorte „Fliednerstraße/Medizin“, „Schloss/Hüfferstraße/Robert-Koch-Straße“, „Innenstadt“, „Scharnhorststraße“, „Naturwissenschaftliches Zentrum“ sowie „Leonardo-Campus/Horstmarer Landweg“. Die ausgewählten Cluster befinden sich in der Nähe zueinander und erstrecken sich über das Stadtgebiet von Münster, hierbei liegen sie zumeist innenstadtnah. Auffällig sind die weitgehend flache Topographie und die fahrradfreundliche Infrastruktur. Hinsichtlich der Zweiradmobilität fiel auf, dass zu Stoßzeiten ein hoher Parkdruck bei den Fahrrädern vorherrscht, die Standards der Abstellanlagen (z.B. Überdachung, Abstellbügel) unterschiedlich und nur zum Teil Dusch- und Umkleidemöglichkeiten vorhanden sind. Vereinzelt herrscht für Pkw ein gewisser Parkdruck an den Standorten. Lademöglichkeiten für E-Pkw gibt es bisher nur wenige, dafür sind die Standorte grundsätzlich gut an den ÖPNV angeschlossen.

An der vom 20.06. bis 11.07.2022 durchgeführten **Beschäftigten- und Studierendenbefragung** haben sich 5.055 (9,7%) Teilnehmer:innen eingebracht. 58% der Befragten wohnen in einer Entfernung von bis zu fünf Kilometern. Der Radanteil im erfragten Modal Split beträgt bereits 49% (43% Beschäftigte, 54% Studierende). Der Anteil der Pkw-Nutzung liegt lediglich bei 15%. Hier könnten sich grundsätzlich 52% eine ÖPNV-Nutzung und 37% eine Zweirad-Nutzung vorstellen. Beim ÖPNV müssten sich allerdings die Rahmenbedingungen (Taktung, Anbindung und Kosten) verbessern. Bei der Zweiradmobilität besteht der Wunsch nach besserer

Infrastruktur. 20% könnten sich auch die Nutzung von Fahrgemeinschaften vorstellen. Das Interesse am Thema Elektromobilität scheint zuzunehmen.

Es wurde eine **Wohnstandort und Erreichbarkeitsanalyse** für fünf Standorte durchgeführt. Hierbei sollten die theoretischen Potenziale der alternativen Verkehrsmittel auf den Arbeitswegen dargestellt werden. Bei dieser Betrachtung schneidet das Pedelec im Zeitvergleich bis ca. 10 km Fahrstrecke sehr gut ab und ist standortübergreifend häufig das schnellste Verkehrsmittel. Das kostengünstigste Verkehrsmittel im Nahbereich sind die Fahrräder. Sonst stellen der ÖPNV bzw. die Fahrgemeinschaft die günstigsten Verkehrsmittel dar. Der Umweltverbund sorgt für die meiste CO₂-Einsparung, im Bereich bis 10 km das Fahrrad bzw. Pedelec, im Bereich von 10-15 km sind besonders E-Roller dominant. Im direkten Zeitvergleich Pkw / Pedelec, ist das Pedelec meist schneller oder neutral gegenüber dem Pkw. Erst im Bereich 5 – 10 km ist der Pkw meist etwas schneller.

Mittels Interviews mit unterschiedlichen Personengruppen wurde weiterhin eine **Prozessanalyse** durchgeführt. Auf diese Weise sollte die Ist-Situation der betrieblichen Mobilität weiter beleuchtet werden. Die hier gewonnen Informationen wurden in den Handlungsfeldern „Zweiradmobilität“, „Dienstwagen/Privat-Pkw“, „ÖPNV“, „Kommunikation“ und „Dienstreisen“ zusammengetragen. Neben Informationen zur Ist-Situation wurden auch erste Optimierungsansätze besprochen. So wurden hier beispielsweise potenzielle Maßnahmen, wie die Einführung einer Parkraumbewirtschaftung und eine Kommunikationsstrategie diskutiert.

Für insgesamt 43 Dienstfahrzeugen (Pkw, Vans, Transporter) an neun Standorten wurde weiterhin eine **Fahrdatenanalyse** durchgeführt. Standortübergreifend können jeweils um die 90% der täglich gefahrenen Strecken der untersuchten Fahrten elektrifiziert werden, da sie unter 200 km Fahrleistung liegen. Unter Berücksichtigung der zurückgelegten Entfernung (bis zu 10 Kilometer) wären an den einzelnen Standorten zwischen 19% und 64% der Fahrten sogar Pedelec-tauglich. Es wurde ebenfalls aufgezeigt, dass die Fahrzeuge im Durchschnitt weniger als 1-mal pro Tag eingesetzt werden. (z.B. Leonardo Campus: Pkw 0,6-mal). Am größten Fahrzeugstandort, dem Leonardo Campus, verdeutlichte die Auslastungsanalyse mit Hilfe von Tageslastkurven, dass über alle Fahrzeugklassen ein relevantes

Optimierungspotenzial existiert. Von den 31 ausgewerteten Fahrzeugen waren durchschnittlich lediglich ca. 11 Fahrzeuge gleichzeitig im Einsatz.

Zur Erstellung eines **Elektromobilitätskonzeptes** wurde für den Fuhrpark der WWU ermittelt, dass 81% der Dienstfahrzeuge (33 Einheiten) fossil betrieben werden. Diese sind gleichzeitig für 92% des gesamten CO₂-Ausstoßes verantwortlich. Bei einer sofortigen Elektrifizierung des gesamten Fuhrparks kann der CO₂-Ausstoß um 47 Tonnen auf 62 Tonnen gesenkt werden, dies entspricht einer Einsparung von 43%. Aufgrund der geringen Fahrleistung und der Möglichkeit den Akku nachts vollständig nachzuladen, können die Fahrzeuge mit einer mittleren Batteriekapazität (Reichweite bis max. 300 km) ausgestattet werden, was im Gegensatz zu Fahrzeugen mit hohen Reichweiten zu einem geringeren CO₂-Ausstoß bezogen auf den Lebenszyklus führt. Durch die Zusammenlegung ergaben sich für den gesamten Fuhrpark der WWU sieben Adressen mit Lademöglichkeiten.

Eine weitere Wohnstandortanalyse der Beschäftigten ergab, dass 59% (n=1684) der Beschäftigten eine Möglichkeit zum Laden an einer privaten Ladeinfrastruktur (Heimladen) haben könnten. Das Laden an der WWU wäre somit für 41% (n=1185) der Beschäftigten eine Möglichkeit als Alternative zum halb-/öffentlichen Laden.

Im Zusammenhang der technische Aspekte der Ladeinfrastruktur wurden die berechneten Werte für jeden Standort und für jede Nutzungsgruppe im Anschluss in einem Standortbewertungsbogen zusammengefasst. Für den vorgestellten Standort „Parkhaus Domagstraße“ ergibt sich demnach ein Bedarf von acht Ladepunkten für die Dienstwagen, welche einen Mindestladeleistungsbedarf von 9 kW in der Nacht haben. Die Beschäftigten haben 2035 einen Ladeleistungsbedarf von 210 kW verteilt auf 28 Ladepunkte. In der maximalen Ausbaustufe erhöht sich der Bedarf auf 57 Ladepunkte, welche eine Leistung von 424 kW bereitstellen müssen. Die Studierenden wurden nicht gesondert betrachtet und nutzen die LIS der Beschäftigten in der Nacht.

In der Folge dieser technischen Aspekte wurden weiterhin die unterschiedlichen Rollen im Zusammenhang mit dem Betrieb der Ladeinfrastruktur beschrieben und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung ausgesprochen.

Aufbauend auf den Analyseergebnissen wurde mit den Teilnehmenden der Arbeitsgruppe ein halbtägiger **Online-Maßnahmenworkshop** durchgeführt. In diesem

wurden in den Handlungsfeldern „Dienstliche Mobilität“, „Anreize“ und „Mitarbeiter:innen-Mobilität: Infrastruktur und Angebote“ potenzielle Maßnahmen erarbeitet, bewertet und priorisiert. Im Handlungsfelde „Dienstliche Mobilität“ wurden die Maßnahmen „Pedelegs, Lastenräder und Falträder im Fahrzeugpool“, „Einführung einer Dispositionssoftware“ und „Bedarfsgerechte Ausgestaltung des Fuhrparks unter Berücksichtigung des öffentlichen CarSharings“ hoch priorisiert. Bei den „Anreizen“ wurde sich für eine Umsetzung von Maßnahmen, wie „Erarbeitung von Kommunikationsbausteinen“, „Jobtickets: Mitnahmeregelungen nachverhandeln“, „Überarbeitung der Vergabe der Parkraumplaketten“ sowie „Bereitstellung von BahnCards“ ausgesprochen. Als „Angebote und Infrastruktur der Mitarbeiter:innen-Mobilität“ wurden beispielsweise die „Prüfung und Ergänzung der Zweiradinfrastruktur“, „Fahrgemeinschaftstools“ und Ladeinfrastruktur für Pedelegs“ priorisiert.

Mit den **Maßnahmensteckbriefen** im Abschnitt 5.2 wurden die wichtigsten Maßnahmen detailliert beschrieben, so dass eine Umsetzungsentscheidung getroffen werden kann.

Literatur- & Quellenverzeichnis

- ADAC. (22. Juli 2020). <https://presse.adac.de/>. Abgerufen am 18. Mai 2022 von <https://presse.adac.de/meldungen/adac-ev/technik/ladeverlust.html>
- ADAC. (25. August 2021). www.adac.de. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/mercedes-benz/mercedes-glc-fuel-cell/>
- ADAC. (25. 10 2022). Von https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/autokosten/elektroauto-kostenvergleich/?utm_source=instagram&utm_medium=social_paid&utm_campaign=kor_emob&utm_content=link_ad&utm_term=kostenvergleich abgerufen
- ADAC. (30. Juni 2022). www.adac.de. Abgerufen am 29. Juli 2022 von <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/stromverbrauch-elektroautos-adac-test/>
- Allianz für nachhaltige Beschaffung. (Dezember 2015). www.nachhaltige-beschaffung.info. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.nachhaltige-beschaffung.info/DE/DokumentAnzeigen/dokument-anzeigen.html?view=knbdownload&view=knbdownload&idDocument=1075>
- Alvarez, R., Zavala-Araiza, D., Lyon, D., Allen, D., Barkley, Z., Brandt, A., . . . Hamburg, S. (21. Juni 2018). www.science.org. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aar7204>
- Autohaus. (13. September 2021). www.autohaus.de. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.fuhrpark.de/premiere-2023-vw-entwickelt-plug-in-hybride-weiter>
- Baur, M., Drayß, J., Gehring, M., & Rist, M. (Dezember 2018). Abschlussbericht Elektromobilitätskonzept Stadt Vilsbiburg. Freiburg im Breisgau. Abgerufen am 23. März 2022 von https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK271-Abschlussbericht%20Elektromobilit%C3%A4tskonzept%20Stadt%20Vilsbiburg%20%28002%29.pdf

- Bönnighausen, D. (8. November 2017). *https://www.electrive.net/*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von *https://www.electrive.net/2017/11/08/stadt-aachen-beschafft-15-neue-elektroautos/*
- Buchenau, M.-W. e. (2021). *Auslaufmodell Plug-in-Hybrid – Elektroautos setzen sich schneller durch als erwartet*. Abgerufen am 20. März 2022 von *https://www.handelsblatt.com/mobilitaet/elektromobilitaet/autoindustrie-auslaufmodell-plug-in-hybrid-elektroautos-setzen-sich-schneller-durch-als-erwartet/27674006.html*
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (2021). *https://www.bafa.de*. Abgerufen am 27. Oktober 2022 von *https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=5*
- Bundesministerium für Digitals und Verkehr. (16. März 2022). *https://www.bmvi.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von *https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/clean-vehicles-directive.html*
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (14. Dezember 2020). *https://www.now-gmbh.d*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von *https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2021/01/BAnz-AT-24.12.2020-B3.pdf*
- Cambio. (2021). *Tarife in Saarbrücken*. Abgerufen am 17. Mai 2021 von *https://www.cambio-carsharing.de/cms/carsharing/de/1/cms_f2_128/cms_f4_2/cms?cms_knschluesel=TARIFE*
- Connect, M. (o.J.). *Siegeszug des reinen e-Motors wird nicht kommen*. Abgerufen am 15. März 2022 von *https://www.produktion.de/nachrichten/unternehmen-maerkte/experten-siegeszug-des-reinen-e-motors-wird-nicht-kommen-120.html*
- dena. (o.J.). *Alternative Antriebe führen ans Ziel*. Abgerufen am 19. März 2022 von *https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/mobilitaet/kraftstoffe-technologien/*

- Deutsche Umwelthilfe. (19. November 2020). *www.duh.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von FAQs on methane emissions from the gas industry: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energie/FAQ_Methanemissionen_EN.pdf
- Deutschland, R. (2021). *Regierungskommission: 14 Millionen E-Autos bis 2030 nötig*. Abgerufen am 20. März 2022 von <https://www.rnd.de/wirtschaft/regierungskommission-14-millionen-e-autos-bis-2030-notig-773bcd98-4e48-45a5-ac23-fd4ce68a34e1.html>
- dpa. (2021). *E-Auto-Prämie: Strengere Vorgaben für Plug-in-Hybride geplant*. Abgerufen am 21. März 2022 von <https://www.autohaus.de/nachrichten/politik/e-auto-praemie-strengere-vorgaben-fuer-plug-in-hybride-geplant-2934152>
- Drehmoment. (13. Juni 2022). *drehmoment.net*. Von <https://drehmoment.net/wp-content/uploads/vw-id-3-ladekurve-729x450.jpg> abgerufen
- e.V., Ö.-I. (2013). *Strombasierte Kraftstoffe im Vergleich – Stand heute und die Langfristspektive*. Abgerufen am 22. März 2022 von <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/strombasierte-kraftstoffe-im-vergleich-stand-heute-und-die-langfristperspektive/>
- e.V., Ö.-I. (2017). *Power-to-X: Strombasierte Kraftstoffe als Klimaschutzoption im Güterverkehr?* Abgerufen am 20. März 2022 von <https://de.slideshare.net/Oeko-Institut/powertox-strombasierte-kraftstoffe-als-klimaschutzoption-im-gterverkehr>
- Elektroauto-News. (2021). *Akku-Experte: „Auch 1000 Kilometer Reichweite sind möglich“*. Abgerufen am 21. März 2022 von <https://www.elektroauto-news.net/2021/akku-experte-1000-kilometer-reichweite-sind-moeglich>
- Frehn, M., Schröder-Dickreuter, S., & Scheer, J. (2019). *Integriertes Kommunales Elektromobilitätskonzept Solingen*. Dortmund/Bremen. Abgerufen am 23. März 2022 von https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK041_Solingen%20elektrisiert_X3.pdf

- GmbH, M. (o.J.). Kommunales Elektromobilitätskonzept für die Hansestadt und den Landkreis Lüneburg. Abgerufen am 23. März 2022 von https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK233_L%C3%BCneburg_final_%C3%B6ffentlich.pdf?msckid=a7b49e6aaa8f11ecbc64bb3c0aff1761
- GmbH, N. (2018). Umsetzungskonzept zur Elektromobilität in Hannover. Abgerufen am 23. März 2022 von https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK121_SB_Hannover_%C3%B6ffentlich.pdf?msckid=3415b9e6aa9411ec8129b6e17c0cb79c
- Harald Freiburger, W. J. (13. Juni 2022). *www.sueddeutsche.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.sueddeutsche.de/politik/tankrabatt-juni-streit-1.5602332?reduced=true>
- Heidelberg Wallbox. (13. Juni 2022). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.heidelberg-wallbox.eu/>
- Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. (01. 08 2020). *www.helmholtz.de*. Von <https://www.helmholtz.de/newsroom/artikel/wie-viel-co2-steckt-in-einem-liter-benzin/> abgerufen
- Holdenried, E. (2 12). *www.businessinsider.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von 2021: <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/vw-mercedes-co-verabschieden-sich-von-ihren-wasserstoff-traeumen-p7/>
- Holdenried, E. (2021). *VW, Mercedes & Co. verabschieden sich von ihren Wasserstoff-Träumen — das spricht gegen den H2-Antrieb*. Abgerufen am 19. März 2022 von <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/vw-mercedes-co-verabschieden-sich-von-ihren-wasserstoff-traeumen-p7/>
- Hope, M. (2014). *Explained: Fugitive methane emissions from natural gas production*. Abgerufen am 21. März 2022 von <https://www.carbonbrief.org/explained-fugitive-methane-emissions-from-natural-gas-production>
- Ifeu-Institut. (o.J.). *Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors*. Abgerufen am 13. März 2022 von https://www.ifeu.de/verkehrundumwelt/pdf/Renewability_III_Abschlussbroschue-re.pdf

Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. (1. Januar 2020). *emobil-umwelt.de*. Abgerufen am 18. Mai 2022 von <https://emobil-umwelt.de/index.php/ueber-diese-website>

Kasten, P. (23. März 2017). *www.sliedshare.net*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://de.slideshare.net/Oeko-Institut/powertox-strombasierte-kraftstoffe-als-klimaschutzoption-im-gterverkehr>

Kasten, P., Blanck, R., Loreck, C., & Hacker, F. (Oktober 2013). *www.oeko.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/strombasierte-kraftstoffe-im-vergleich-stand-heute-und-die-langfristperspektive/>

Lang, P. (8. September 2021). *auto-motor-und-sport.de*. Von <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/mercedes-entwicklung-phev-plug-in-hybrid-ende/> abgerufen

manager-magazin. (2019). <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/bild-1181147-1220633.html>. Abgerufen am 16. Mai 2022

Merten, C. F. (2021). *Premiere 2023: VW entwickelt Plug-in-Hybride weiter*. Abgerufen am 20. März 2022 von <https://www.fuhrpark.de/premiere-2023-vw-entwickelt-plug-in-hybride-weiter>

Micromatic. (15. Mai 2022). <https://www.micromatic.no>. Von <https://www.micromatic.no/produkter/billading/ladestasjoner/me1353401> abgerufen

Mobilitätswerk GmbH. (2019). *www.map.now-gmbh.de*. Abgerufen am 13. Juni 2022 von https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK233_L%C3%BCneburg_final_%C3%B6ffentlich.pdf

Mobilityhouse. (13. Juni 2022). <https://www.mobilityhouse.com>. Abgerufen am 25. Mai 2022 von https://www.mobilityhouse.com/de_de/juice-booster-2-swiss-traveller.html?channable=00be566964003030312d3031332d303030303030386

6&utm_campaign=billiger&utm_content=&utm_source=&utm_medium=&utm_term=

NOW GmbH. (13. Juni 2022). <https://www.now-gmbh.de>. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.now-gmbh.de/foerderung/foerderfinder/fahrzeuge-und-ladeinfrastruktur-fuer-kommunen/>

Öko-Institut e.V. (Oktober 2016). www.ifeu.de. Abgerufen am 13. Juni 2022 von https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Renewability_III_Abschlussbroschuere.pdf

Plank, W. (26. April 2021). www.elektroauto-news.net. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.elektroauto-news.net/2021/akku-experte-1000-kilometer-reichweite-sind-moeglich>

Pötscher, F., Winter, R., Pölz, W., Lichtblau, G., Schreiber, H., & Kutschera, U. (2014). www.umweltbundesamt.at. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0440.pdf>

Rogge, M., & Sinhuber, P. (2018). Elektrobusse für Offenbach. Abgerufen am 23. März 2022 von https://map.now-gmbh.de/sites/default/files/project_pdf/03EMK252_20180222_OVB_Elektrifizierungskonzept_Ergebnis%C3%BCberblick_%C3%B6ffentlich.pdf

Sorge, N.-V. (2017). *Die desaströse Energiebilanz des Wunderdiesels*. Abgerufen am 20. März 2022 von <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/elektroautos-wasserstoff-wunderdiesel-die-energiebilanz-a-1181147.html>

Sorge, N.-V. (1. Dezember 2017). www.manager-magazin.de. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/elektroautos-wasserstoff-wunderdiesel-die-energiebilanz-a-1181147.html>

statista. (27. 01. 2022). www.statista.de. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/484054/umfrage/durchschnittsverbrauch-pkw-in-privaten-haushalten-in-deutschland/> abgerufen

- statista.com. (01. Januar 2022). Abgerufen am 26. Juli 2022 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/246069/umfrage/laufleistung-privater-pkw-in-deutschland/>
- Tagesschau. (28. Januar 2022). [www.tagesschau.de](https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/antriebswende-verbrennerverbot-greenpeace-elektroautos-klimaziel-kfz-co2-emissionen-101.html). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/antriebswende-verbrennerverbot-greenpeace-elektroautos-klimaziel-kfz-co2-emissionen-101.html>
- Umweltbundesamt. (2014). *Ökobilanz alternativer Antriebe – Elektrofahrzeuge im Vergleich*. Wien. Abgerufen am 19. März 2022 von <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0440.pdf>
- Umweltbundesamt. (2022). *Emissionsdaten*. Abgerufen am 23. März 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#hbefa>
- Umweltbundesamt. (02. 08 2022). www.umweltbundesamt.de. Abgerufen am 03. 08 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split#personenverkehr>
- Watson. (29. Juli 2012). Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/vw-mercedes-co-verabschieden-sich-von-ihren-wasserstoff-traeumen-p7/>
- Watson. (2021). *VW-Chef erklärt in 2 Minuten, warum Wasserstoff-Autos keine Chance gegen E-Autos haben*. Abgerufen am 18. März 2022 von <https://www.watson.ch/digital/wissen/607939202-vw-chef-erklaert-warum-wasserstoffautos-keine-chance-gegen-e-autos-haben>
- Zeitung, S. (2019). *Warum Erdgas ein schlechter Ersatz für die Kohle ist*. Abgerufen am 16. März 2022 von <https://www.sueddeutsche.de/wissen/erdgas-heizung-methan-1.4655930?msclkid=328538a4aa9811ec9b0b61da936a6fff>
- Zhang, Y., Gautam, R., Pandey, S., Omara, M., Maasackers, J., Sadavarte, P., . . . Jacob, D. (20. April 2020). www.science.org. Abgerufen am 13. Juni 2022 von <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aaz5120>