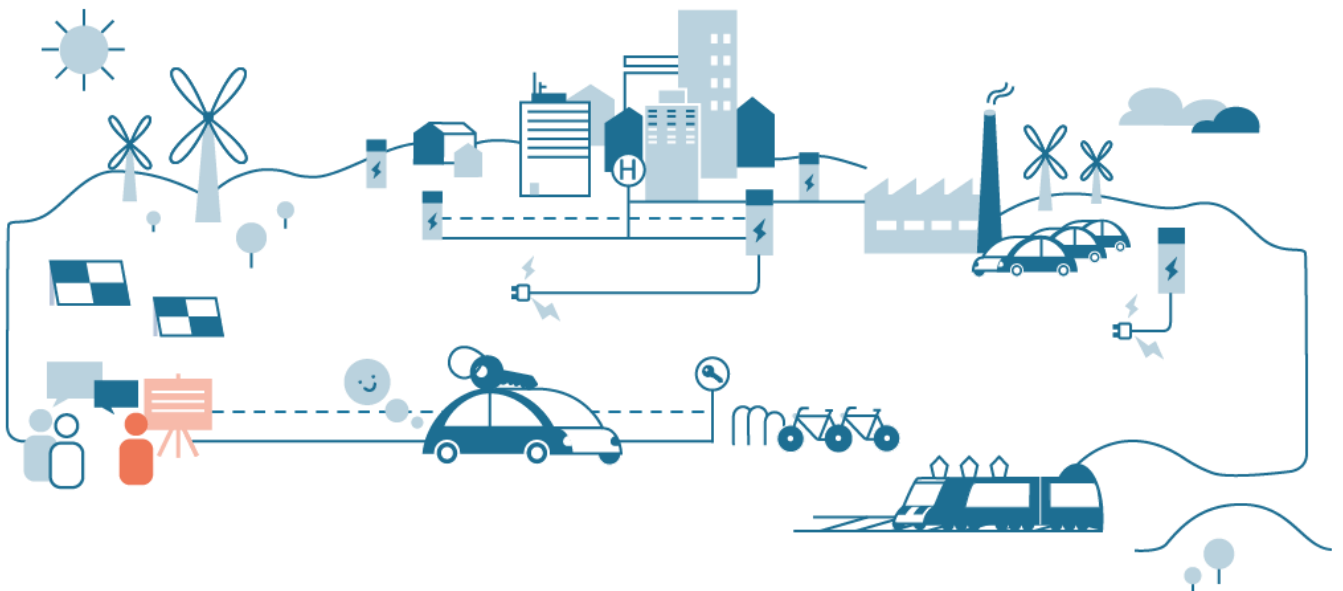




Elektromobilität in Emden: Erstellung einer Elektromobilitätsstudie



Stadt  EMDEN

 **STADTWERKE**
Emden

 **STADTVERKEHR**
Emden

 Mobilitätswerk GmbH


pwc

Auftraggeber: Stadt Emden

Ringstraße 38 b - 26721 Emden

Ansprechpartner

Herr Kinzel
Fachbereichsleiter
FB Stadtentwicklung u. Wirtschaftsförderung
+49 (0) 2187 1388
kinzel@emden.de

Herr Jann Gerdes
Projektleitung AG
FD Umwelt/Klimaschutzmanager
+49 (0) 2187 1505
jann.gerdes@emden.de

Hauptauftragnehmer: Mobilitätswerk GmbH

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

Ansprechpartner Mobilitätswerk GmbH

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

Frau Heike Schleussner
Projektmanagement
+49 (0) 351/27560669
h.schleussner@mobilitaetswerk.de

Unterauftragnehmer:

PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft

Friedrich-Ebert-Anlage 35 - 37
60327 Frankfurt am Main
www.pwc.com/de

Ansprechpartner: PwC

Dipl.-Wirt.-Ing. Maximilian Rohs
PwC | Senior Manager Infrastructure&Mobility
Phone: +492119814252
maximilian.rohs@pwc.com

Herr Hendrik Reinhardt (DE)
PwC | Senior Associate
+493419856225
hendrik.reinhardt@pwc.com



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



Projektträger:



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Zielstellung und Vorgehen	8
1.1 Durchgeführte Veranstaltungen und Beteiligungsformate.....	9
1.2 Projektpartner	10
2 Relevanz und Entwicklung der Elektromobilität.....	12
2.1 Fahrzeugabsatz.....	13
2.2 Praxistauglichkeit von E-Pkw	15
2.3 Marktüberblick.....	17
3 Gesamtüberblick und Status Quo in Emden	22
3.1 Charakterisierung der Stadt und der Region.....	22
3.2 Einfluss und Wirkung von VW für die weitere Entwicklung der Elektromobilität in der Region.....	26
3.3 Energie-, klima- und verkehrspolitische Zielstellungen	26
4 Elektrifizierungspotentiale des Emders Busverkehrs.....	32
4.1 Zukunftsfähiger ÖPNV für Emden	32
4.1.1 Bedarfsverkehre allgemein	33
4.1.2 Vorgehen und Anwendung in Emden	36
4.1.3 Möglichkeit der Umstellung in Emden	40
4.1.4 Zusammenfassung.....	44
4.2 Ausgangssituation für die Elektrifizierung der Emders ÖPNV-Flotte.....	47
4.2.1 Analyse der aktuellen Emders ÖPNV-Flotte	47
4.2.2 Analyse der Umläufe	49
4.3 Marktüberblick E-Busse	54
4.4 Elektrifizierungspotenzial	56
4.4.1 Buszüge.....	56
4.4.2 Standardbusse	57
4.4.3 Midibusse.....	58
4.4.4 Kleinbusse	59
4.4.5 Fahrzeuge für Bedarfsverkehre	59
4.4.6 Zwischenfazit	60
4.5 Kostenabschätzung.....	61
4.6 Zusammenfassung: Umstellungs- und Elektrifizierungsstrategie für den Emders ÖPNV 66	
5 Alternative Mobilitätslösungen.....	67
5.1 Elektromobile Verkehrsmittel	68
5.1.1 (E-)Carsharing	68
5.1.2 Elektrofahräder und Bikesharing	70
5.1.3 E-Scooter.....	73
5.2 Definition von Zielgruppen	75
5.2.1 Private Nutzer*innen	75
5.2.2 Touristische Nutzung.....	77
5.2.3 Betriebliche Nutzung.....	78
5.3 Standortpotentiale von alternativen Mobilitätslösungen	81
6 Quartiersplanung Conrebbersweg	88
6.1 Stadtteil Conrebbersweg.....	88

6.2	Neubauquartier Conrebbersweg	89
6.2.1	Pkw- und ruhender Verkehr im Quartier	90
6.2.2	Radverkehr: Infrastruktur und Abstellanlagen	92
6.2.3	Lastenradverleih.....	94
6.2.4	Carsharing.....	95
6.2.5	Bedarfsverkehr	96
6.2.6	Elektromobilität und Ladeinfrastruktur (LIS)	98
7	Elektromobilität in der lokalen Wirtschaft	99
7.1	Befragung der Unternehmen in Emden	100
7.1.1	Charakterisierung der Unternehmen nach Umsetzungsgrad der Elektromobilität	100
7.1.2	Vor- und Nachteile von E-Mobilität aus Sicht der befragten Unternehmen.....	103
7.1.3	Unterstützungsbedarfe seitens der öffentlichen Hand.....	105
7.2	Handlungsleitfaden zum Vorgehen bei der Elektrifizierung von Gewerbeflotten	107
7.2.1	Warum ist E-Mobilität für Unternehmen relevant?.....	107
7.2.2	Wie kann bei der Fuhrparkelektrifizierung vorgegangen werden?	111
7.2.3	Welche Beispiele in Emden dienen als Inspiration?	117
8	Ladeinfrastruktur in Emden.....	123
8.1	Aktuelle Situation der Elektromobilität in der Stadt Emden	123
8.2	Methodik	125
8.2.1	Grundlegende Informationen zu LIS	125
8.2.2	Szenarien	127
8.3	Prognoseergebnisse	128
8.3.1	Elektrofahrzeuge	128
8.3.2	Lademöglichkeiten am Wohnort	129
8.3.3	Laden am Arbeitsplatz	131
8.3.4	Gelegenheitsladen	132
8.3.5	Schnellladen	133
8.3.6	Flottenladen.....	133
8.3.7	Energiemengen und Strombedarf	134
8.3.8	Treibhausgas- und Ökobilanz	138
8.4	Standortpotenzial für Ladeinfrastruktur	139
8.4.1	Planungs- und Bedarfsräume in der Stadt Emden.....	141
8.4.2	Detailanalyse ausgewählter Standorte	144
8.4.3	Anwohnerladen.....	146
8.5	Ableitung einer Modellregion	147
8.6	Zusammenfassung: Ausbaukonzept.....	149
9	Synergien zur lokalen Wasserstoffwirtschaft	151
9.1	Bestehende Akteure, Konzepte und Maßnahmen	152
9.2	Synergien aus der Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie.....	154
9.2.1	Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie	155
9.2.2	Infrastruktur für Wasserstoff und Elektromobilität	156
9.3	Wertschöpfungspotentiale in Emden	157
10	Aktuelle Fördermöglichkeiten.....	163
11	Zusammenfassung: Maßnahmenkatalog und Priorisierung.....	168
11.1	Emder ÖPNV.....	168
11.2	Alternative Mobilitätslösungen und Anwendungsfall Conrebbersweg.....	169
11.3	Elektromobilität in der lokalen Wirtschaft	171
11.4	Ladeinfrastruktur in Emden	172

11.5 Wasserstoffwirtschaft in Emden.....	174
Literaturverzeichnis.....	XIX
12 Anhang.....	XIX
12.1 Übersicht Best Practices Bedarfsverkehre	XIX
12.2 Übersicht eines möglichen Emden Kernnetzes mit eingezeichneten Schulen....	XIX
12.3 Methodik: Standortpotentialanalyse von Mobilitätsstationen	XIX
12.4 Methodik: Ladeinfrastrukturprognose	XIX

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektverlauf „Elektromobilitätskonzept für die Stadt Emden“	9
Abbildung 2 Treibhausgasentwicklung – CO ₂ im Verkehrssektor: Entwicklungen in Bezug zum Basisjahr 1990	12
Abbildung 3: Neuzulassungen BEV und PHEV in Deutschland (Eigene Zusammenstellung nach EAFÖ und KBA, Stand: August 2020).....	14
Abbildung 4: Marktanteil von E-Pkw (Neuzulassungen BEV und PHEV) in europäischen Ländern (Stand: August 2020)	15
Abbildung 5: Auswahl batterieelektrischer Fahrzeuge in Großserienproduktion bis 2021.....	18
Abbildung 6: Pendlerströme der Stadt Emden.....	23
Abbildung 7: Mobilitätsangebote sowie deren Erreichbarkeit in der Stadt Emden	25
Abbildung 8: Übersicht über bestehende Planwerke, Strategien und Konzepte	27
Abbildung 9: Entwicklungen zum Bedarfsverkehr in Deutschland	34
Abbildung 10: Vor- und Nachteile bedarfsorientierter Verkehre	36
Abbildung 11: Tagesgangverlauf Fahrgastaufkommen in Emden	37
Abbildung 12: Fahrgastaufkommen und durchschnittliche Auslastung auf den Linien.....	38
Abbildung 13: Bevölkerungsverteilung, ÖPNV-Netz und Schulen in Emden	39
Abbildung 14: Einzugsbereich der möglichen Kernlinien in Emden	42
Abbildung 15: Möglichkeiten: Kernnetz und ergänzende Bedarfsverkehre in der Stadt Emden.....	46
Abbildung 16: Struktur des Emder ÖPNV-Fuhrparks nach Gefäßgröße	47
Abbildung 17: Altersstruktur des Emder ÖPNV-Fuhrparks	48
Abbildung 18: Struktur des Emder ÖPNV-Fuhrparks nach Emissionsklassen	48
Abbildung 19: Zeitliche Kategorisierung der Bus-Umläufe im Emder ÖPNV	49
Abbildung 20: Verteilung der Umlauflänge von Buszugmaschinen im Emder ÖPNV ohne Anhänger	50
Abbildung 21: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Buszugmaschinen im Emder ÖPNV ohne Anhänger	50
Abbildung 22: Verteilung der Umlauflänge von Buszügen mit Anhänger im Emder ÖPNV	50
Abbildung 23: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Buszügen mit Anhänger im Emder ÖPNV	51
Abbildung 24: Verteilung der Umlauflänge von Standardbussen im Emder ÖPNV.....	51
Abbildung 25: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Standardbussen im Emder ÖPNV	52
Abbildung 26: Verteilung der Umlauflänge von Midibussen im Emder ÖPNV.....	52
Abbildung 27: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Midibussen im Emder ÖPNV	52
Abbildung 28: Verteilung der Umlauflänge von Kleinbussen im Emder ÖPNV	53
Abbildung 29: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Kleinbussen im Emder ÖPNV	53
Abbildung 30: Überblick über E-Bus-Systeme	54
Abbildung 31: Überblick über Ladetechnologien	55
Abbildung 32: Struktur des Fuhrparks für klassischen Linienverkehr 2025	61
Abbildung 33: Struktur des Fuhrparks für klassischen Linienverkehr 2031	61
Abbildung 34: Überblick ÖPNV-Kosten 2025 im Kernnetz ohne Förderung	63
Abbildung 35: Überblick ÖPNV-Kosten 2025 im Kernnetz mit Förderung.....	63
Abbildung 36: Überblick ÖPNV-Kosten 2025 Status quo vs. Zielzustand (inkl. Förderung)	64
Abbildung 37: Überblick ÖPNV-Kosten 2031 Status quo vs. Zielzustand (ohne Förderung)	65
Abbildung 38: Überblick ÖPNV-Kosten 2031 Status quo vs. Zielzustand (inkl. Förderung)	65
Abbildung 39: Absatz von Elektrofahrrädern in Deutschland von 2009 bis 2019.....	70
Abbildung 40 Bauweisen von Lastenrädern	73
Abbildung 41: Verkehrszusatzzeichen "Elektrokleinstfahrzeuge frei"	74
Abbildung 42: Leih-Fahrrad mit Werbungsmöglichkeit (Quelle: nextbike 2020b).....	78
Abbildung 43: Interesse an der Nutzung eines Corporate Carsharings in Emden, Karte: OSM.....	81
Abbildung 44: Mobilitätsstation in Dresden, Pirnaischer Platz (Quelle: DVB, 2020).....	83
Abbildung 45: Modellvorgehen Standortanalyse	84
Abbildung 46: Standortpotential von Mobilitätsstationen in Emden	85
Abbildung 47: Lage des Stadtteils Conrebbersweg in Emden (links) und Übersicht über den Stadtteil (rechts)	88
Abbildung 48: Geplante Hauptstraßen in Conrebbersweg.....	90
Abbildung 49: Radverkehrsverbindungen	94
Abbildung 50: Geschützte Radfahrstreifen	94
Abbildung 51: Empfehlungen für das Quartier Conrebbersweg.....	97
Abbildung 52: Charakterisierung der Teilnehmenden nach Branchen und Unternehmensgröße.....	101

Abbildung 53: Charakterisierung der Teilnehmenden nach vorhandener Erfahrung und Interesse zur E-Mobilität.....	101
Abbildung 54: Fahrzeugkategorien in geplanter Anschaffung.....	102
Abbildung 55: Vorteile der Nutzung von E-Fahrzeugen	104
Abbildung 56: Hinderungsgründe bei der Anschaffung von E-Fahrzeugen.....	105
Abbildung 57: Unterstützungsbedarfe seitens der öffentlichen Hand aus Sicht der Unternehmen.	106
Abbildung 58: Vorgehen bei der Fuhrparkelektrifizierung.....	111
Abbildung 59: Ladeinfrastruktur und deren Erreichbarkeit in der Stadt Emden	124
Abbildung 60: Maximale AC-Ladeleistung der marktverfügbaren und angekündigten E-Pkw	126
Abbildung 61: Differenzierung der Ladecluster nach Zugänglichkeit des Standortes	127
Abbildung 62: Prognostizierte Anzahl der zugelassenen E-Pkw im Szenario II sowie am Gesamtgestand für alle Szenarien.....	129
Abbildung 63: Potenzial für Heimpladen in der Stadt Emden.....	130
Abbildung 64: Anteil des Anwohner- und Heimpladens nach Stadtteilen in Emden	130
Abbildung 65: touristische Angebote in der Stadt Emden.....	132
Abbildung 66: Prognostizierter Strombedarf pro Jahr in der Stadt Emden im Szenario II.....	135
Abbildung 67: Idealisiertes Lastprofil für die Stadt Emden (Heimpladen, ungeregelt)	136
Abbildung 68: Mittlere Ankunftszeit für Wegezweck "Nach Hause" (werktags, Beschäftigte), Quelle: Mobilitätspanel.....	136
Abbildung 69: Prognostizierter Rückgang der Emissionen durch E-Pkw (Szenario II)	139
Abbildung 70: Standortpotenzial für Ladeinfrastruktur in der Stadt Emden	142
Abbildung 71: Standortpotenzial für Ladeinfrastruktur in der Stadt Emden-Bedarfsräume.....	143
Abbildung 72: Übersicht der bestehenden und angekündigten Förderprogramme des Bundes	163
Abbildung 73: Netzplan Stadtbuss Emden mit Verteilung der Schulen, Hintergrund: Netzplan der SVE	XIX
Abbildung 74: Funktionsweise des Standortmodelles für LIS GISeLIS.....	XX
Abbildung 75: Studienergebnisse zu Markthochlauf-Szenarien von E-Pkw in Deutschland sowie die drei verwendeten Szenarien (optimistisches, erwartetes und konservatives Szenario).....	XX
Abbildung 76: Anteil der E-Pkw am Pkw-Bestand in Deutschland	XXIII
Abbildung 77: Differenzierung der Ladeorte nach Zugänglichkeit des Standortes (öffentlich und privat) .	XXIV

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der meistverkauften E-Pkw in Deutschland (Januar bis Juli 2020).....	17
Tabelle 2: Marktübersicht elektrischer leichter Nutzfahrzeuge $\leq 3,5$ Tonnen.....	19
Tabelle 3: Marktübersicht elektrischer schwerer Nutzfahrzeuge $> 3,5$ t.....	21
Tabelle 4: Masterplan 100 % Klimaschutz - Konkrete Maßnahmen im Bereich Elektromobilität.....	29
Tabelle 5: Handlungsfelder Masterplan Radverkehr 40 %	30
Tabelle 6: Übersicht mobilitätsrelevanter Zielstellungen der Stadt Emden	31
Tabelle 7: Annahmen zur Umsetzung von Kern- und Bedarfsverkehrsnetz.....	40
Tabelle 8: Beispiel batterieelektrische Gelenkbusse.....	57
Tabelle 9: Beispiel batterieelektrische Standardbusse	58
Tabelle 10: Beispiel Fahrzeuge für Bedarfsverkehre.....	60
Tabelle 11: Gegenüberstellung Kosten von Batterie- und Brennstoffzellenbussen für Zielzustand 2031....	62
Tabelle 12: Arten von Elektrofahrrädern im Vergleich.....	71
Tabelle 13: Modelle zum Anbieten von Bikesharing.....	72
Tabelle 14: Potenzielle Mobilitätsstationen mit jeweiliger Kategorisierung.....	84
Tabelle 15: Auswirkungen des reduzierten Stellplatzschlüssels auf die Stellplatzanzahl	92
Tabelle 16: Vergleich der Kennzahlen zur Elektromobilität	125
Tabelle 18: Prognose der erwarteten E-Pkw (Szenario II).....	128
Tabelle 19: Zusammenfassung der Prognose für (halb-) öffentliche LIS für das Szenario 2.....	140
Tabelle 20: Übersicht der prognostizierten Planungs- und Bedarfsräume	141
Tabelle 21: Ladebedarfs im Quartier Conrebbersweg.....	145
Tabelle 21: Prognose der erwarteten E-Pkw im Szenario III	148
Tabelle 23: Best Practices in Niedersachsen zum Einsatz wasserstoffbetriebener Fahrzeuge	156
Tabelle 24: Vergleich der Potentiale aus den On- und Offshore Anlagen für H ₂ aus aktuell abgeregeltem Strom	159
Tabelle 25: Entwicklung der Neuzulassungen von BEV und PHEV seit Jahresbeginn, deutschlandweit (KBA 2020).....	XXI
Tabelle 26: Rahmenbedingungen und deren Auswirkung auf den Markthochlauf der Elektromobilität in den drei Szenarien	XXII

Abkürzungsverzeichnis

AC	alternating current (Normalladen)
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V.
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V.
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BEV	Battery Electric Vehicle
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
CCS	combined charging system
CS	Carsharing
DC	direct current (Schnellladen)
DHH	Doppelhaushälfte
EAFO	European Alternative Fuels Observatory
EE	Erneuerbare Energien
EFH	Einfamilienhaus
EU	Europäische Union
FGA	Fahrgastaufkommen
GaStpIVO	Garagen- und Stellplatzverordnung
GEIG	Gesetz zum Aufbau von Lade- und Leitungsinfrastruktur für Elektromobilität in Gebäuden
GVFG	Gesetz über die Finanzhilfen des Bundes zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden (Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz)
KBA	Kraftfahrtbundesamt
KEP	Kurier-Express-Paket-Dienst
LIS	Ladeinfrastruktur
MFH	Mehrfamilienhaus
MiD	Mobilität in Deutschland
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NBauO	Niedersächsische Bauordnung
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
OSM	OpenStreetMap
PHEV	Plug-In-Hybrid Electric Vehicle
PoS	Point of Sale
Pol	Point of Interest
PV	Photovoltaik
SUV	Sport Utility Vehicle
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
RH	Reihenhaus
THG	Treibhausgas
VW	Volkswagen
WE	Wohneinheiten
WEG	Wohnungseigentumsmodernisierungsgesetzes
WKA	Windkraftanlagen
ZIV	Zweirad-Industrie-Verband

1 Zielstellung und Vorgehen

Aufbauend auf den bereits bestehenden Aktivitäten und örtlichen Strukturen in der Stadt Emden wurde ein ganzheitliches Elektromobilitätskonzept durch die Büros Mobilitätswerk GmbH und PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (PwC) erarbeitet. Ziel des Konzeptes ist es, Empfehlungen für folgende Themenbereiche auszusprechen:

1. Strategische Elektrifizierung und Umstellung des Emders Busverkehrs – s. Kapitel 0

Es wurde die Frage beantwortet, wie der Emders ÖPNV zukünftig innovativ und bedarfsgerecht umgesetzt werden kann. Dafür wurden sowohl Empfehlungen für eine mögliche Neuausrichtung des Stadtverkehrs hin zu einem zukunftsfähigen und flexiblen Verkehr, als auch als Schwerpunkt der Betrachtung, eine sinnvolle Elektrifizierungsstrategie der Busflotte entwickelt. Im Rahmen der Bearbeitung wurde ein öffentlichkeitswirksamer Workshop für einen Emders ÖPNV der Zukunft durchgeführt (mehr Informationen weiter unten).

2. Stärkung der E-Mobilität in der lokalen Wirtschaft – s. Kapitel 7

Um Unterstützungsbedarfe der Emders Unternehmen und zukünftige Potentiale ermitteln zu können, wurde für diesen Arbeitsschwerpunkt eine umfangreiche Unternehmensbefragung durchgeführt, an der sich mit einer vergleichsweise hohen Teilnahmequote von 32,5 % insgesamt 162 Unternehmen beteiligten durchgeführt. Zur Beantwortung der Fragestellungen in den Unternehmen wurde zum einen ein Unternehmensworkshop zur Elektrifizierung von Gewerbefloten durchgeführt (mehr Informationen weiter unten) und zum anderen in diesem Bericht ein Handlungsleitfaden für Unternehmen entwickelt.

3. Ladeinfrastrukturausbau zur Deckung des Bedarfs bis 2030 – s. Kapitel 8

Für die zukünftige strategische Ausrichtung der Emders Akteure zum Ladeinfrastrukturausbau, wurde eine Bedarfsprognose für das gesamte Stadtgebiet Emden mit Hilfe des Prognosemodells der Mobilitätswerk GmbH „GISeLIS“ durchgeführt (Modellerklärung und Methodik, s. a. Anhang 12.4). Dabei wurden auch langfristige Projekt- und Strategieziele zum Aufbau einer Modellregion Ostfriesland für den Ausbau von Ladeinfrastruktur (s. Kapitel 8.5) entwickelt und in der Prognose berücksichtigt. Aufbauend auf den Problemstellungen der Stadtwerke wurden drei konkrete Standorte im Detail untersucht und Empfehlungen zum zukünftigen Handeln der Akteure gegeben.

4. Einführung und Standortvorschläge alternativer Mobilitätsangebote – s. Kapitel 0 und 6

Mit dem Ziel der Schaffung eines ganzheitlich attraktiven Mobilitätsangebotes für die Stadt Emden wurde der Einsatz alternativer Sharing-Angebote im Detail untersucht. Dafür wurden sowohl die Eignung der Angebote für die Stadt, als auch potentielle Nutzergruppen und sinnvolle Standortvorschläge dargelegt (Methodik, s. Anhang 12.3). Als Besonderheit wurde dargestellt wie ein neu entstehenden Wohnquartier in Conrebbersweg optimal mit alternativen Mobilitätsangeboten erschlossen werden könnte, um die Notwendigkeit des privaten Pkw-Besitzes möglichst stark zu reduzieren.

5. Synergien zur lokalen Wasserstoff-Wirtschaft – s. Kapitel 8

Die Stadt Emden ist im Bereich der erneuerbaren Energien bereits sehr gut aufgestellt: bereits heute wird rechnerisch mehr Strom erneuerbar produziert als verbraucht. Durch die Nähe zu den Offshore-Windparks und Emdens Position als zentrale Drehscheibe für die Verteilung von Offshore-Strom, weist die Hafenstadt eine besonders hohe Eignung auf, um Synergien im Bereich der Wasserstoff-Wirtschaft zu realisieren. Damit kann auch ein wichtiger Schritt für die Klimaneutralität und die Ziele des Masterplans 100 % Klimaschutz gegangen werden (s.a. Kapitel 3.2). Aufbauend auf den zahlreichen bereits durchgeführten Aktivitäten zur Produktion und Anwendung von Wasserstoff sowie den aktiven Kompetenzträgern, wurden Synergien und Wertschöpfungspotentiale beim Einsatz von Wasserstoff dargestellt.

Der Projektverlauf kann der nachstehenden Abbildung entnommen werden.

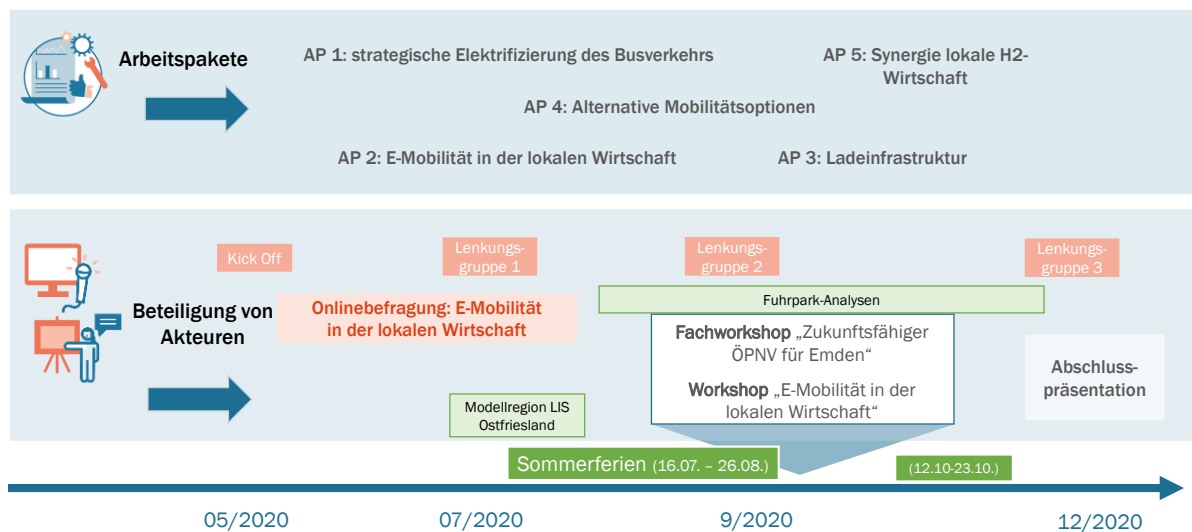


Abbildung 1: Projektverlauf „Elektromobilitätskonzept für die Stadt Emden“

1.1 Durchgeführte Veranstaltungen und Beteiligungsformate

Im Rahmen des Konzeptes wurden eine Vielzahl von Fachgesprächen und Workshops sowie quantitative Befragungen durchgeführt. Diese werden nachstehend kurz zusammengefasst. Zudem wurden mehrere duzent Austauschtermine bilateral zwischen Mobilitätswerk und Projektverantwortlichem durchgeführt.

Kickoff Veranstaltung vom 23.04.2020

Zu Beginn der Projektbearbeitung wurde ein digitaler Kick-Off Termin durchgeführt, bei dem das Vorgehen für alle einzelnen Arbeitspakete mit den Ansprechpersonen und dem zuständigen Projektteam besprochen wurden. Die relevanten Akteure der Studie werden auch im Kapitel 1.2 kurz beschrieben. Dadurch konnten die Anforderungen der Stadt Emden passgenau aufgenommen und entsprechende Zielsetzungen konkretisiert werden.

Lenkungsgruppensitzungen am 09.07.2020 und am 02.09.2020

Während der Projektbearbeitung wurden neben regelmäßigen Absprachen zum Projektverlauf zwei Lenkungsgruppensitzungen durchgeführt, zu denen Arbeitsergebnisse vorgestellt und diskutiert wurden. Damit konnte eine zielgerichtete Projektbearbeitung gewährleistet werden

Fachworkshop „Zukunftsfähiger ÖPNV Emden“ vom 02.09.2020

Am 02.09.2020 sind 24 Teilnehmende aus der Politik, der Verkehrsbranche, Seniorenbeirat und der Wissenschaft der Einladung der Stadt Emden und den Stadtverkehren Emden gefolgt, um am Veranstaltungsort „THE HUB“ die Anforderungen und ein Zielbild für einen zukunftsfähigen ÖPNV im Emden zu bestimmen. Dafür erhielten die Teilnehmenden nach einer Begrüßung durch Herrn Oberbürgermeister Tim Kruithoff, wichtige Impulse. Herr Dr. Till Ackermann (VDV) referierte über den ÖPNV der Zukunft und Herr Johannes Simons (LVB) konnte den Teilnehmenden aus der Einführung des flexiblen On-Demand Verkehrs Flexa in Leipzig wichtige Best Practice Erfahrungen mitgeben. Nach der Vorstellung vorläufiger Projektergebnisse zu einem elektrifizierten und bedarfsorientierten Emden ÖPNV, wurde in Arbeitsgruppen an dem Zielbild gearbeitet. Es wurde die Meinung geteilt, dass es zukünftig ein hoch frequentiertes Kernnetz mit Ost-West sowie Nord-Süd-Verbindungen bedarf, das durch Punkt- zu- Punkt Verbindungen ergänzt wird. Das Emden Verkehrssystem soll durch ein bedarfsgerechtes und digitalisiertes System attraktiver gestaltet werden und damit auch neue Kundengruppen erreicht werden.

Onlinebefragung „Potentiale der Elektromobilität in Unternehmensflotten“

In der Zeit vom 19.06.2020 bis 06.07.2020 wurden Emdener Unternehmen zu ihrem Interesse und den Potentialen zum Einsatz von Elektrofahrzeugen in ihrer Unternehmensflotte befragt. An der Befragung nahmen 162 Unternehmen teil. Dies entspricht einer hohen Beteiligungsquote und damit vermutetem regen Interesse an der Elektromobilität. Die Unternehmen hatten die Möglichkeit, ihr Interesse an dem anschließenden Unternehmensworkshop zu bekunden. Dabei konnte von 109 Unternehmen das Interesse erfasst werden, die anschließend zum Fachworkshop eingeladen wurden. Die Auswertung der Onlinebefragung, kann Kapitel 7 entnommen werden.

Fachworkshop „Elektrifizierung von Gewerbeflotten“ vom 03.09.2020

Ebenfalls wurden im Auftrag der Stadt und den Stadtwerken Emden die Teilnehmenden im Veranstaltungsort „THE HUB“ der Zukunft Emden GmbH begrüßt, um Hinweise und Empfehlungen zur Flottenelektrifizierung zu erhalten. Die Veranstaltung war mit 40 externen Teilnehmenden aus verschiedensten Unternehmen der Stadt Emden ausgebucht. Es wurde durch verschiedene Impulsvorträge dargestellt, welche Unterstützungsmöglichkeiten Unternehmen durch die aktuelle Förderkulisse und den örtlichen Energieversorger, den Stadtwerken Emden, erhalten können. Darunter waren neben Herrn Wieder der NOW GmbH zu aktuellen Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten der Elektromobilität, auch Herr Ackermann der Stadtwerke Emden GmbH, der über die aktuellen Angebote und Strategie zum Ausbau von Ladeinfrastruktur im Stadtgebiet sprach. Nachdem am Beispiel des Fuhrparks der Stadtwerke, der vorab durch das Projektteam auf Elektrifizierungs- und Effizienzpotentiale untersucht wurde, vorgestellt wurde, was bei der Einfloftung von E-Pkw zu berücksichtigen ist, wurden die Unternehmen eingeladen ihr Interesse an einer solchen Potentialuntersuchung durch das Projektteam einzureichen. Näheres dazu wird auch im Kapitel 7 beschrieben. In einer Diskussionsrunde konnten die Unternehmen ihre Fragen an Fachexperten stellen.

1.2 Projektpartner

Stadt Emden

Das Thema Klimaschutz nimmt in der Stadt Emden eine wichtige Aufgabe ein. Mit dem Masterplan 100 % Klimaschutz wurden klare klimapolitische Ziele für eine Reduktion der Treibhausgasemissionen festgelegt. Damit einher geht die nachhaltige Gestaltung der Mobilität im Stadtgebiet. Im Masterplan wurden u.a. Maßnahmen zur Verdichtung von LIS, der Schaffung von Beratungsstellen in der Stadt sowie zur Elektrifizierung des städtischen Fuhrparks festgeschrieben. Die Elektromobilitätsstudie knüpft nun daran an und stellt diese Themen in den Fokus. Erneuerbare Energien sind in Emden und in der umliegenden Region bereits auf einem guten Ausbau- und Entwicklungsstand, so dass die Potenziale elektromobiler Lösungen unter Nutzung dieser lokal erzeugten Energie untersucht werden.

Stadtverkehr Emden

Die Stadtverkehr Emden GmbH (SVE) ist für die Erbringung von ÖPNV-Leistungen (Busverkehr) in der Stadt Emden zuständig. Das Unternehmen dient als Verkehrsmanagementgesellschaft und vergibt die Aufträge für die Durchführung des ÖPNV an dritte Busunternehmen. Das langfristige Ziel des Unternehmens ist eine Elektrifizierung des Busverkehrs, um nachhaltige und innovative Mobilität in der Stadt Emden zu gewährleisten. Zudem betreibt die SVE ein Parkhaus nahe dem Hauptbahnhof und der Zentralen Omnibus-Haltestelle.

Stadtwerke Emden

Die Stadtwerke Emden (SWE) sind Stromnetzbetreiber und Energieversorger in Emden und betreiben bereits mehr als zwanzig Ladesäulen im Stadtgebiet (Stand 02/2021). Seit 2009 ist das Thema Elektromobilität bei den Stadtwerken im Rahmen der Umsetzung ihrer digitalen Roadmap angesiedelt. Sie sind Erstansprechpartner rund um Produkte und Dienstleistungen für Privatperso-

nen und Unternehmen und ein wichtiger Partner der Stadt, um Elektromobilität langfristig und erfolgreich in Emden zu verankern. Die SWE verfügt über ein umfangreiches Portfolio und baut ihre Produktpalette stetig aus.

2 Relevanz und Entwicklung der Elektromobilität

Kernaussagen:

- Deutschlands Klimaschutzziele setzen auf massive Reduktion der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor
- Fahrzeugbestand von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen stieg mit 365,1 % deutlich zum Vorjahr 2019
- Batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge werden durch die wachsende Anzahl an verfügbaren Modellen und dem fortschreitenden Ausbau der Ladeinfrastruktur immer relevanter
- Die Forschung im Bereich der Brennstoffzellentechnik wird aktiv gefördert, benötigt allerdings noch einen langen Zeitraum bis sie flächendeckend eingesetzt werden kann

Um die Zielvorgaben des internationalen Pariser Abkommens von 2015 zu erfüllen, sehen die Klimaschutzziele Deutschlands eine Senkung der Treibhausgasemissionen von mindestens 55 % bis 2030, mit Bezug auf das Basisjahr 1990, vor.¹ Bis 2050 soll Deutschland weitgehend klimaneutral sein. Das am 18.12.2019 in Kraft getretene Bundes-Klimaschutzgesetz enthält deshalb Emissionsziele für jeden Wirtschaftssektor. Danach sollen die Treibhausgasemissionen des Verkehrs bis 2030 im Vergleich zu 1990 um 42 % sinken.

Der Kohlenstoffdioxid (CO₂)-Ausstoß im Verkehrssektor lag 2018 bei 164 Mio. t und 2019 bei 163,5 Mio. t CO₂.² Im Vergleich zum Basisjahr 1990 (163 Mio. t CO₂ pro Jahr) entspricht dies einer Steigerung von 0,31 % (vgl. Abbildung 2). Damit hat der Verkehrssektor bislang kaum Emissionseinsparungen beigesteuert. Obwohl die Emissionen zwischen 2000 und 2010 aufgrund von effizienteren Motoren und weiteren Verbesserungen der Automobiltechnologie reduziert werden konnten, stiegen die Emissionen durch höhere Fahrleistungen und stärkere Motorisierungen seit 2010 wieder an.

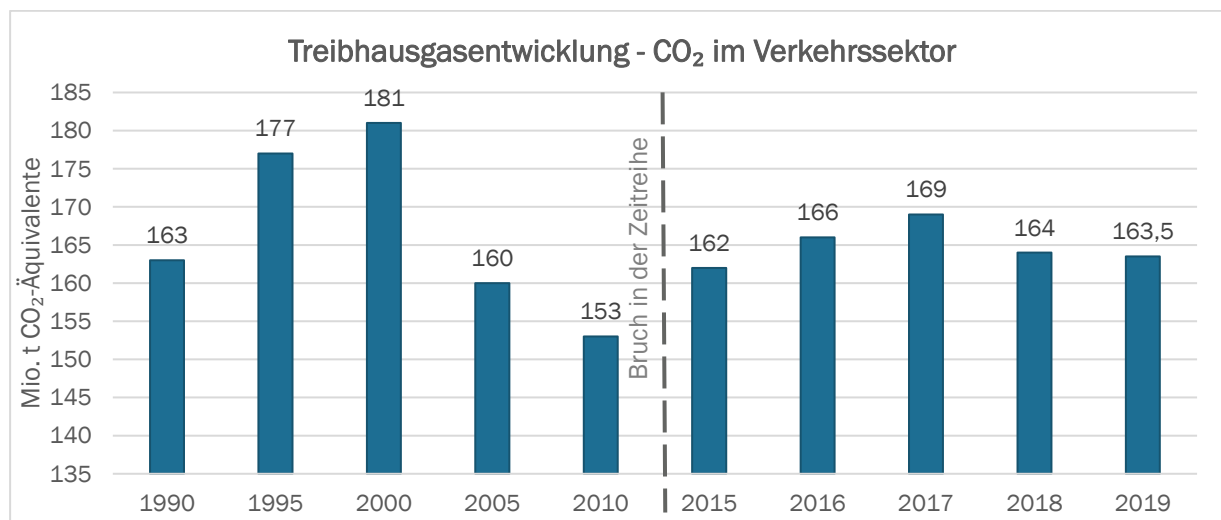


**Abbildung 2 Treibhausgasentwicklung – CO₂ im Verkehrssektor:
Entwicklungen in Bezug zum Basisjahr 1990**

Aufgrund dieser Entwicklung muss der Verkehrssektor mit einem Anteil von rund 18 % an den aktuellen Treibhausgasemissionen nun zwingend einen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten. Relevante Emissionseinsparungen im Verkehrssektor können nur durch tiefgreifende Ein-

¹ Vgl. BMU 2020

² Ebd.

griffe erreicht werden. Neben der Verkehrsvermeidung, -verlagerung und -optimierung sowie ökonomischen Maßnahmen stellt die Emissionsminderung durch Elektromobilität eine wirksame Maßnahme dar.

Seit Anfang des Jahres 2020 schreibt die Europäische Union (EU) einen Höchstwert für den Ausstoß von CO₂ von 95 Gramm je Kilometer Fahrleistung für Pkw vor, den die Automobilhersteller bei Neuwagen ab dem Jahr 2021 einhalten müssen.³ Da ab 2021 für jedes ausgestoßene Gramm CO₂ über dem Grenzwert eine Strafe von 95 € für jeden verkauften Pkw fällig wird, sind die Automobilhersteller bemüht, dies u. a. durch den Einsatz alternativer Antriebe zu vermeiden. Da die EU den Grenzwert bis 2030 schrittweise weiter auf 59 Gramm senkt, würde die Höhe der Strafzahlungen verhältnismäßig stark ansteigen. Durch die EU-Richtlinie sind Automobilhersteller dazu gezwungen, mehr emissionsarme Fahrzeuge auf den Markt zu bringen. Der notwendige Absatz von Elektrofahrzeugen wird durch attraktive Angebote der Hersteller auf dem Markt erreicht werden.

2.1 Fahrzeugabsatz

Neuzulassungen rein batterieelektrisch betriebener Fahrzeuge (BEV) erreichten im Jahr 2011 mit 1 828 erstmals eine nennenswerte Größenordnung. Mitte 2013 erschienen neue Fahrzeugmodelle, wie der Tesla Model S und der Renault Zoe (1. Generation), die zu einem Anstieg der BEV-Neuzulassungen auf 5 464 führten. Der Anteil der Elektrofahrzeuge an den Neuzulassungen aller Pkw von fast 3 Mio. pro Jahr lag damit weit unter 1 %. Trotz eines seitdem fast kontinuierlichen Anstiegs der Zulassungen an batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen fallen die Anteile noch vergleichsweise gering aus (vgl. Abbildung 3).

Die Zulassungszahlen von Plug-in-Hybriden (PHEV) steigen seit 2011 kontinuierlich an und überschritten 2016 erstmals die Zahl der neu zugelassenen BEV. Der hohe Anteil von PHEV ist auf ein deutlich größeres Angebot im Vergleich zu BEV zurückzuführen. PHEV bieten vor allem in größeren, schweren Fahrzeugklassen deutlich höhere Einsparungseffekte. Dies spiegelt sich in einem durchschnittlich höheren Gesamtfahrzeuggewicht von knapp 24 % gegenüber dem Mittel aller zugelassenen Pkw wider. Der Elektroantrieb selbst erhöht das Gewicht meist nur um 80 bis 160 Kilogramm gegenüber dem Gewicht eines vergleichbaren Verbrennerfahrzeugs.

Für die Fahrzeughersteller sind PHEV aufgrund der geringeren kombinierten Verbrauchswerte zur Erreichung der Vorgaben des Flottenverbrauchs des gesetzlichen Verbrauchszyklus attraktiv. Die Gesetzgebung sieht für das Prüfverfahren eine Neubewertung der Gewichtung vor, sobald eine breitere Datenbasis zu Fahrmustern bei Plug-in-Hybriden vorliegt.⁴ Da die Realwerte entscheidend vom Anteil der elektrisch zurückgelegten Fahranteile abhängen, ergeben sich bei nicht passenden Fahrprofilen erhebliche Abweichungen. Langfristig sind daher regulatorische Änderungen zu erwarten, die zu einer geringeren Attraktivität der PHEV aus Herstellersicht führen werden.

³ Vgl. EU-Verordnung 2019/631

⁴ Vgl. Drucksache 19/11454 - DIP21 - Deutscher Bundestag

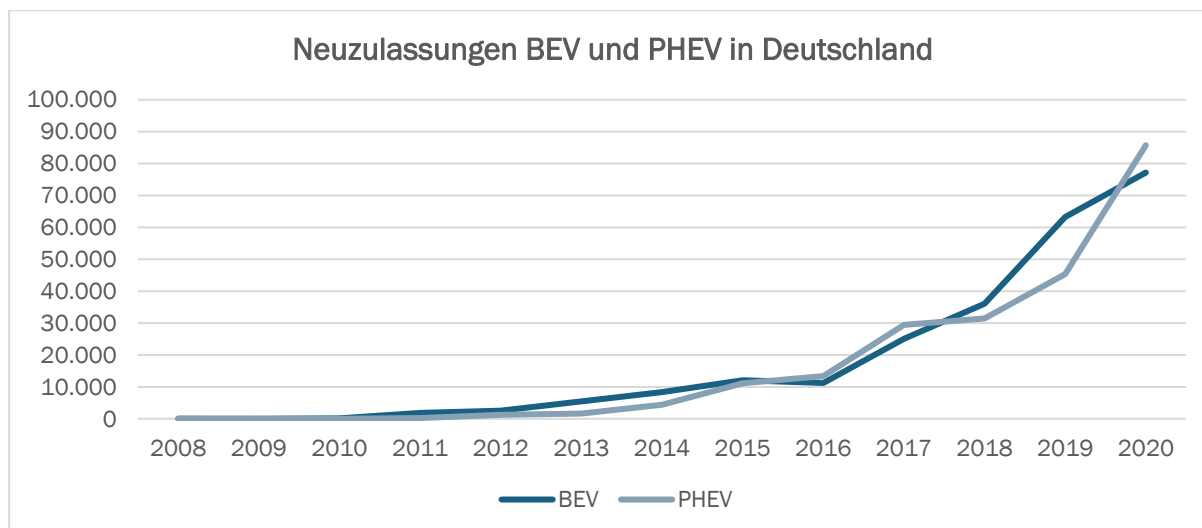


Abbildung 3: Neuzulassungen BEV und PHEV in Deutschland
(Eigene Zusammenstellung nach EAFO und KBA⁵, Stand: August 2020)

In Deutschland wurden von Januar bis November 2020 150 492 rein elektrische Pkw und 161 362 Plug-in-Hybride neu zugelassen.⁶ Dies entspricht einem Anteil von 5,8 % bzw. 6,2 % an allen Pkw-Neuzulassungen. Im Vergleich zu November 2019 erhöhte sich die Neuzulassungsquote der batterieelektrischen Pkw im November 2020 um 522,8 %. Der Anteil der Plug-in-Hybride wuchs um 383,4 % im Vergleich zum Vorjahresmonat.⁷ Damit wird derzeit eine ausreichende Menge an Elektrofahrzeugen zugelassen, um insgesamt die aktuellen Vorgaben der Flottenverbräuche theoretisch erfüllen zu können. Da die Hersteller unterschiedliche Strategien verfolgen, gilt dies für jeden Hersteller individuell.

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

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

Damit ergeben sich Mindestbeträge von 9 000 € (BEV) bzw. 6 750 € (PHEV). Bei Fahrzeugen mit einem **höheren Nettolistenpreis** reduzieren sich die Förderhöhen um **jeweils 20 %**. Die Erhöhung der Prämie galt ursprünglich bis zum Ende des Jahres 2021, wurde jedoch im Rahmen des Autopfils am 17.11.2020 bis Ende 2025 verlängert.⁸

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

⁵ Vgl. EAFO 2020, vgl. KBA 2020a, b

⁶ Vgl. KBA 2020c

⁷ Vgl. KBA 2020d

⁸ Vgl. BAFA 2020

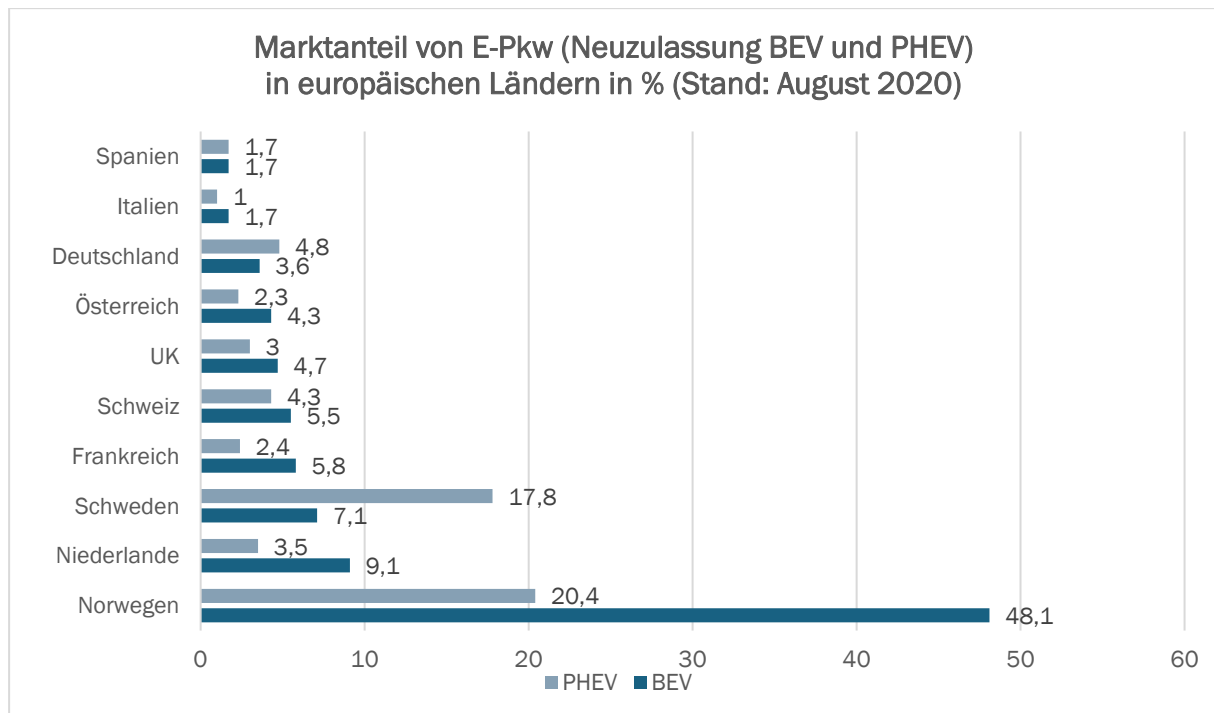


Abbildung 4: Marktanteil von E-Pkw (Neuzulassungen BEV und PHEV) in europäischen Ländern (Stand: August 2020)⁹

2.2 Praxistauglichkeit von E-Pkw

In der öffentlichen Diskussion werden E-Pkw teilweise als nicht praxistauglich und für viele Pkw-Besitzer*innen als nicht geeignet eingeordnet. Dies basiert verständlicherweise auf den Gewohnheiten und Erfahrungen der Personen mit konventionellen Fahrzeugen. Die über ein Jahrhundert gewachsene Infrastruktur mit konventionellen Fahrzeugen und zugehörigen Unternehmen muss im Elektromobilitätsbereich erst aufgebaut und Nutzungserfahrungen müssen gesammelt werden.

E-Pkw befinden sich in der Serienproduktion und können die praktischen Anforderungen an Mobilität erfüllen. Damit verbundene, veränderte Abläufe, wie das Laden beim Parken im Vergleich zum Tanken an Tankstellen, erfordern jedoch eine längere Gewöhnungsphase. Damit E-Pkw preislich und im Hinblick auf die Praktikabilität mit Verbrennern vergleichbar sind, müssen attraktive Rahmenbedingungen und Konditionen für Elektrofahrzeuge geschaffen werden. Dass dies funktioniert, zeigen die im Laufe des Jahres 2020 stark angestiegenen Zulassungszahlen von E-Pkw in Deutschland (vgl. Kapitel 2.1).

E-Pkw sind in vielerlei Hinsicht Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren überlegen. Neben Nachhaltigkeitsaspekten ist eine deutlich höhere Effizienz und Leistungsentfaltung im Vergleich zu Fahrzeugen aller anderen Antriebsarten ein grundlegendes Merkmal. Zudem sorgt eine geringere Komplexität des Motors und des Antriebsstranges mit weniger Bauteilen für einen geringeren Wartungsaufwand. Die Möglichkeit, unabhängig von einer ökologischen Stromerzeugung (die immer gewählt werden sollte), lokal emissionsfrei zu fahren, bietet große Vorteile.

Für Automobilhersteller birgt die Inaktivität im Bereich alternativer Antriebstechnologien, unabhängig von den potenziellen Strafzahlungen aufgrund des einzuhaltenden Flottenverbrauchs, hohe Risiken. Die Modell- und Produktionsplanung sowie Akkubestellungen sind langfristige Prozesse, die einen Vorlauf von zwei bis fünf Jahren benötigen. Volumenhersteller, die nicht rechtzeitig eine Umstellung in der Produktion vornehmen, werden auf regulatorisch beschränkten Märkten kaum noch

⁹ Vgl. PwC 2020

Fahrzeuge absetzen können. Durch die Einführung der E-Pkw-Quote in China, Steuererleichterungen in Norwegen und Kaufprämien in mehreren Ländern sind erste Rahmenbedingungen gesetzt.

Im April 2019 wurde eine EU-Verordnung zur Festlegung sogenannter CO₂-Flottengrenzwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge verabschiedet.¹⁰ Ab 2025 bzw. 2030 gelten demnach für Hersteller individuelle, aus dem jeweiligen durchschnittlichen Fahrzeuggewicht abgeleitete, Flottengrenzwerte (vgl. Kapitel 2.1). Da E-Fahrzeuge zur Senkung der Flottenverbräuche beitragen können, wird erwartet, dass E-Pkw zwischen dem Jahr 2030 und 2040 die deutliche Mehrheit der Neuzulassungen ausmachen werden. Namhafte Hersteller, wie z. B. VW bekennen sich zur Elektromobilität und kündigen an, die Produktion von Pkw mit Verbrennungsmotoren langfristig einzustellen.

Der Durchbruch im Sinne des von der Bundesregierung herausgegeben Ziels von 1 Mio. zugelassener Elektrofahrzeuge (BEV und PHEV) in Deutschland bis zum Jahr 2020¹¹ wird jedoch voraussichtlich erst 2022 bis 2023 erreicht werden.

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

Neben der Speichertechnologie Batterie wird aktuell durch erhebliche Forschungen und Investitionen die Brennstoffzellentechnik (Wasserstoff) vorangetrieben. Aufgrund der noch zu vollziehenden Entwicklung und der aktuell hohen Kosten wird ein relevantes Angebot am Markt in den nächsten Jahren nicht erwartet.

Insbesondere durch die erforderliche Tankinfrastruktur und den im Vergleich zum batterieelektrischen Antrieb geringen Wirkungsgrad¹² ergeben sich Herausforderungen für die Wasserstofftechnologie.

Im Jahr 2020 befinden sich 87 Wasserstofftankstellen in Deutschland in Betrieb.¹³ Um eine annähernd flächendeckende Versorgung zu garantieren, werden mindestens 2 000 Wasserstofftankstellen benötigt, was mit einer erheblichen Investition verbunden ist.¹⁴ Die Brennstoffzellentechnik wird deshalb vorerst vorrangig in geschlossenen Kreisläufen und bspw. bei Spezialfahrzeugen mit hohem Energieverbrauch und Eigengewicht zum Einsatz kommen. Der Massenmarkt wird daher wahrscheinlich erst in etwa zehn Jahren adressiert werden können. Aufgrund der aktuell schon vorhandenen, angekündigten und zu erwartenden Produktionskapazitäten von Batterien sowie der hohen Forschungsausgaben ist damit zu rechnen, dass die Batterie als Speicher in den nächsten zehn bis 15 Jahren deutlich relevanter sein wird. Batterieelektrische Fahrzeuge werden auf lange Sicht, d. h. in den nächsten 20 bis 30 Jahren, den größten Anteil am Kraftfahrzeugmarkt einnehmen. Wenn batterieelektrische Fahrzeuge als Alternative zu Verbrennern schon am Markt etabliert sind, stellen sich für Brennstoffzellenfahrzeuge und deren Infrastruktur die gleichen Herausforderungen hinsichtlich der Marktdurchdringung wie aktuell bei batterieelektrischen Fahrzeugen. Anwendungsbereiche wird es für beide Technologien geben.

¹⁰ Vgl. EU-Verordnung 2019/631

¹¹ Vgl. Bundesregierung 2009

¹² Der Wirkungsgrad von Brennstoffzellenfahrzeugen beträgt etwa 50 % und unterscheidet sich damit geringfügig von dem der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren mit 25-30 % (Ottomotor) bzw. 35-45 % (Dieselmotor). Elektromotoren haben einen Wirkungsgrad von ca. 90 %.

¹³ Vgl. h2.live 2020

¹⁴ Vgl. Ludwig-Bölkow-Stiftung 2019

2.3 Marktüberblick

Nachfolgend wird die aktuelle Verfügbarkeit von BEV dargestellt.¹⁵ In den letzten Jahren hat sich das Angebot an BEV-Modellen deutlich erweitert. Waren im Jahr 2016 noch mehrheitlich Modelle dem Kleinst- und Kleinwagensegment sowie der Kompaktklasse zuzuordnen, kamen seitdem durch neue Hersteller E-Pkw-Modelle in den Klassen Van und Crossover BEV dazu. Auch in der Oberklasse sind mittlerweile mehrere Modelle verschiedener Hersteller verfügbar. Im Bereich der Transporter sind deutlich weniger Modelle als im Pkw-Bereich verfügbar. Hier existieren viele kleinere Anbieter, die Umbauten vornehmen oder Kleinserien anbieten. Die zunehmende Modellvielfalt führt zu mehr potenziellen Käufer*innen, die erreicht werden können. Alle Fahrzeugklassen mit relevantem Absatzvolumen sind vertreten, nur noch wenige Segmente sind nicht mit Elektrofahrzeugen abgedeckt.

Eine Herausforderung stellen, neben den etwa 40 bis 60 % höheren Preisen im Vergleich zu ähnlichen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, die tatsächliche Marktverfügbarkeit und in diesem Zusammenhang die langen Lieferzeiten der Elektrofahrzeuge dar. Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die von Januar bis Juli 2020 am häufigsten zugelassenen E-Pkw mit der jetzt zu erwartenden Lieferzeit. Die Lieferzeiten schwanken meist zwischen drei und zwölf Monaten.

Tabelle 1: Übersicht der meistverkauften E-Pkw in Deutschland (Januar bis Juli 2020)

Modell	Zulassungszahlen 2020 (Januar bis Juli)	Ladeleistung und -dauer			Reichweite (in km)	Batteriekapazität (in kWh)	Lieferzeiten (in Monaten)	Preis (in Euro, brutto)	Anzahl Sitzplätze
		3,7 kW	22 kW	50 kW					
VW e-Golf	9 953	16 h	5,2 h	-	230	35,8	5-6	31 900	5
Renault Zoe II	9 917	14,97 h	2,25 h	1,08 h	390	41	3-5	21 900	4
Tesla Model 3	4 521	30,0 h	6,0 h	0,4 h	350	50	10-12	46 380	2
VW e-up!	4 387	16,5 h	5,5 h	1,0 h ¹⁶	260	32,3	5-6	21 975	5
Audi e-tron quattro	3 889	7,5 h	2,75 h (max. 11 kW)	0,67 h	435	71	5	69 100	5
Hyundai Kona Elektro	3 686	18,0 h	9,5 h	9,5 h	289	39	4-6	34 300	5
BMW i3	3 339	6,0 h	3 h	0,5 h	260	37,9	1,5-3	31 950	5
Smart Fortwo	3 079	6,0 h	3 h	-	160	17,6	2-4	21 490	2
Skoda Citigo e IV	2 007	10,0 h	4 h	1,0 h	260	36,8	k. A.	24 990	5
Mini Cooper SE	1 560	9,25 h	4,75 h	0,5 h	185	28,9	7	32 500	4

Es ist davon auszugehen, dass die Fahrzeuge kontinuierlich in deren Leistung und Effizienz weiterentwickelt werden. Die Optimierung entsprechend der Bedürfnisse der Kund*innen aufgrund von

¹⁵ Plug-in-Hybride werden nicht näher betrachtet, da diese in ausreichender Bandbreite auf dem Markt verfügbar sind.

¹⁶ Maximale Ladeleistung: 40 kW

praktischen Erfahrungen, die in die Produktentwicklung einfließen, und reduzierten Kosten durch Skaleneffekte wird zu einer erhöhten Attraktivität der Elektrofahrzeuge bei den Kund*innen führen. Technologiseitig ist insbesondere eine Elektrofahrzeugarchitektur mit skalierbaren und extrem flexiblen Komponentenbaukästen zu erwarten, welche modellübergreifend einsetzbar sind und sich an die Wünsche der Kund*innen anpassen lassen. Solche Basisarchitekturbausteine der Herstellergruppen eignen sich dann gleichermaßen für SUVs, Limousinen, Coupés und weitere Modellreihen.

Abbildung 5 stellt die angekündigten Modelle des Jahres 2021 mit den anvisierten Reichweiten gemäß *Neuem Europäischem Fahrzyklus* (NEFZ) dar. Die Reichweiten nach dem neuen praktisch ermittelten Fahrzyklus *Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure* (WLTP), die noch nicht für alle Fahrzeuge verfügbar sind, sind etwa zwischen 20 und 30 % niedriger.

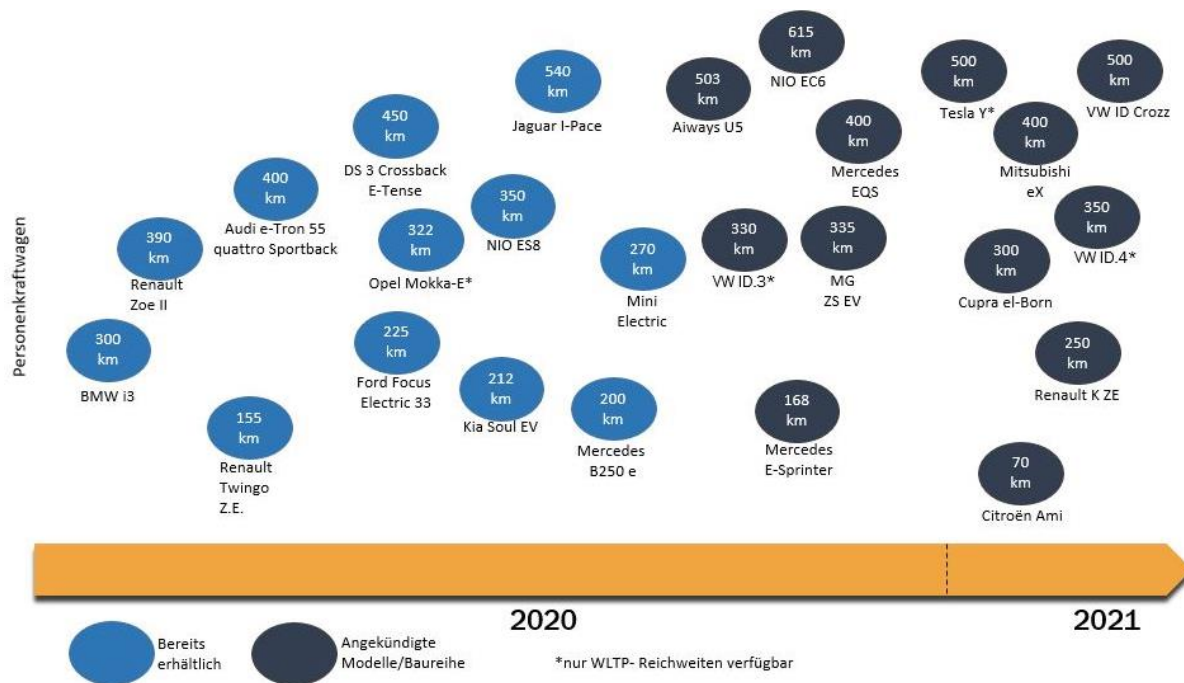


Abbildung 5: Auswahl batterieelektrischer Fahrzeuge in Großserienproduktion bis 2021¹⁷

Es werden eine Reihe neuer BEV erwartet. Dazu zählen bspw. der Mercedes EQS, der Aiways U5 sowie der Fiat E-Ducato als Nutzfahrzeug. Bis Ende 2022 sollen mindestens 44 weitere Modelle unterschiedlicher Markenhersteller verfügbar sein. Der Markteintritt von neuen Herstellern, wie z. B. Airways oder NIO EC6, wird sich fortsetzen.

Auch der Volkswagen-Konzern vollzieht im Werk Emden eine Transformation hin zur Produktion rein elektrischer Fahrzeuge, von dem auch die Stadt stark profitieren wird. Ab 2022 werden der VW ID 4, der Aero B Shooting Brake und weitere rein batterieelektrische Modelle in Emden gefertigt.^{18, 19}

Mit den angekündigten Modellen werden auch die Reichweiten der Fahrzeuge steigen. Trotz sinkender Gesamtfahrzeugpreise und des hohen Kostenanteils der Traktionsbatterien wird erwartet, dass die Kapazitäten je Fahrzeug steigen. Mittelfristig wird erwartet, dass die Batteriekapazitäten und damit die Fahrzeugreichweiten je nach Anforderung der einzelnen Autokäufer*innen wählbar sind.

¹⁷ Eigene Darstellung basierend auf eigener Recherche; Fahrzeugkategorien sind aufsteigend von unten nach oben dargestellt, d. h. je höher ein Fahrzeug in der Grafik eingeordnet ist, desto größer ist die zuzuordnende Fahrzeugklasse.

¹⁸ Vgl. Elektroauto-News.net 2020

¹⁹ Vgl. Volkswagen 2020

Leichte Nutzfahrzeuge

In der derzeitigen Markthochlaufphase entwickelt sich das Angebot von elektrischen Nutzfahrzeugen im Vergleich zum Pkw-Bereich aufgrund der Nachfrage deutlich langsamer, aber kontinuierlich. Neben längeren Strecken, die Nutzfahrzeuge im Vergleich zu Pkw häufig zurücklegen, ist auch das zulässige Gesamtgewicht von großer Bedeutung. Die Batterien sind mit einem höheren Eigengewicht der Fahrzeuge verbunden. Dies kann dazu führen, dass die erlaubte Zuladung unter Einhaltung der zulässigen Gesamtmasse auf ein Maß sinkt, das den Betrieb des Fahrzeugs nicht mehr attraktiv bzw. alltagstauglich gestaltet.

Leichte Nutzfahrzeuge weisen eine zulässige Gesamtmasse von maximal 3,5 t auf. Nach den Vorgaben der 3. EU-Führerscheinrichtlinie wird hierzu eine Fahrerlaubnis der Klasse B benötigt. Bei Überschreitung der Gesamtmasse wird eine Fahrerlaubnis der Klasse C oder C1 erforderlich.²⁰ Die Fahrerlaubnis-Verordnung lässt zu, dass elektrisch betriebene Fahrzeuge bis zu einer zulässigen Gesamtmasse von 4,25 t mit einer Fahrerlaubnis der Klasse B gefahren werden, sofern diese im Bereich des Gütertransports eingesetzt werden.

Elektrische leichte Nutzfahrzeuge sind bereits auf dem Markt verfügbar. Von Kastenwagen bis hin zu Transportern ergibt sich ein breites Angebot (vgl. Tabelle 2). Hybride Antriebskonzepte spielen in diesem Segment keine Rolle.

Tabelle 2: Marktübersicht elektrischer leichter Nutzfahrzeuge ≤ 3,5 Tonnen

Hersteller	Modell	Kategorie	Zulässiges Gesamtgewicht (in t)	Leistung (in kW)	Batteriekapazität (in kWh)	Reichweite (in km)	UVP (in Euro, brutto)	Verkaufsstart	Anmerkungen
Iveco	Daily Electric	Transporter	3,2-5,9	k. A.	60/80	200	ab 83 300	Testbetrieb	Kleinbus, Kastenwagen ²¹
SAIC	Maxus EV80	Transporter	3,5	92	56	200	ab 39 900	aktuell nur Miete	699 € pro Monat
Mercedes-Benz	eVito	Transporter	< 3,6	84	41,4	150	47 588	erhältlich	Kleinbus
Mercedes-Benz	eSprinter	Transporter	3,5	k. A.	55	150	ab 51 400	erhältlich	Kleinbus
Nissan	e-NV200	Transporter	2,25	80	40	280	ab 34 105	erhältlich	Kleinbus
Renault	Master Z.E.	Transporter	< 3,5	k. A.	33	200	71 281	erhältlich	Kleinbus, Kastenwagen
Street-scooter	Work L	Transporter	2,18	k. A.	40	205	54 085	erhältlich	Kleinwagen
Street-scooter	Work L Pickup	Pickup	2,18	k. A.	40	205	51 705	erhältlich	Kleinwagen
Street-scooter	Work L Pure	Transporter	2,18	k. A.	40	je nach	49 325	erhältlich	Kastenwagen

²⁰ Vgl. EU-Richtlinie 2006/126/EG

²¹ Fahrgestell mit Sonderaufbauten

						Auf- bau			
Volks- wagen	e-Craf- ter	Trans- porter	4,2	k. A.	43	208	82 705	erhält- lich	Kleinbus
ABT	e- Caddy	Hoch- dach- kombi	k. A.	82	37,3	220	29 900 (nur Lea- sing)	erhält- lich	Kastenwa- gen
ABT	e-T6	Trans- porter	3,2	82	37,3/ 74,6	208/ 400	k. A.	erhält- lich	Kleinbus

Mittelfristig werden weitere Modelle folgen. Trotz NEFZ-Reichweiten zwischen 150 und 200 Kilometern sind im Praxiseinsatz oftmals Reichweiten zwischen 80 und 120 Kilometern realistisch. Bei speziellen Umrüstungen bzw. Ein- und Ausbauten muss ggf. ein zusätzlicher Reichweitenverlust kalkuliert werden. Preislich ist bei leichten Nutzfahrzeugen ein Aufschlag von meist etwa 100 % gegenüber den Verbrennern des jeweiligen Modells zu erwarten. Durch attraktive Leasingangebote und Förderprogramme für Kurier-Express-Paket-Dienste (KEP) und Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU) kann dieser Preisunterschied jedoch reduziert werden, sodass die Anschaffungskosten denen der entsprechenden Verbrennermodelle nahezu gleich sind. Die Wartezeiten ähneln denen im E-Pkw-Bereich.²²

Schwere Nutzfahrzeuge

Der Markt elektrisch angetriebener, schwerer Nutzfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 Tonnen befindet sich derzeit noch in der Entwicklung. Anders als bei leichten Nutzfahrzeugen sind derzeit kaum Serienfahrzeuge auf dem Markt verfügbar. Die Zahl der Fahrzeugankündigungen zeigt, dass die Hersteller auch in diesem Segment aktiv und mittelfristig Fahrzeuge auf den Markt bringen werden. Allerdings werden hier auch andere Technologien, wie die Brennstoffzelle (Wasserstoff), eine deutlich höhere Relevanz haben.

Aktuell ist das Segment stark von Kleinserienanbietern oder Umrüstern, wie z. B. EFA-S GmbH, FRAMO GmbH oder ORTEN Electric-Trucks GmbH, geprägt. Diese rüsten neue und gebrauchte Nutzfahrzeuge auf Elektroantrieb um. Die Fahrzeuge haben laut den Herstellern üblicherweise Reichweiten von maximal 200 Kilometern. Die Batteriekapazität ist dabei aufgrund der Umrüstung bedarfsspezifisch modular anpassbar. Durch die Spezialanfertigungen und kleinen Serien liegen die Kosten hier allerdings deutlich höher.

Einige Großserienhersteller setzen Modelle schon im Praxisbetrieb ein. Es wird aktuell ein breites Spektrum abgedeckt (vgl. Tabelle 3). Dennoch ist der Anteil der elektrischen Lkw mit einem Anteil von unter 1 % am Lastenverkehr bisher sehr gering.²³

²² Erfahrungswert aus Gesprächen mit Fuhrparkverantwortlichen deutscher Kommunen

²³ Vgl. KBA 2020b

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

Hersteller	Modell	Kategorie	Zulässiges Gesamtgewicht (in t)	Leistung (in kW)	Batteriekapazität (in kWh)	Reichweite (in km)	UVP (in Euro, brutto)	Verkaufsstart	Anmerkungen
BYD	T10ZT	Kipp-laster	k. A.	k. A.	k. A.	280	k. A.	k. A.	
DAF	CF Electric	Zugmaschine	9,7	210	170	100	k. A.	k. A.	40 Tonnen, aktuell zweite Erprobungsphase
Daimler	eActros	Kofferaufbau	18-25	k. A.	240	200	k. A.	2021	aktuell zweite Erprobungsphase
Mitsubishi Fuso	eCanter	Kofferaufbau	7,5	185	70	100	k. A.*	2020	
Mitsubishi Fuso	Vision One	Kofferaufbau	23	k. A.	k. A.	350	k. A.	2021	
MAN	eTruck	Zugmaschine	18-26	250	k. A.	200	k. A.	2020	2018 Erprobungsphase; 6x2-Solo-Lkw (Zugmaschine) auf Basis TGM-Reihe
MAN	eTruck	Zugmaschine	40	350	k. A.	130	k. A.	2020	4x2-Solo-Lkw (Zugmaschine) auf Basis TGS-Reihe
MAN	Metro-polis (Hybrid)	Konzeptfahrzeug	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	-
Tesla	Semi	Zugmaschine	40	k. A.	k. A.	480/800	131 000-178 500	2021	-
Volvo	FL Electric	Kofferaufbau	16	185	100/300	300	k. A.	erhältlich	weitere möglich Einsatzbereiche auch Abfallentsorgung und Recycling
Volvo	FE Electric	Abfallentsorgungsfahrzeug	27	2x 370	200-300	200	k. A.	erhältlich	Abfallentsorgung/in Hamburg im Einsatz

3 Gesamtüberblick und Status Quo in Emden

Kernaussagen:

- In der Region bildet der Automobilbau, der Tourismus und die regenerativen Energien den wichtigsten Wirtschaftszweig
- Es besteht eine gute Anbindung an das interregionale Straßen- und Schienennetz
- Die Stadt Emden liegt mit 492 Pkw pro 100 Einwohner (EW) unter dem deutschen Durchschnitt von 574 Pkw/ 100 000 EW
- Der umfangreiche Einsatz von erneuerbaren Energien bietet gute Voraussetzungen für den Ausbau der Elektromobilität. Dies steht im Einklang mit dem Transformationsprozess des VW-Konzerns am Standort Emden hin zur rein elektrischen Fahrzeugproduktion.
- Die Stadt Emden hat durch eine Vielzahl an Konzepten und Maßnahmen eine Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung der Mobilität geschaffen

3.1 Charakterisierung der Stadt und der Region

Mit einer Fläche von 111,36 km² und 49 981 Einwohnern (Stand: September 2019) ist Emden die größte Stadt in Ostfriesland. Die kreisfreie Stadt liegt im Nordwesten Niedersachsens an der niedersächsischen Nordseeküste und erfüllt eine Funktion als Mittelzentrum mit oberzentraler Teilfunktion. Im Jahr 2019 zogen 2 686 Einwohner nach Emden und 2 838 fort, was einem Wanderungssaldo von - 152 entspricht. Bis zum Jahr 2030 wird ein Bevölkerungsstand von ca. 49 200 Einwohnern erwartet, was einem Rückgang von 781 Einwohnern bzw. von - 1,56 % entspricht.

Wirtschaft

Die wirtschaftliche Bedeutung als **Handelsort** ist durch die Lage an der Nordseeküste und den Seehafen der Stadt geprägt, wodurch sich eine Vielzahl von Industriebetrieben in Emden angesiedelt haben. Besonders für die **Logistik- und Automobilwirtschaft** ist der Hafen von zentraler Bedeutung. Im Emder Hafen werden jährlich bis zu 1,4 Mio. Automobile und über 1 000 Windkraftanlagen verschifft. Neben dem Hafen zählt das VW-Werk zu den größten Unternehmen in Emden. Die Unternehmenslandschaft in Emden wird durch eine Vielzahl von Unternehmen aus dem (Maschinen-) Bausektor sowie der Lebensmittelindustrie ergänzt. Mit der Ansiedlung der Hochschule Emden/Leer ist die Stadt im Jahr 1973 auch ein Hochschulstandort.

Die Bedeutung des Wirtschaftsstandortes Emden spiegelt sich auch in den **Pendlerverflechtungen** wider, die in der nachstehenden Abbildung 6 dargestellt sind. In der Stadt sind zum 30.06.2019 täglich 19 824 Einpendler und 4 842 Auspendler zu verzeichnen. Die Mehrheit der Pendler*innen kommen aus dem Landkreis Aurich und Leer, wobei ca. 25 % aller Einpendler*innen aus nördlich angrenzenden Kommunen wie bspw. Südbrookmerland, Hinte, Krummhörn und der Stadt Aurich kommen. 13 430 Beschäftigte sind Binnenpendler. Der positive Pendlersaldo beträgt 14 989 Beschäftigte, was einer Einpendlerquote von 61 % entspricht. Die Städte Aurich und Leer sind die häufigsten Destinationen der Auspendler mit 703 Auspendlern nach Leer und 630 Auspendlern nach Aurich.

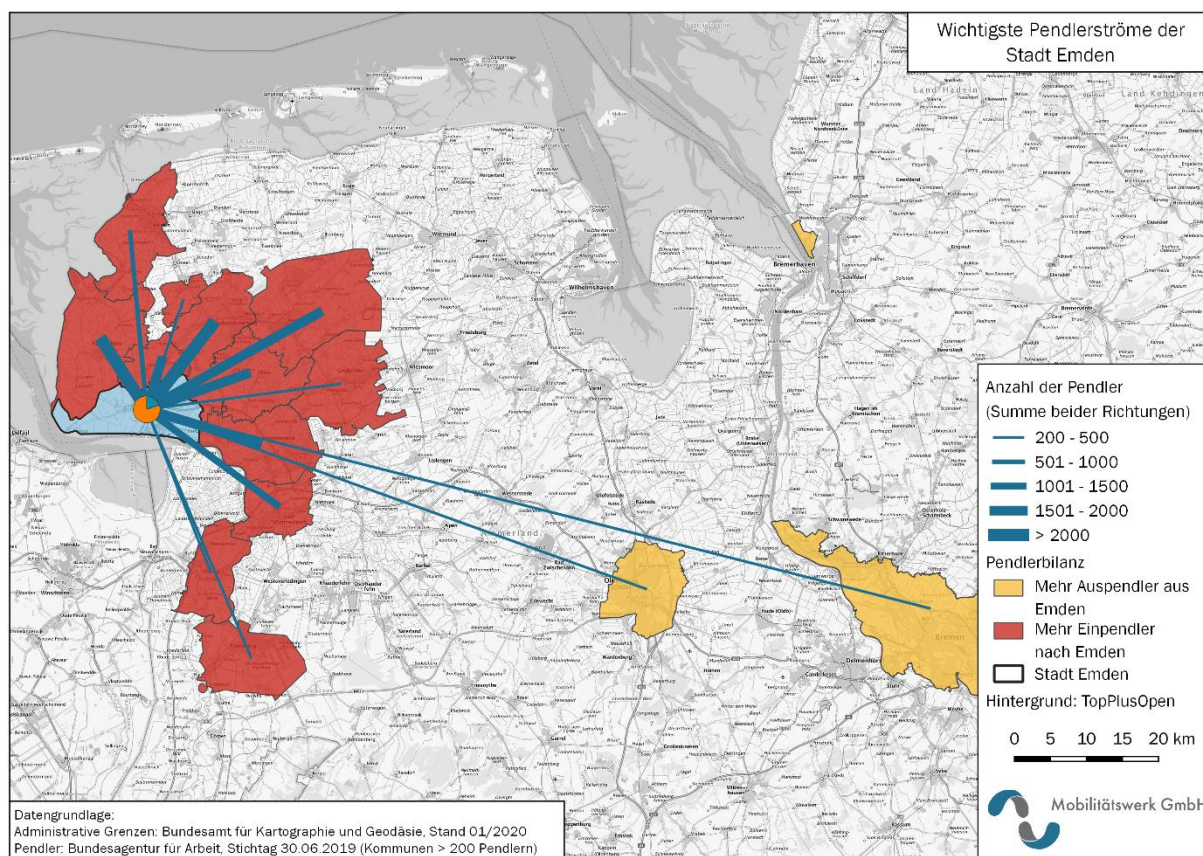


Abbildung 6: Pendlerströme der Stadt Emden

Der Automobilbau, der Tourismus sowie regenerative Energien bilden die **wichtigsten Wirtschaftszweige**. Das VW-Werk als größter Arbeitgeber in Emden beschäftigt ca. 8 800 Mitarbeiter*innen. Seit 1978 werden im Werk als „Leitwerk“ der VW Passat und seit 2016 auch der VW Arteon produziert. Der VW-Konzern plant in den nächsten Jahren die Umstellung des Werkes hin zur Produktion von rein elektrisch betriebenen Fahrzeugen. So sollen ab Ende 2023 drei elektrische Fahrzeugmodelle in den Werken gebaut werden (VW Aero Limousine und VW Aero Variant sowie VW ID.4).²⁴ Im Bereich der Energiewirtschaft kommen der Windkraft, der Photovoltaik sowie der Energieerzeugung durch Biomasse eine hohe Relevanz zu. Derzeit sind 547 Erneuerbare Energien-Anlagen in Emden installiert, darunter 87 Windenergieanlagen und 330 PV-Anlagen auf Hausdächern, was ca. 22 PV-Anlagen pro 1 000 Wohngebäuden entspricht.

In Emden findet sich eine Vielzahl von Dienstleistern aus sämtlichen Bereichen der **Windenergie**. Durch die Lage des Hafens an der Emsmündung stellt Emden einen idealen Standort für Onshore- und Offshore-Windparks dar. In diesem Zusammenhang stellt auch der Flugplatz Emden GmbH (Tochter der SWE) für Offshore-Projekte durch die Landbasis einen Vorteil für Emden dar. In der Gemeinschaftsinitiative „Windenergie Emden“ haben sich die verschiedenen Wirtschaftsbereiche von Hafendienstleistungen und Logistik, Ingenieurdienste, Wirtschaftsförderungen sowie Service- und Wartungsarbeiten zusammengeschlossen, um die Windenergie in der Region stetig zu fördern. Aktuell werden zwei Offshore-Netzanbindungssysteme entwickelt. Bereits seit 1991 setzen die Stadtwerke Emden als lokale Stromanbieter auf eigene Windparks. Rechnerisch kann bereits der Strombedarf der Stadt Emden zu weit mehr als 100 % allein durch Windenergie gedeckt werden. Mit der Errichtung von neuen Netzanbindungssystemen ist eine Sektorenkopplung von Stromproduktion und Mobilität möglich.

²⁴ Vgl. Nordwest-Zeitung 2020

Auf den geplanten Vorhaben im Bereich der Energiewirtschaft sowie der Umstellung des VW-Werkes auf rein elektrisch betriebene Pkw wird im Rahmen der Projektbearbeitung aufgebaut, um sinnvolle Schnittstellen und Synergien im Bereich der Elektromobilität zu knüpfen und somit die klimapolitischen Ziele der Stadt Emden, die im Masterplan 100 % Klimaschutz festgelegt worden sind, zu erreichen.

Die Lage an der Nordseeküste macht Emden zu einem attraktiven Reiseziel für Touristen. Emden verfügt über 24 Unterkünfte²⁵ mit insgesamt 1 614 Betten, in denen im Jahr 2019 etwa 260 154 Gäste übernachteten. Dies entspricht einem Anteil von 32 Betten pro 1 000 Einwohnern. Vom Seehafen Emden verkehren ganzjährige die Schiffe der AG „EMS“ zur Nordseeinsel Borkum. Hier ist auch Deutschlands erste Flüssiggasfähre im Einsatz. Für Fahrten im Emder Hafen wird.

Mobilität

Emden ist sehr gut an das **überregionale Straßen- und Schienennetz** angebunden. Eine Übersicht zu den Mobilitätsangeboten ist Abbildung 7 zu entnehmen. Die Bundesautobahn A31 verläuft halbkreisförmig um Emden herum und bietet fünf Anschlussstellen in der Stadt. Sie verbindet Emden mit den umliegenden Gemeinden in Ostfriesland bis zum Ruhrgebiet. Die Bundesstraße 210 stellt eine Ost-West-Verbindung durch Ostfriesland von Emden bis Wilhelmshaven dar. Die Landesstraße 2 verläuft ebenfalls in Ost-West-Richtung durch Emden und verbindet die Emder Stadtteile untereinander.

Der **schienengebundene Personenverkehr** in Emden wird über die Bahnhöfe Hauptbahnhof und Emden Außenhafen bedient. Vom Außenhafen besteht Anschluss an die Fährverbindung nach Borkum. Vom Hauptbahnhof besteht Anschluss an das überregionale Schienennetz. Die InterCity-Verbindungen stellen tägliche Anschlüsse nach Luxemburg bzw. Stuttgart über Münster und Köln sowie nach Berlin und Leipzig über Bremen und Hannover dar. Die Regionalzüge verbinden Emden mit Oldenburg, Münster, Bremen, Hannover und Norddeich Mole. Die nur für den Güterverkehr genutzte Bahnstrecke nach Aurich bietet großes Potential für den Personenverkehr bei Reaktivierung die aufgezeigten Pendlerströme abzudecken. Ca. 25 % der Pendler*innen kommen aus Richtung Aurich und könnten von einer verbesserten Bahnverbindung profitieren. Insbesondere mit Blick auf das neu entstehende Zentralklinikum in Georgsheil könnte die Bahnverbindung eine Möglichkeit für Patient*innen und Besucher*innen bieten, sich umweltfreundlich ohne den eigenen Pkw fortzubewegen. Die technische Machbarkeit sollte in einem Verkehrskonzept (bspw. im Rahmen der Planung des Klinikums) aufgegriffen werden, um nicht nur den Umstieg auf die Elektromobilität zu ermöglichen, sondern auch langfristig einen umweltfreundlichen Mobilitätsmix zu und in der Stadt Emden zu erreichen.

²⁵ Vgl. Beherbergungsbetriebe mit zehn oder mehr Schlafgelegenheiten

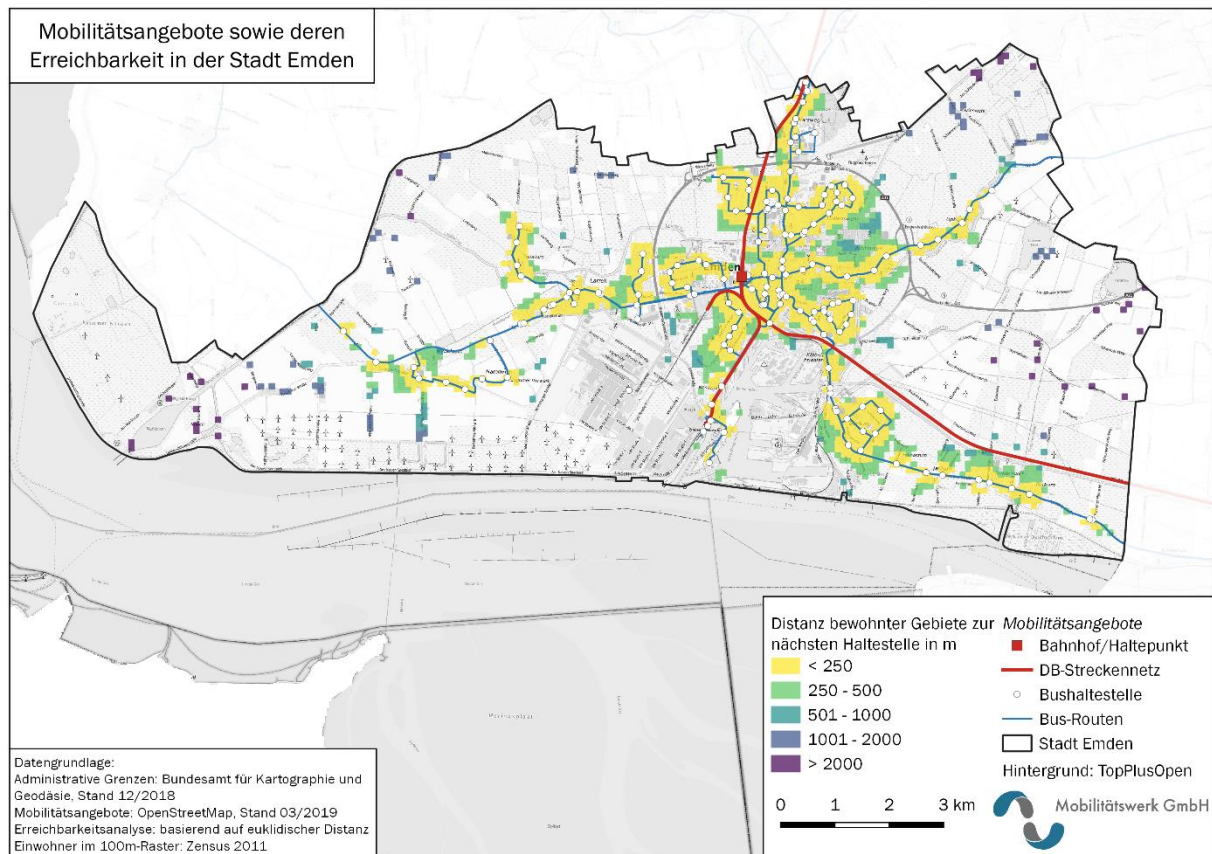


Abbildung 7: Mobilitätsangebote sowie deren Erreichbarkeit in der Stadt Emden

Der **ÖPNV** in Emden wird von der Stadtverkehr Emden GmbH betrieben. Es verkehren 14 Stadtbuslinien und 7 Regionalbusse. Außerdem verkehren fünf Rufbuslinien. Aktuell wird die Anschaffung von Elektrobussen für 2020 diskutiert.

In Emden gibt es bisher noch kein **Carsharing**-Angebot, jedoch an zwei Standorten Möglichkeiten zum Fahrradverleih. Durch die günstige Topographie und die kurzen Wege in Emden kommt dem Radverkehr ein hoher Stellenwert zu. Laut einer Haushaltsbefragung von 2017 werden 30 % der Wege der Emdener mit dem **Fahrrad** zurückgelegt. Mit dem Radverkehrskonzept wurde mit der Kampagne „Emders up Rad“ die Öffentlichkeitsarbeit zur Fahrradfreundlichkeit in Emden intensiver. Auch im Verkehrsentwicklungsplan kommt dem Radverkehr ein hoher Stellenwert zu. Neben dem Schließen von Lücken im Radnetz wurde auch der Ausbau einer Fahrradgarage am Bahnhof gefördert, wo 208 Fahrräder überdacht abgestellt werden können.

Der umfangreiche Einsatz von **erneuerbaren Energien** in Emden stellt eine geeignete Grundlage dar, um die Klimaschutzziele der Stadt zu erreichen. Mit dem Masterplan 100 % Klimaschutz wurden die klimapolitischen Ziele der Stadt festgelegt, um eine Reduzierung der Treibhausgase von 95 % bis 2050 zu erreichen (gegenüber dem Bezugsjahr 1990). Darüber hinaus sollen 50 % der Endenergien eingespart werden. Mit dem ausgeschriebenen Elektromobilitätskonzept kann auf den vorhandenen Synergien aufgebaut werden, um sinnvolle Schnittstellen der erneuerbaren Energiewirtschaft mit der Elektromobilität zu bilden, um so Emissionen aus dem Verkehrssektor zu verringern. Die Besonderheiten der Stadt als wichtiger Einsatzort erneuerbarer Energien und die Berücksichtigung von Verkehrswegen auf Wasserstraßen werden im Rahmen der Projektbearbeitung berücksichtigt, um eine passgenaue Lösung für eine nachhaltige Mobilitätsstrategie in Emden zu entwickeln.

3.2 Einfluss und Wirkung von VW für die weitere Entwicklung der Elektromobilität in der Region

Bereits heute liegt der Anteil der E-Pkw in Emden deutlich über den bundesweiten Durchschnitt (vgl. Kapitel 8.1). Ab 2022 werden nur noch die vollelektrischen Fahrzeugmodelle Aero und ID 4 gebaut. Mit dem VW-Werk in Zwickau ist damit Emden vorerst eines von zwei deutschen Produktionsstandorten für elektrische Pkw des Herstellers.

VW als größter Arbeitgeber in Emden ist auch für die hohen Einpendlerquoten mit verantwortlich. Von den ca. 8 350 Beschäftigten sind ca. 2 200 Binnenpendler aus Emden. Die übrigen Mitarbeiter*innen kommen aus dem Umland. Mit dem Umbau des Werkes werden auch die Lademöglichkeiten für Werks-, Mitarbeiter*innen- und Besucher*innenfahrzeuge ausgebaut. Insgesamt ist bis 2024 die Errichtung von mehr als 200 Ladepunkten geplant. Darunter befinden sich insg. fünf DC-Ladepunkte (davon zwei durch AFC-Lader).

Die Leasing- und Kaufangebote werden bereits heute schon von einem Großteil der Mitarbeiter*innen genutzt. In Kombination mit bundes- und landesweiten Förderprogrammen für LIS und Fahrzeuge in Verbindung mit den günstigen Mitarbeiterkonditionen kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil der E-Pkw deutlich steigen wird. Dieser Einfluss wird in den drei Szenarien in unterschiedlicher Ausprägung berücksichtigt. Da nur ca. 25 % der Mitarbeiter*innen Binnenpendler*innen sind und die Kauf- und Leasingkonditionen für alle Mitarbeiter*innen gelten, wird sich die verstärkte Präsenz von E-Pkw auch über die Stadtgrenzen hinaus bemerkbar machen. Da die Einpendlergebiete überwiegend ländlich geprägt sind, liegt dort auch der Anteil an Ein- und Zweifamilienhäuser höher als in Emden. Es kann dort eine hohe Verfügbarkeit eines eigenen Stellplatzes, der mit einer Wallbox ertüchtigt werden kann, angenommen werden. Die Kauf- und Leasingangebote für Mitarbeiter*innen werden jährlich aktualisiert, so dass die aktuellsten Modelle genutzt werden. Ein attraktiver Markt für junge gebrauchte E-Pkw könnte etabliert werden, sofern ein Teil der Vorjahresmodelle bzw. Leasingrückläufer in der Region Ostfriesland weitervermittelt wird.

*Es besteht demnach in der Zielgruppe das Potential, sehr schnell einen sehr hohen Anteil an Elektrofahrzeugen zu erreichen, da die Haltedauern vergleichsweise sehr kurz sind und daher häufig eine Fahrzeugauswahl erfolgt. Dies steht im Gegensatz zu privaten Halter*innen, die deutlich seltener einen Fahrzeugwechsel vollziehen.*

3.3 Energie-, klima- und verkehrspolitische Zielstellungen

In ganz Deutschland wurden im vergangenen Jahrzehnt in den Bereichen Energie, Klimaschutz und Verkehr/ Mobilität zahlreiche Konzepte, Pläne und Strategien entwickelt, um das Land auf die zu erwartenden Herausforderungen durch den demografischen Wandel, den fortschreitenden Klimawandel, die Energiewende und die Erschöpfung der natürlichen Ressourcen vorzubereiten. Ziele und Maßnahmenprogramme wurden dabei sowohl auf Bundes- und Landes- als auch auf kommunaler Ebene festgelegt. Da die Ziele auf Bundesebene keine regionalen Herausforderungen berücksichtigen, liegt der Fokus für die näheren Erläuterungen auf den Zielstellungen des Land Niedersachsen und der Stadt Emden. Sowohl für das Land, als auch für die Stadt liegen hierzu konkrete Konzepte und Strategien vor.

Der Schwerpunkt des vorliegenden Konzeptes liegt auf der Elektromobilität als einen Bestandteil der zukünftigen Mobilität. Daher wurden im Folgenden relevante Zielstellungen aus den Themenbereichen Energie, Klimaschutz, Verkehr und Mobilität zusammengetragen. Im Rahmen der Erstellung des Elektromobilitätskonzeptes werden bereits bestehende Maßnahmen aufgegriffen.

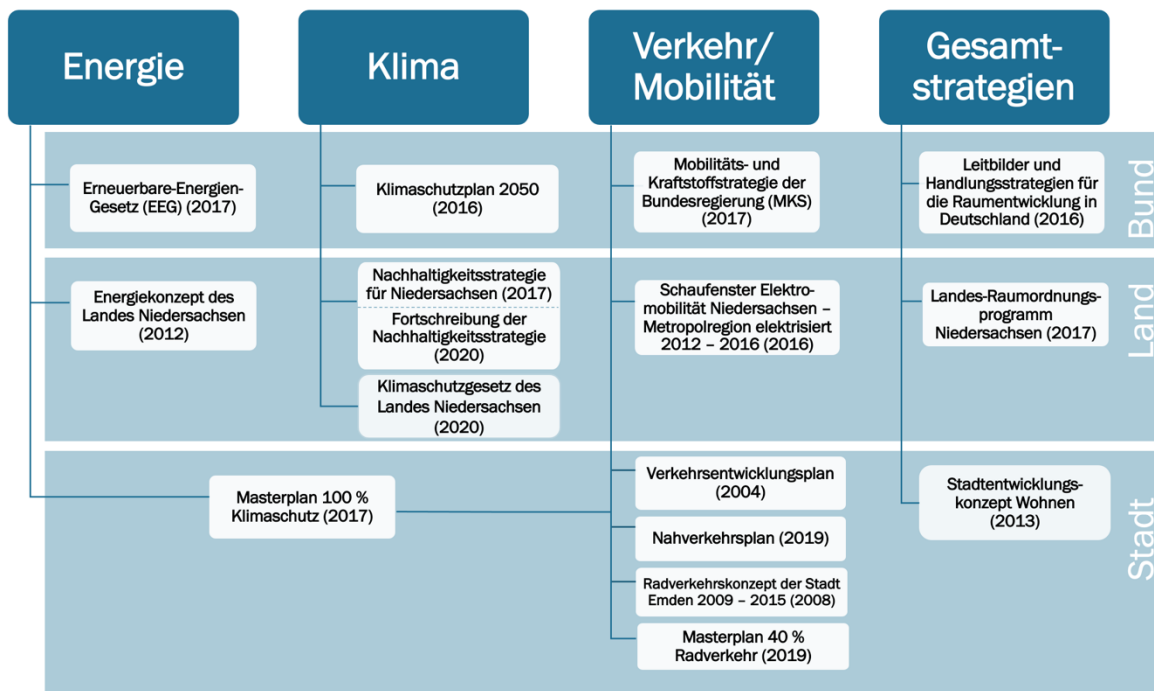


Abbildung 8: Übersicht über bestehende Planwerke, Strategien und Konzepte

Energie

Das **Energiekonzept des Landes Niedersachsen** von 2012 rückt die Energiewende in den Mittelpunkt. Das Konzept sieht einen Ausbau der Windkraft und den Einsatz von bis zu 100 % erneuerbaren Energien vor. Zudem soll die Reduktion der Treibhausgase um 80 – 95 % bis 2050 erfolgen, um das Land Niedersachsen dauerhaft als nachhaltigen und attraktiven Unternehmensstandort erhalten zu können.

Die Stadt Emden nimmt seit 2003 am **European Energy Award** (EEA) teil, welcher die kommunalen Bemühungen in der Energiewende erfasst und auswertet und wurde seither schon drei Mal mit dem eea in Gold ausgezeichnet. Ein wichtiger Bestandteil für die Teilnahme am EEA stellt die Aufstellung einer Energie- und CO₂-Bilanz dar. Diese besteht seit dem Einstieg im EEA und wird regelmäßig aktualisiert. Zudem erstellte die Stadt Emden 2010 ebenfalls ein **Energie- und Klimaschutzkonzept**, welches den Einsatz von erneuerbaren Energien und die Reduktion von Treibhausgasen fokussiert.²⁶

Im Jahr 2004 wurde ein **kommunales Energiemanagement beim Gebäudemanagement** der Stadt Emden eingerichtet. In regelmäßigen Abständen werden Energieberichte zu den kommunalen Liegenschaften vorgelegt.²⁷ Mit den erstellten Energieberichten für die kommunalen Liegenschaften kommt die Stadt Emden dem Klimaschutzgesetz des Landes Niedersachsen zuvor, welches die Verpflichtung zu Energieberichten erst ab 2022 vorsieht.

Klima

Das Land Niedersachsen bietet mit dem Beschluss der **Nachhaltigkeitsstrategie** im Jahr 2017 eine wichtige Handlungsgrundlage, um die deutschlandweiten Klimaschutzziele in den Städten und Kommunen umzusetzen.²⁸ Die Strategie sieht eine massive Reduktion des Einsatzes von fossilen Brennstoffen und somit eine Einsparung von Emission vor.

²⁶ vgl. Stadt Emden 2010

²⁷ vgl. Stadt Emden 2004a

²⁸ vgl. Land Niedersachsen 2017

Das **Niedersächsische Klimaschutzgesetz von 2020** verankert den landesweiten Klimaschutz in die Landesverfassung und stellt so den Klimaschutz als zentrale gesellschaftliche Aufgabe in den Mittelpunkt. Das Gesetz sieht ab 2040 eine Deckung des Energiebedarfs mit 100% Erneuerbaren Energien vor. Bis 2050 soll eine Klimaneutralität erreicht sein. Bis 2030 sollen 55 % der THG-Emissionen eingespart werden. Das Land möchte mit den ehrgeizigen Klimaschutzziele eine Vorreiterrolle im Klimaschutz einnehmen und sieht den aktiven Klimaschutz als die Möglichkeit zukunftsfähige Arbeitsplätze zu schaffen.²⁹

Die Stadt Emden nimmt seit 2016 an dem durch die Bundesregierung geförderten Projekt „**Masterplan 100 % Klimaschutz**“ teil. Das Projekt beinhaltet eine Senkung der Treibhausgase bis 2050 um bis zu 95 % und eine Halbierung des Endenergieverbrauchs, um die nationalen Klimaschutzziele erfolgreich umsetzen zu können.³⁰ Grundlage auch hier bildete auch hier eine Energie- und Treibhausgasbilanzierung. Aktuell lässt das Klimaschutzmanagement der Stadt Emden die Energie- und Treibhausgasbilanzierung durch die Firma BEKS EnergieEffizienz GmbH aus Bremen fort-schreiben. Damit die gegebenen Vorgaben erreicht werden können, wurden folgende Handlungsfelder festgelegt:

- Nachhaltige Mobilität
- Energieeffizienter Bau und Sanieren
- Erneuerbare Energieversorgung
- Klimaschonende Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
- Bildung und nachhaltiger Konsum
- Energieoptimierte kommunale Gebäudeinfrastruktur und Organisation

Verkehr/ Mobilität

Die Förderung von Elektromobilität in Verbindung mit erneuerbaren Energien ist ein essentieller Bestandteil, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Der Bund legt mit dem 2020 veröffentlichten **Masterplan Ladeinfrastruktur** eine Grundlage für die Ausweitung der öffentlichen Ladeinfrastruktur. Das Land Niedersachsen veröffentlichte 2016 eine Broschüre, die eine Elektrifizierung des Verkehrs in der Metropolregion (Hannover, Braunschweig, Göttingen, Wolfsburg) thematisiert und verschiedene Projekte und Best-Practice-Beispiele von 2011 bis 2016 vorstellt.

Die Stadt Emden beschloss im Jahr 2004 einen **Verkehrsentwicklungsplan**, in dem dargestellt wurde, dass Umweltqualitätsziele erreicht sowie eine Reduktion des MIV und des unnötigen Verkehrsaufkommens im Stadtverkehr umgesetzt werden soll. Der Modal Split soll sich zugunsten des Umweltverbundes verändern und die Bevölkerung durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit bezüglich der Handlungsziele und der nachhaltigen Verkehrsplanung sensibilisiert werden.³¹

Der **Masterplan 100% Klimaschutz** beinhaltet bereits mehrere konkrete Maßnahmen im Bereich der Elektromobilität. Diese werden in der untenstehenden Tabelle 4 dargestellt.

²⁹ vgl. Land Niedersachsen 2020

³⁰ vgl. Stadt Emden 2017

³¹ vgl. Stadt Emden, 2004b

Tabelle 4: Masterplan 100 % Klimaschutz - Konkrete Maßnahmen im Bereich Elektromobilität

Maßnahmen und Akteure Elektromobilität	Ziele, Handlungsfelder und Zielgruppen
Maßnahmen Ladeinfrastruktur für Elektromobilität aufbauen (M-18) Akteure SWE und Unternehmen der Wirtschaft	Ziele • Verdichtung des Ladesäulennetzes zum Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur • Sukzessive Umsetzung einer dynamischen Ladepunktekarte • Aufbau von 5 weiteren Ladesäulen bis 2020 Handlungsschritte • Installation von neuer Ladeinfrastruktur an bereits festgelegten Standorten Zielgruppen • Bürger*innen der Stadt Emden
Maßnahmen Zugang zur Elektromobilität herstellen (M-19) Akteure SWE, SVE und Stadt Emden	Ziele • Durch Schaffung von Anreizen und Bereitstellung von Informationen soll der Einstieg in die Elektromobilität erleichtert werden Handlungsschritte • Gemeinsame Imagekampagne mit ÖPNV • Schaffung von Beratungsstellen (z. B. Stadtwerke, Wirtschaft, Interessenverbände) Zielgruppen Pkw-Fahrer in Emden
Maßnahmen Umrüstung des kommunalen Fuhrparks auf E-Technologie (M-20) Akteure Stadt Emden und Bau und Entsorgungsbetrieb der Stadt Emden	Ziele • Elektrifizierung des kommunalen Fuhrparks zur Einhaltung der Klimaschutzziele • Elektrifizierung sorgt für eine Vorreiterrolle und dient als gutes Beispiel für Nachbarkommunen Handlungsschritte • Interne Absprachen zum Tausch von Dienstfahrzeugen gegen E-Pkw • Antrag auf Förderung gemäß „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutz in Masterplan-Kommunen“ stellen Zielgruppen • Alle Fachbereiche und Fachdienste sowie Organisationseinheiten der Stadt Emden • Kommunale Mitarbeiter*innen

Der **Nahverkehrsplan** von 2019 baut auf dem Verkehrsentwicklungsplan auf und soll den öffentlichen Personenverkehr an die Ziele des Klimaschutzes und die Anforderungen eines modernen Nahverkehrs anpassen.³² Damit sollen auch neue Kundengruppen angesprochen und somit der Modal Split zugunsten ÖPNV verschoben werden. Es entsteht eine attraktive Alternative zum MIV. Ebenso wird das Ziel verfolgt, die Emissionen in der Stadt durch die eingesetzte Fahrzeugflotte im ÖPNV kontinuierlich zu senken und Busse mit CO₂-neutralen Antriebstechniken einzusetzen.

Der **Radverkehrsplan 2009 – 2015** von 2008 legt die Grundlage für eine starke Förderung des Radverkehrs in Emden. Durch den Verkehrsentwicklungsplan wurde bereits festgestellt, dass die Bewohner der Stadt Emden im Durchschnitt weniger Autos besitzen als der deutsche Durchschnitt. Die Ausstattung mit Fahrrädern liegt mit mehr als 60 % dabei über dem Durchschnitt. Der Plan sieht einen Ausbau der Radverkehrswege und deren Sicherheit als notwendig an. Die Öffentlichkeitsarbeit im Bereich Radverkehrs knüpft dabei an das Projekt „**Emders Up Rad**“ aus dem Jahr

³² vgl. Stadt Emden, 2019b

2004 an, welches bereits eine Sensibilisierung der Bewohner für den Radverkehr vorsah. Ein Netzwerk verbindet die Akteure innerhalb und außerhalb der Verwaltung und gewährleistet so einen Informationsaustausch.

Im **Masterplan Radverkehr 40 %** von 2019, der den Radverkehrsplan 2009-2015 fortschreibt und weiterentwickelt, wird ein Modal Split mit einem Radverkehrsanteil von 40 % als Ziel formuliert. Der Plan knüpft unmittelbar an die Klimaschutzziele aus dem Masterplan Klimaschutz 100% an. Es werden vier Handlungsfelder festgelegt, die in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst wurden.

Tabelle 5: Handlungsfelder Masterplan Radverkehr 40 %

Handlungsfeld	Aufgaben
Öffentlichkeitsarbeit	• Revitalisierung der Kampagne „Emders up Rad“ • Veranstaltungen • Einsatz von Apps
Infrastruktur	• Neubau und Optimierung von Radwegen und Radverkehrsanlagen • Beschilderung und Markierung fördern und verbessern • Ausbau der E-Bike-Infrastruktur • Förderung von Leuchtturmprojekten
Konzepte	• Planung und Schaffung neuer Wegeverbindungen • Konzepte für Radabstellanlagen • Erhöhung der Sicherheit im Radverkehr • Förderung von Mobilitätskonzepten im Bereich Wohnen • Ausbau der Intermodalität
Organisation	• Förderung • Überregionale Zusammenarbeit • Gewinnung von privaten Akteuren • Bereitstellung von Personal und Ressourcen

Die Handlungsfelder dienen als Orientierung für die Umsetzung des Leitbildes und als Rahmenbedingung für die Umsetzung von Maßnahmen. Abschließend werden in Tabelle 6 die Zielstellungen der bestehenden Konzeptionen in der Stadt Emden zusammengefasst.

Tabelle 6: Übersicht mobilitätsrelevanter Zielstellungen der Stadt Emden

Konzept	Ziele
Masterplan 100 % Klimaschutz	Einsparung von bis zu 95 % der Treibhausgasemissionen in der Stadt Emden
	Treibhausgasemission senken durch Nutzung von alternativen Antriebstechniken im ÖPNV
	Erleichterter Einstieg für potentielle Nutzer*innen von E-Fahrzeugen durch Bereitstellung von Informationen und der Schaffung von Anreizen
	Einnahme einer Vorreiterrolle durch Elektrifizierung des kommunalen Fuhrparks
Verkehrsentwicklungsplan (2004)	Reduktion von MIV und unnötigen Verkehrsleistungen durch Stadt der kurzen Wege
	Veränderung des Modal Split zugunsten des Umweltverbundes
	Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Straßennetzes
	Erreichung der Umweltqualitätsziele
Nahverkehrsplan Stadt Emden (2019)	Der ÖPNV soll als Teil des Umweltverbundes kontinuierlich weiterentwickelt werden
	Einsatz von Bussen mit CO ₂ -neutralen Antrieben im Stadtverkehr
	Verlagerung vom MIV zum Umweltverbund
Radverkehrskonzept der Stadt Emden 2009 - 2015	Stabilisierung des hohen Radverkehrsanteils von 30 %
	Ausbau und Förderung von Radverkehrswegen
	Erhöhung der Sicherheit im Radverkehr
	Stärkung der Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Radverkehr
	Aufbau eines Netzwerkes für Akteure innerhalb und außerhalb der Verwaltung
Masterplan 40 % Radverkehr (2019)	Schaffung von Handlungsfeldern für den koordinierten Ausbau des Radverkehrsinfrastruktur
	Erhöhung des Modal Split bis auf 40 %
	Ausbau der E-Bike-Infrastruktur

4 Elektrifizierungspotentiale des Emders Busverkehrs

Kernaussagen:

- Der Emders Busverkehr ist aufgrund günstiger klimatischer und topografischer Bedingungen sehr gut für die Elektrifizierung geeignet.
- Im Zuge der Flottenumstellung kann durch die Einführung von flexiblen Bediensystemen eine Vereinfachung der bisher relativ heterogenen Flotte erfolgen.
- Mit Beginn der Neuvergabe ab 2025 könnten alle Standardbusse elektrifiziert werden, um Lock-In-Effekte zu vermeiden, sollte zunächst jedoch nur die halbe Flotte umgestellt werden und die restliche Umstellung stufenweise erfolgen.
- Die Umstellung kann im Jahr 2031 abgeschlossen werden, wenn die Zweckbindung der Fördermittel für die Anschaffung der Emders Buszüge ausgelaufen ist.
- Die empfohlene Flotte besteht ab dem Jahr 2031 ausschließlich aus batterieelektrischen Bussen, davon vier Gelenkbusse, zwölf Standardbusse und drei kleineren Fahrzeuge für Bedarfsverkehre. Gegenüber der heutigen Flotte verringert sich die Fahrzeuganzahl somit um vier Fahrzeuge.

Im Masterplan 100 % Klimaschutz wurde die Zielstellung festgelegt, einen klimafreundlichen ÖPNV zu schaffen. Dafür soll im Rahmen des Elektromobilitätskonzeptes ein wichtiger Grundstein gelegt werden. Ein reiner Austausch der Antriebstechnologie ist jedoch allein nicht ausreichend, um die Klimaschutzziele des Bundes und der Stadt Emden zu erreichen. Daher sollte auch eine bedarfsgerechte Anpassung des **Angebotskonzeptes hin zu flexibleren Systemen** vorgenommen werden. Dies wird konzeptionell im nachfolgenden Kapitel dargestellt. Anschließend werden auf konkrete mögliche **Elektrifizierungspotentiale auf Basis des Emders ÖPNV** und der aktuellen Flottenzusammensetzung dargestellt und eine konkrete Umsetzungsstrategie vorgeschlagen.

Die Stadtverkehr Emden GmbH (SVE) ist zuständig für die Erbringung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) mit Omnibussen auf dem Gebiet der Stadt Emden und erbringt diesen derzeit in Form eines klassischen vertakteten Linienvverkehrs mit vorgegebener Linienführung sowie festen Abfahrtszeiten. Dafür hat die Stadt Emden die SVE mit einer Direktvergabe ausgestattet, die eine Laufzeit bis zum 31. Dezember 2024 hat. Im Anschluss daran ist eine Neuvergabe der ÖPNV-Leistungen notwendig, weswegen die hier vorliegende Untersuchung darauf abzielt, die Situation des Emders ÖPNVs ab dem Jahr 2025 zu gestalten. Da jedoch noch keine weitergehenden verkehrsplannerischen Unterlagen für die Zeit ab dem Jahr 2025 vorliegen, muss auf die vorliegende Datengrundlage (z. B. Umlaufplanung) der SVE zurückgegriffen werden. Auf Grund der fundierten Datenbasis aus Ist-Daten sind die Ergebnisse dennoch verlässlich.

Die SVE fungiert in der Stadt Emden als Verkehrsmanagementgesellschaft. Das bedeutet, dass sie die Verkehrsleistungen nicht selbst erbringt, sondern dafür einen Nachauftragnehmer beauftragt hat. Dieser Nachauftragnehmer ist gegenwärtig die Reiter´s Busverkehrs GmbH (Reiters). Die Firma Reiters ist ebenfalls bis zum Ende des Jahres 2024 beauftragt. Da im Anschluss daran eine Neuvergabe der Leistungen stattfindet, kann aus heutiger Sicht noch nicht bestimmt werden, welches Unternehmen diese Verkehre ab dem Jahr 2025 erbringt. Dieser Umstand bringt für die Betrachtungen zur strategischen Elektrifizierung des Emders ÖPNV zusätzliche Optionen, da die aktuelle Fahrzeugflotte bei der Elektrifizierung nicht zwingend einbezogen werden muss.

4.1 Zukunftsfähiger ÖPNV für Emden

Im Masterplan 100 % Klimaschutz wurde im Rahmen einer Haushaltsbefragung ein ÖPNV-Anteil am Modal Split von 6 % erfasst. Das bedeutet, dass 6 % aller Wege mit dem ÖPNV zurückgelegt werden. Für die Gestaltung der Verkehrswende in Emden wurde zudem festgelegt, dass der ÖPNV mit einem verbesserten Angebot nutzerfreundlich angeboten werden soll, um einen wichtigen Beitrag zu einer klimafreundlichen Mobilität zu leisten. Dafür wird eine Steigerung des Modal Split Anteils bis 2050 um 66 % angestrebt.

Der klassische ÖPNV stößt aus wirtschaftlichen Gründen insbesondere in Klein- und Mittelstädten häufig an seine Grenzen. Ein bedarfsgerechtes und flexibles System kann dazu beitragen, dass das ÖPNV Angebot für den Nutzer attraktiver gestaltet wird, dadurch mehr Fahrgäste, ggf. auch aus neuen Zielgruppen erreicht werden und wirtschaftliche Herausforderungen überwunden werden können.

In Studien konnte ermittelt werden, dass durch die Einführung von flexiblen Verkehrssystemen sowohl Fahrzeuge als auch Treibstoffkosten eingespart, aber auch Emissionen deutlich reduziert werden konnten. Darüber hinaus war es in anderen Pilotgebieten nachweisbar, dass die Nachfrage am ÖPNV deutlich gestiegen und der Modal Split-Anteil ebenfalls zugenommen hat. Konkret lässt sich dies anhand folgender drei Beispiele darlegen, weitere Best Practices und Entwicklungen im Bedarfsverkehr werden im Kapitel 4.1.1 aufgeführt:

- (1) Im Reallabor Schorndorf in Baden-Württemberg zeigte sich, dass durch den Einsatz von Bedarfsverkehren mehr als ein Viertel der im Linienverkehr operierenden Busse eingespart werden konnten. Dies führte zu einer deutlichen Reduktion des Verkehrsaufkommens sowie von Luft- und Lärm-Emissionen im Stadtgebiet – im Konkreten konnten im Vergleich zum klassischen Buslinienbetrieb 60 Prozent der CO₂-Emissionen eingespart werden. Durch den On-Demand Charakter stellten sich deutlich kürzere Umläufe im Vergleich zum Linienbetrieb ein, was wiederum zu Einsparungen von Treibstoffen i. H. v. 7 000 € im Untersuchungszeitraum von neun Monaten führte. Zwar folgten wirtschaftlich keine personellen Einsparungen, dennoch konnten Treibstoffkosten und Emissionen deutlich reduziert werden.³³
- (2) Ähnliches konnte im Untersuchungsgebiet Monschau, nahe Aachen, nachgewiesen werden: die Nachfrage am ÖPNV durch die Etablierung von Bedarfsverkehren konnte um 40 Prozent gesteigert werden. Grund dafür ist auch, dass Gebiete bedient werden konnten, die vorher nicht an das ÖV-Netz angebunden waren. Auch hier konnte festgestellt werden, dass bei gleichem Mitteleinsatz durch den Verkehrsdienstleister ein deutlich besseres Angebot bereitgestellt werden konnte als zur Zeit des klassischen liniengebundenen ÖV.³⁴
- (3) Das Institut für Verkehrsplanung und Logistik der Technischen Universität Hamburg evaluiert die verkehrlichen Auswirkungen des On-Demand Dienstes ioki in den Hamburger Stadtteilen Lurup und Osdorf. Durch die wissenschaftliche Begleitung konnte herausgestellt werden, dass jeder vierte Fahrgast die Fahrt mit dem Pkw durch den individuellen Shuttle-Service substituiert. Zudem beginnen oder enden fast 75 Prozent aller Fahrten an einer ÖPNV-Haltestelle, sodass eine deutliche Stärkung des ÖVs beobachtet werden kann.^{35, 36}

4.1.1 Bedarfsverkehre allgemein

Bedarfsverkehre fahren, im Gegensatz zum öffentlichen Linienverkehr, nur wenn ein konkreter Fahrtwunsch vorliegt. Sie werden i.d.R. ergänzend zum ÖPV eingesetzt. Häufige Leerfahrten und eine schlechte Abdeckung stellen meist den Initialpunkt dar. Dabei werden nur Haltestellen angefahren, für die Anfragen vorliegen. Klassisch werden für solche flexiblen Bedarfsverkehre Taxen oder Anruflinienverkehre genutzt. Mit gleichen Mitteln kann so meist eine bessere Verfügbarkeit und teilweise breitere Abdeckung geschaffen werden. Es entfallen Leerfahrten zu Gunsten von zielgerichteten Angeboten.

³³ Vgl. DLR, 2019

³⁴ Vgl. PTV Group et al. (2019)

³⁵ Vgl. ioki, 2021

³⁶ Stand 04.02.2021 sind bisher nur die Kernaussagen der Studie veröffentlicht. Die Veröffentlichung der vollständigen Untersuchung erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt

Die Ergänzung des Verkehrsangebotes durch Bedarfsverkehre ist keine neue Entwicklung, sondern wurde bereits mit dem ersten Rufbus 1977 in Friedrichshafen erprobt. Seitdem konnten sich Bedarfsverkehre von einfachen Rufbussen und Anrufsammeltaxen zu einem vollintegrierten On-Demand-Dienst entwickeln, der einfach und komfortabel buchbar ist.

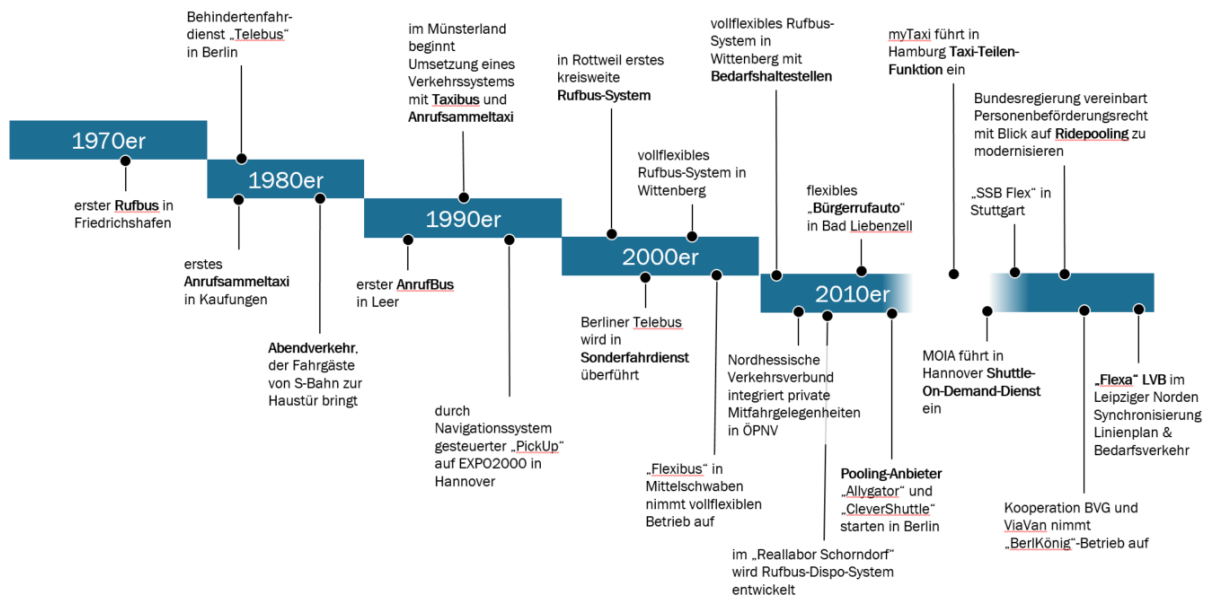


Abbildung 9: Entwicklungen zum Bedarfsverkehr in Deutschland ³⁷

Zentrale Entwicklungen können insbesondere durch die Digitalisierung verzeichnet werden. Dadurch sind speziell die Möglichkeiten zum effizienten Pooling (Bündelung von Fahrtwünschen) gestiegen, wodurch Routeneinsparungen erzielt werden können. Durch die Entwicklungen des Bedarfsverkehrs hin zu einem voll integrierten Produkt der Verkehrsunternehmen sind seit den 2010er Jahren insbesondere der Komfort und die komfortable Nutzung für die Kunden verbessert worden.

Ein aktuelles Best Practice wurde in **Leipzig** mit dem flexiblen Bedarfsverkehr **Flexa**³⁸ geschaffen, welches momentan im Norden des Stadtgebietes pilotiert wird. Dabei werden Kleinbusse genutzt, welche bis zu sechs Passagiere befördern können. Die Besonderheit des Service der Leipziger Verkehrsbetriebe besteht nicht nur in der Integration des Bedarfsverkehrs mit Bus und Bahn, sondern auch in der Synchronisierung mit dem ÖPNV. So organisiert Flexa im gesamten Verbundraum die optimale Kombination aus Bedarfs- und Linienverkehr. Flexa operiert wochentags zwischen 5 Uhr und 24 Uhr, am Wochenende ab 6 Uhr bzw. 8 Uhr. Die Preise einer Fahrt sind dabei die gleichen wie in den Linienfahrzeugen. Nutzer*innen können die bedarfsgesteuerten Fahrzeuge mittels Telefon ordern – einfacher allerdings ist die Nutzung der mobilen Applikation, die es erlaubt an allen virtuellen Haltestellen im Bediengebiet ein- und auszusteigen. Die Verwendung dieser virtuellen Haltestellen bringt den Vorteil mit sich, dass flexibel auf Nachfrageänderungen reagiert werden kann. Im ersten Jahr des Tests wurden nach Angaben der Verkehrsbetriebe über 50 000 Fahrten durchgeführt, sodass das Bediengebiet im August 2020 um ein weiteres Stadtviertel im Norden Leipzigs erweitert wurde.

Ein weiteres Beispiel für Bedarfsverkehre lässt sich in Berlin finden. Unter dem Namen **BerlKönig**³⁹ operiert auch dort ein on-demand Angebot der Berliner Verkehrsbetriebe in Zusammenarbeit mit ViaVan, welches rund um die Uhr innerhalb des östlichen Innenstadtrings Fahrgäste transportiert. Ziel ist es hier einen günstigen und durch den Einsatz von Elektrokleinbussen umweltschonenden

³⁷ Mehlert, Schiefelbusch, 2018, S. 29

³⁸ Leipziger Verkehrsbetriebe AG, 2020

³⁹ BerlKönig, 2020

Service zu bieten. Berlkönig setzt vor allem auf das Ridesharing-Konzept, bei dem Fahrten unterschiedlicher Kunden gebündelt werden. Anders als Anbieter wie UBER zielt Berlkönig jedoch auf die Integration mit dem ÖPNV ab, da ein Ein- und Ausstieg lediglich an Haltestellen bzw. -punkten möglich ist. Auch hier können maximal sechs Personen pro Fahrt befördert werden. Anders als bei Flexa ist es dabei ausschließlich möglich, Buchungen via mobiler Applikation vorzunehmen. Nach erfolgreicher Buchung wird den Nutzer*innen auch hier aufgezeigt, an welchem Ort sie abgeholt werden. Eine Reservierungsfunktion, die schon Stunden vor dem Fahrtantritt, wie beim Leipziger Service vorgenommen werden kann, gibt es in Berlin nicht. Der Buchungspreis setzt sich aus einem Grundpreis von 1,50 € pro km zusammen, welcher allerdings bei einer Gruppenbuchung geringer oder in Stoßzeiten höher ausfallen kann. Der Mindestpreis beträgt 4 €.

Ein dritter und ähnlicher **Mobilitätsdienst ist SBBflex**⁴⁰, welcher von der Stuttgarter Straßenbahnen AG in Zusammenarbeit mit moovel betrieben wird. Auch hier wird den Kund*innen ein on-demand Shuttle-Service angeboten, der jedoch ausschließlich in den Abendstunden fährt. SBBflex ist Sonntag bis Donnerstag von 18 Uhr bis 02 Uhr bzw. am Freitag und Samstag bis 4 Uhr nutzbar. Wie schon bei Berlkönig ist das Buchen ausschließlich mittels Smartphone möglich. Der Ein- und Ausstieg ist an virtuellen Haltepunkten möglich, für die man maximal 200 Meter zu Fuß laufen muss. Das Bediengebiet ist jedoch der gesamte Stuttgarter Stadtraum und umfasst damit eine deutlich größere Fläche als in Leipzig oder Berlin. Wie auch beim Berliner Service werden mittels Nutzung von Algorithmen Fahrtwege von Kunden zusammengeführt, sodass SBBflex auch ein Ridepooling-Dienst darstellt. Ist eine Integration von SBBflex mit liniengebundenen Verkehrsmitteln sinnvoll, wird dieser intermodale Weg offeriert. Das Abrechnungsmodell ist in Stuttgart anders ausgeprägt als in den beiden zuvor beschriebenen Städten, da das Stadtgebiet in eine Vielzahl von Zonen aufgeteilt ist. Die Fahrgäste zahlen einen Grundbetrag von 2,20 € und einen Aufpreis von nochmals 0,40 € für jede durchfahrene Zone.

Eine letzte Best Practice sei mit dem **Reallabor Schorndorf**⁴¹ näher beleuchtet. Beginnend im Februar 2016 wurde in der baden-württembergischen Stadt rund drei Jahre untersucht, wie sich die zukünftige Mobilität in Mittelstädten entwickelt. Ziel war es dabei ein bedarfsgerechtes Mobilitätskonzept zu entwickeln, da der liniengebundene ÖPNV viele Leerfahrten und eine teils geringe Auslastung aufwies. Bürger*innen konnten auch in diesem Bedarfsverkehrskonzept an physischen und virtuellen Haltepunkten im Stadtgebiet zu- und aussteigen. Im Reallabor Schorndorf wurden nur drei Kleinbusse, davon ein Hybridbus, eingesetzt, welche ab Freitagnachmittag bis Sonntagnacht in Betrieb waren. Die Gefäßgröße betrug je nach Modell zwischen sieben und zehn Plätze. Eine ständig im Hintergrund berechnende Routenoptimierung stellte sicher, dass die Fahrgäste so nah wie möglich an ihr Ziel gefahren werden konnten. Eine Buchung war mittels mobiler Applikation, Website und Telefonzentrale möglich und war bis 5 Minuten vor Fahrtantritt, frühestens drei Tage im Voraus möglich. Die Möglichkeit eines Spontanzustiegs war am Bhf. möglich. Der Preis einer Einzelfahrt belief sich auf 1,40 €. Es war zudem möglich Zeitkarten zu nutzen. Analysen zeigten, dass es möglich während der Betriebszeit der Bedarfsbusse 60 Prozent an CO²-Emissionen im Vergleich zum Ausgangsfall einzusparen.

Eine Übersicht mit weiteren Best Practices kann dem Anhang 12.1 entnommen werden. Wie die genannten **Best-Practices** zeigen sind Bedarfsverkehre insbesondere in Großstädten erfolgreich durchgeführt, umfassend erprobt und mittlerweile etabliert. Daher ist das System nun bereit auch auf Mittelstädte, wie Emden, übertragen zu werden. Dabei bleibt neben der technisch und systemisch erprobten Lösung eine der größten Herausforderungen die Nutzer*innen-Akzeptanz zu erreichen. Aus diesem Grund ist es umso wichtiger eine leichte und niederschwellige Zugänglichkeit für die Kunden*innen in einem vollintegrierten Bedarfsverkehr zu gewährleisten.

⁴⁰ Stuttgarter Straßenbahnen AG, 2020

⁴¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., 2020

Vor- und Nachteile von Bedarfsverkehren im Vergleich zum liniengebundenen Verkehr

*Der Vorteil von bedarfsorientierten Verkehren liegt insbesondere in den Flexibilitätsge-
winn für die Kund*innen. Durch virtuelle Haltestellen, wie bereits bei der Best-Practices
aus Leipzig oder Berlin aufgezeigt, kann das Erschließungsgebiet erhöht und die Wege
der Fahrgäste von ihrem Startpunkt zur Haltestelle reduziert werden, sodass ein attrakti-
ves Angebot für die Kunden entsteht und die Kundenbindung durch als individuell wahr-
genommene Services erhöht werden kann. Eingangs wurde ebenso durch die Anwen-
dungsbeispiele verdeutlicht, dass sowohl positive umweltbilanzielle Effekte, aber vor al-
lem auch eine Steigerung des ÖPNV-Anteils im Modal Split erzielt werden können.*

In Schorndorf war es mit dem On-Demand Verkehr möglich die nötige Meterzahl zur nächsten Haltestelle von 500 Meter auf nur noch 150 Meter zu reduzieren. Ein weiterer großer Vorteil besteht darin, dass Linienfahrten und damit auch Fahrzeuge eingespart werden können, wodurch sowohl wirtschaftliche Vorteile für den Verkehrsdienstleister als auch ökologische Vorteile entstanden sind. So ergaben Analysen des DLR, dass in Schorndorf 29 Prozent aller Leerfahrten vermieden sowie ein Viertel aller Umläufe gespart werden konnten.⁴² Allerdings kann dies zu Engpässen bei Großveranstaltungen oder Ausnahme-Situationen führen, was die Notwendigkeit einer koordinierten und vollumfänglichen Planung mit sich bringt.

Weitere Vor- und Nachteile bedarfsorientierter Verkehre können der nachstehenden Abbildung entnommen werden.

Vorteile bedarfsorientierte Verkehre	Nachteile bedarfsorientierte Verkehre
+ Räumliche Erschließungswirkung und Ausweitungsmöglichkeit Einzugsgebiete + Kosteneinsparung durch Reduktion unrentabler Linienfahrten und geringeren Treibstoffbedarf + Emissionseinsparungen + Entfernung zur Haltestelle kann reduziert werden + Stärkung der Kundenbindung durch individuelle Services + Bündelung komplexer Mobilitätsbedürfnisse + Erhöhung des ÖPNV-Anteil am Modal Split + Effiziente Nutzung vorhandener Infrastruktur + Ergänzung der bestehenden Linienverkehre und Bike-/ Park-&Ride-Angeboten	– Betriebliche Nachteile bei der Umlaufplanung und Investitionsaufwände in Software – hoher Dispositionsaufwand – Konkurrenz zum Taxigewerbe → Widerstände – Geringe Flexibilität in Nachfragespitzen – Nicht die gewohnte Haltestellenzugänglichkeit und Nutzungsweise für den Nutzer



Abbildung 10: Vor- und Nachteile bedarfsorientierter Verkehre

4.1.2 Vorgehen und Anwendung in Emden

Um wichtige Impulse und Anforderungen für einen zukunftsfähigen ÖPNV in Emden durch verschiedene Stakeholder aus Politik, Verkehrsdienstleistern und Interessensvertretern aufzunehmen wurde am 03.09.2020 in Emden der Workshop „Ein zukunftsfähiger ÖPNV für Emden“ durchgeführt. Hierbei wurde deutlich, dass auch diese Vertreter „On-Demand“-Verkehre für Emden als ökonomisch und ökologisch sinnvoll bewerteten. Dabei wurde das Zielbild skizziert, dass ein Kernnetz weiterhin durch den klassischen Linienverkehr bedient, aber Randbereiche gut durch Bedarfsverkehre erschlossen werden sollten.

⁴² Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., 2019, S. 21-22

Zur Identifikation von Linien und Quartieren mit hoher Eignung für die Umstellung und Ergänzung durch Bedarfsverkehre wurden konkrete Fahrgastzahlen des Emder Busnetzes analysiert und mittels Quartierscharakterisierung das zukünftige Kernnetz festgelegt, das weiterhin durch den Linienverkehr bedient werden soll.

Dabei wurden folgende Anforderungen für die Konzeption des zukünftigen ÖPNV-Systems, bestehend aus Bedarfs- und Liniengebundenen Verkehr, seitens der Stadt Emden gestellt:

- Der **Schülerverkehr** soll nicht separat geplant werden, sondern langfristig im Kernnetz mitgeführt werden
- Bedarfsverkehre sollte mit **Bussen** abgedeckt werden, die eine Beförderungszahl von bis zu 15 Personen inklusive der Möglichkeit zur Beförderung von Rollstuhl und Kinderwagen (**Barrierefreiheit**) erlauben

Mit der möglichen Planung eines Bedarfsverkehrs kann das Ziel verfolgt werden, die Hauptrouten des Kernnetzes durch die Zubringerfunktion zu stärken und neue Kundengruppen durch ein flexibilisiertes System zu erreichen. Aus wirtschaftlicher Sicht muss die Anzahl der benötigten Busse zu Stoßzeiten sinken oder maximal gleichbleiben.

Um Abschätzungen zur möglichen Ergänzung bzw. Umstellung auf Bedarfsverkehre treffen zu können, wurde das Fahrgastaufkommen (FGA) im zeitlichen Verlauf sowie in der räumlichen Erschließung untersucht. Die Betrachtung des Tagesgangverlaufes gibt Aufschluss über die Peak-Verteilung. Über alle Linien ist in den Morgenstunden zwischen 07:00 – 08:00 Uhr sowie am Nachmittag zwischen 13:00 – 14:00 Uhr das höchste Fahrgastaufkommen zu verzeichnen.

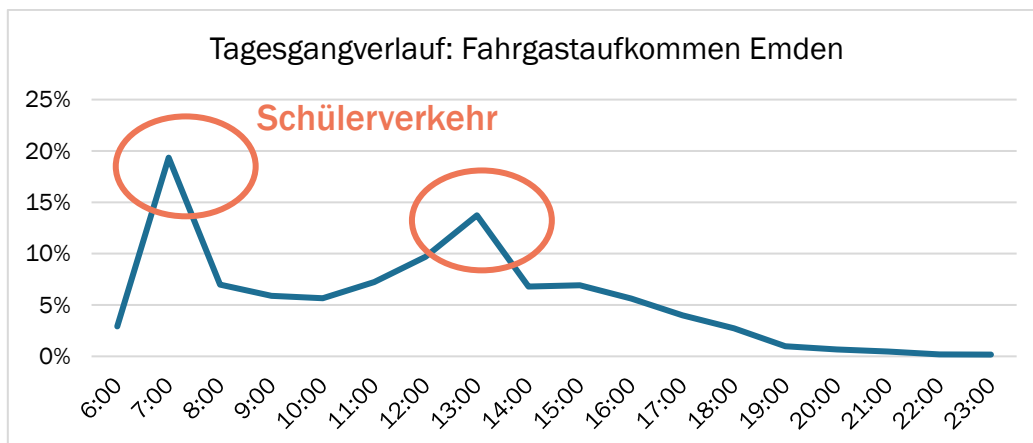


Abbildung 11: Tagesgangverlauf Fahrgastaufkommen in Emden

Für eine Betrachtung des Umsetzungspotentials für Bedarfsverkehre in bestimmten Stadtteilen zu Zeiten geringer Nachfrage wurden die Tagesgangverläufe der einzelnen Linien analysiert. Dabei wird deutlich, dass nach 17 Uhr kaum mehr eine Nachfrage nach dem liniengebundenen Verkehr besteht und eine Beförderung der Fahrgastzahlen mit Kleinstbussen umsetzbar wäre. Eine Ausnahme bildet die Linie 6, die auch bis 18 Uhr noch eine Nachfrage von mehr als 20 Fahrgästen je Stunde aufweist. Die Linie 6 erschließt den im Süd-Osten gelegenen Ortsteil Borssum und verkehrt bis zum Freibad Borssum. Die parallel laufende Linie 16, die weiter bis nach Pektum führt weist eine deutlich geringere Auslastung auf.

In der räumlichen Verteilung wurden die Fahrgastzahlen je Linie auf die durchschnittlichen Beförderungszahlen pro Minute und pro Fahrt (inkl. Schüler) umgerechnet. Die nachstehende Abbildung zeigt die starken Unterschiede durch die Schülerbeförderung in der Auslastung der Linienverkehre.

Einige Linien werden ausschließlich durch Schülerverkehre nachgefragt – also am Morgen und in den Mittagsstunden. Diese Linien müssen demzufolge nicht über den gesamten Tag als Kernnetzlinie angebunden werden, sondern können in diesen Stoßzeiten als Verlängerung (Einrückfahrten) eines eingekürzten Kernnetzes angeboten werden.

Das würde beispielsweise bedeuten, dass Richtung Westen die Anbindung der Grund- und Oberschule Wybelsum nur in den Schülerverkehrszeiten durch das Kernnetz angebunden wird und außerhalb dieser Zeiten Bedarfsverkehre eingesetzt werden können.

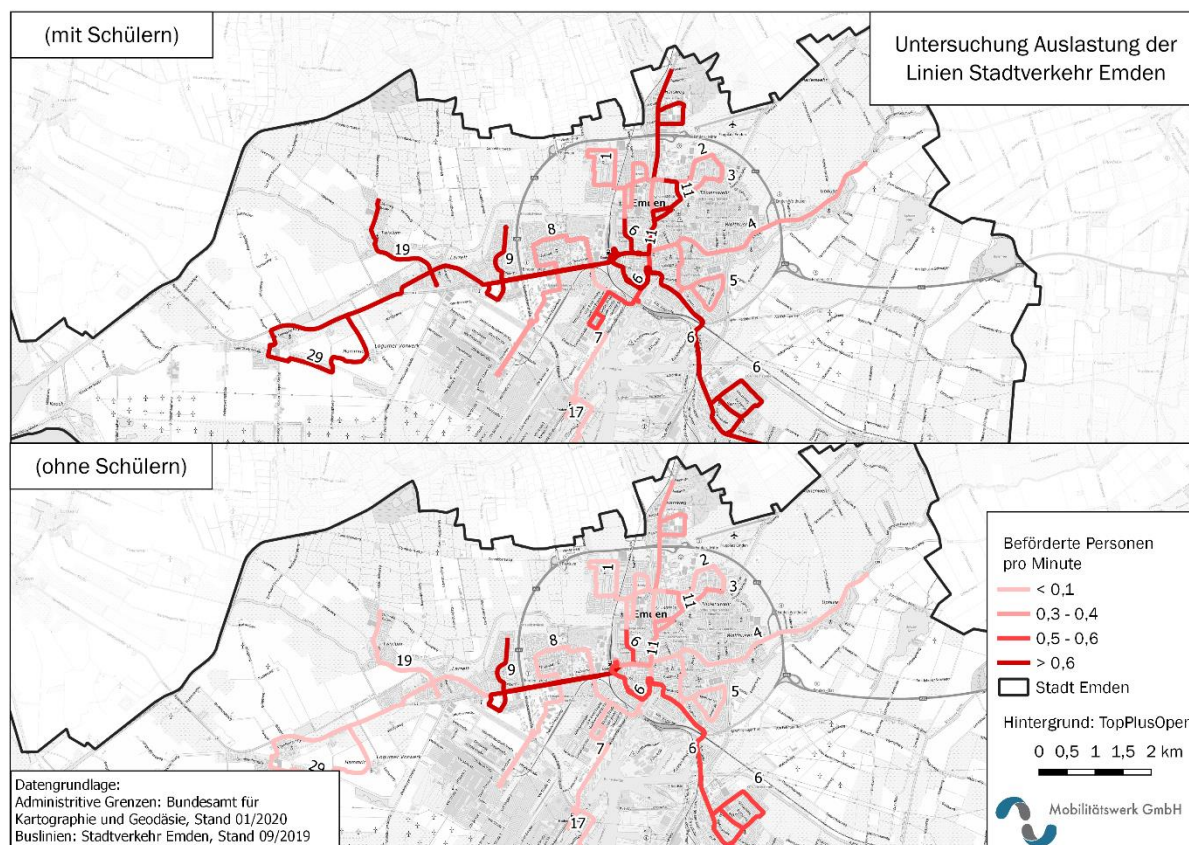


Abbildung 12: Fahrgastaufkommen und durchschnittliche Auslastung auf den Linien

Durch die Betrachtung dieser durchschnittlichen Auslastung auf den Linien und der Untersuchung der Anteile vom Schülerverkehr wird folgendes deutlich:

- Ein geringeres FGA ist insbesondere in den Randbereichen der Stadt zu verzeichnen
- Der Schülerverkehr stellt den Kern der Beförderungsleistung des Emdener ÖPNV dar
- Einige Linien weisen einen überproportionalen Schüleranteil im Vergleich zu den Gesamtbeförderungsfällen auf

Es ist jedoch zu beachten, dass die Darstellung keine Differenzierung nach gefahrenen Abschnitten der Linien zulässt, sondern das Fahrgastaufkommen immer gleichmäßig auf der ganzen Linie dargestellt wurde. Für eine Detaillierung ist eine Haltestellenscharfe Fahrgastzählung nötig.

Um dennoch eine Indikation zu den Verkehrsströmen zu erhalten, wird die Verteilung der Schulen und der Bevölkerungsverteilung in Emden in die Betrachtung eingebunden. Dadurch können Abschätzungen zu Hauptverkehrsströmen durch die Schüler ermittelt werden. Die nachstehende Abbildung 13 stellt die Bevölkerungsverteilung in Emden unter 18 Jahren dar. Hier unterliegt die Annahme, dass ein Großteil dieser Bevölkerungsgruppe täglich zu den Schulen pendelt. Für die Verkehrsströme wird lediglich der Pendelweg zu weiterführenden und berufsbildenden Schulen unter

der Annahme betrachtet, dass die Mehrheit der Grundschüler nicht mit dem ÖPNV fährt. In folgenden Ortsteilen können hohe Anzahlen von Bewohnern unter 18 Jahren verzeichnet werden:

- Im Westen:
 - im Ortsteil Larrelt keine weiterführenden Schulen
 - → Verkehrsströme werden in Richtung Stadtzentrum (weiterführende Schulen) erwartet
 - im Ortsteil Wybelsum befindet sich eine Oberschule.
 - → Verkehrsströme zur Schule finden ausschließlich in den Peak-Zeiten (am Morgen und am Mittag statt), in den Zwischenzeiten sind kaum Fahrgäste zu verzeichnen, mit hoher Wahrscheinlichkeit werden hauptsächlich Schüler/-innen aus dem OT Wybelsum die Schule besuchen
- Im Norden: Tholenswehr, Barenburg (eine Grundschule)
 - → Verkehrsströme zu den Schulen Richtung Zentrum.
- Im Süden: Borssum (eine Grundschule und eine weiterführende Schule)
 - → Verkehrsströme zum Teil zu den berufsbildenden Schulen ins Zentrum

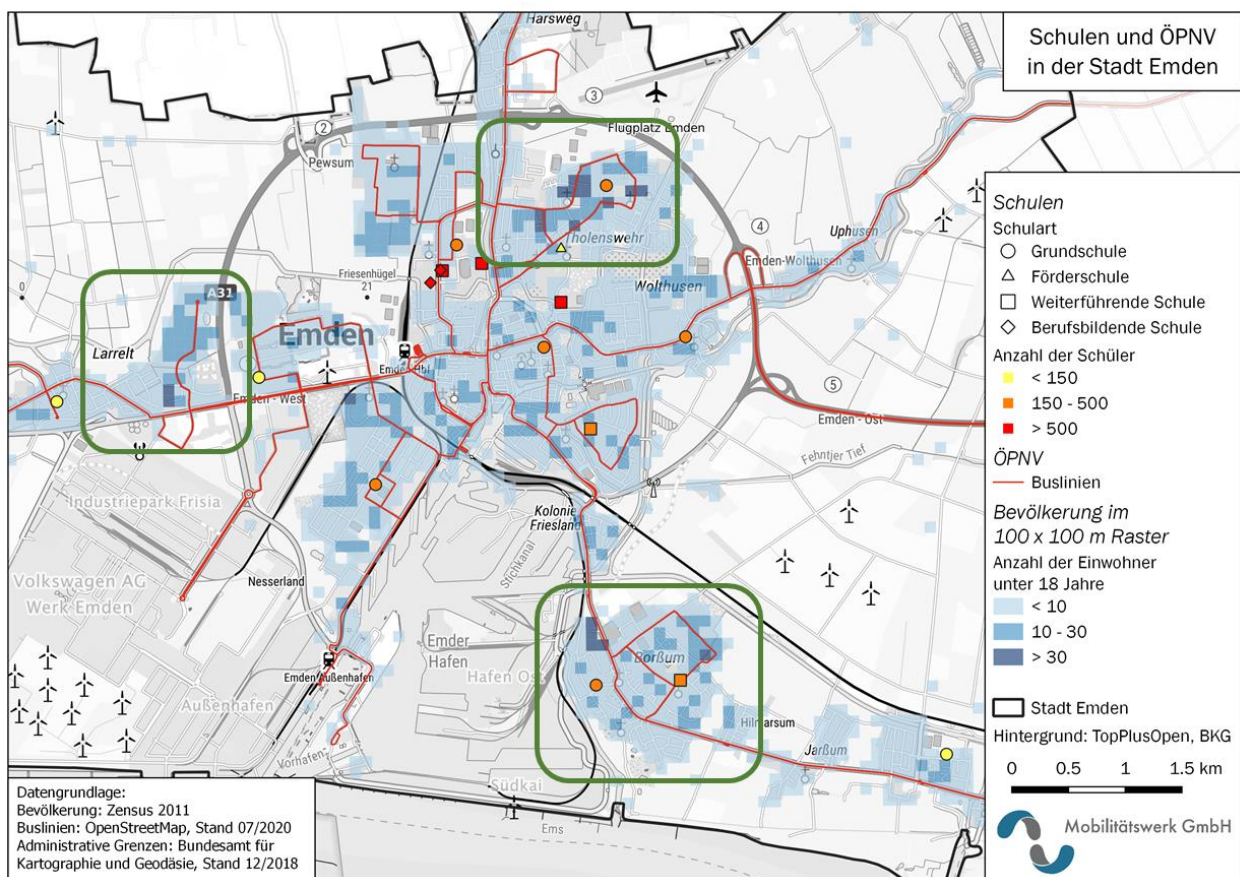


Abbildung 13: Bevölkerungsverteilung, ÖPNV-Netz und Schulen in Emden

Unter der Prämisse, dass die Mehrheit der Schüler*innen durch das Kernnetz zu den Schulen befördert werden soll, lassen sich aus dem FGA und der Verteilung der Verkehrsströme durch die Schüler*innen daraus drei Hauptkorridore gemäß der Erschließung der Schulen und Schülerbeförderung für das Kernnetz festhalten: Anbindung nach Norden, Anbindung nach Süden und Anbindung nach Westen. Eine exemplarische Darstellung auf dem Fahrplan der Emder Stadtverkehre mit Schülerzahlen kann dem Anhang 12.2 entnommen werden.

4.1.3 Möglichkeit der Umstellung in Emden

Möglichkeiten zur Umstellung von Kernlinien

Für die Umstellung des ÖPNV hin zu einem Kernlinien-Korridor, der durch Kleinbusse, die bedarfsgerecht fahren, ergänzt wird, werden die nachstehenden Annahmen sowie Umsetzungsempfehlungen formuliert.

Dabei sollen sowohl Linienverläufe gebündelt werden, um Parallelverkehre zu vermeiden und die Auslastung der eingesetzten Fahrzeuge zu steigern, aber auch Linien verkürzt oder verlängert werden. Durch die Beschränkung auf ein kleineres Kernnetz, das durch kleinere Fahrzeuge bedarfsgerecht ergänzt wird, kann sowohl im Kernnetz die Angebotsqualität durch eine Takterhöhung deutlich wachsen, als auch durch die Ergänzungsverkehre eine Flexibilisierung und damit Attraktivitätssteigerung erreicht werden.

Zur Erschließung des Kernkorridors stehen die Linien 6, 9 und 3 im Fokus. Entsprechend des dreigeteilten Korridors wird für jeden Erschließungsbereich dargestellt, welche Annahmen und Empfehlungen bestehen.

Tabelle 7: Annahmen zur Umsetzung von Kern- und Bedarfsverkehrsnetz

Anbindung in Emden	FGA	Linien	Annahmen zur Umsetzung
Süden	39 %	6, 16, 5, (2)	• Kernlinie 6: Bündelung Linie 6 und 16 (Parallelverkehr) und Verlängerung der Linie 6 bis zum Schulzentrum, Kürzung Linie 16 → Übernahme des Schüler-Aufkommens von Linie 2 ab Schulzentrum oder HBF (ca.45% des FGA) • Einsatz von Bedarfsverkehrsmittel (nicht liniengebunden): ○ Zubringer von der Fähre zum Linienbündel 6 + 16 ○ Ersetzen der Linie 5 → Einsatz Kleinbus → Fahrten von Fähre zum Linienbündel + Fahrten auf Linie 5
Westen	22 %	9, 19, 29	• Kernlinie 9: Bündelung der Linie 9 und 19 ○ Einrückfahrten zu Schüler-Peakzeiten bis Wybelsum (Achtung: vorab sollte eine Untersuchung stattfinden aus welchen Ortsteilen Schüler der Oberschule Wybelsum kommen) • Wegfall Linie 29 → Aufnahme des FGA von 29 auf das Linienbündel 9 + 19 (Annahme: 50% des FGA von Linie 29) • Einsatz von Bedarfsverkehrsmittel: ○ Erschließung Ortsteil (OT) Wybelsum
Norden	22 %	2, 3, 11	• Kernlinie 3: Bündelung Linie 2 und 3 (+ 11 bis Geibelstraße) ○ Schüleraufkommen (Linie 2) verlagert ab Schulzentrum auf „Kernlinie 6“ (Anbindung Süd) ○ → 55% des FGA (=Nicht-Schüler) verbleiben in Linie 2 ○ Schüleraufkommen auf Linie 11 wird über Kernlinie 3 abgewickelt (Annahme für Linie 11) = 61% der Linie • Einsatz von Bedarfsverkehrsmittel: Linie 11 verbleiben 39% des FGA (=Nicht-Schüler) für Erschließung mit Bedarfsverkehren

Süd-westen (Werks- verkehre)	9 %	7, 17, 8	• Kernlinie 8: Bündelung der Linien 7, 17 und 8 ○ Anbindung des VW-Standorts über klass. angepassten ÖPNV ○ Anbindung des Hafengebietes (Linie 7+ 17) über Bedarfsverkehre • Schaffung von Bedarfsverkehren ○ Bedarfsgerechte Planung zum Anschluss an Linienverkehr ○ Einbindung VW und große Unternehmen am Hafen, durch z.B.: ▪ A) Nutznießerfinanzierung – Beteiligung am ÖPNV ▪ B) Förderung& Sensibilisierung eigener Shuttlefahrten
Randge- biete im Norden	8 %	1, 4	• Linie 1 und 4 entfallen aus dem Kernnetz • Erschließung über 1-2 Bedarfsbusse • Starke Förderung des Radverkehrs (gute Infrastruktur, Innenstadtnähe)

Die in der Tabelle beschriebenen Annahmen für eine mögliche Umstellung der Linienstrukturen wurden in der nachstehenden Karte auf die Linienverläufe und der Stadtstruktur Emdens umgelegt. Dadurch kann das potentiell neu entstehende Kernnetz dargestellt werden. Als Einzugsbereich der Haltestellen wird als angemessener Bedienstandard ein Radius von 300 m angenommen⁴³. Das bedeutet, dass Emden, die innerhalb dieses Einzugsbereiches leben den ÖPNV mit höherer Wahrscheinlichkeit nutzen. Gemäß dieser Annahme wurde der Anteil der Einwohner, die innerhalb des Einzugsbereichs der Kernlinien leben, ermittelt.

Die folgende Abbildung zeigt ebenfalls, die zeitlich bedarfsgerechte Anbindung der Schule im Westen, z.B. auch über Einrückfahrten vom Kernnetz. Das Fahrgastaufkommen ist außerhalb der Schulbeginn- und -endzeiten sehr gering. Für eine Detailplanung ist jedoch eine detaillierte Fahrgastzählung sowie ggf. auch Erfassung der Wohnorte der Schüler*innen dieser Schulen sinnvoll.

⁴³ Vgl. Schwarze 2005

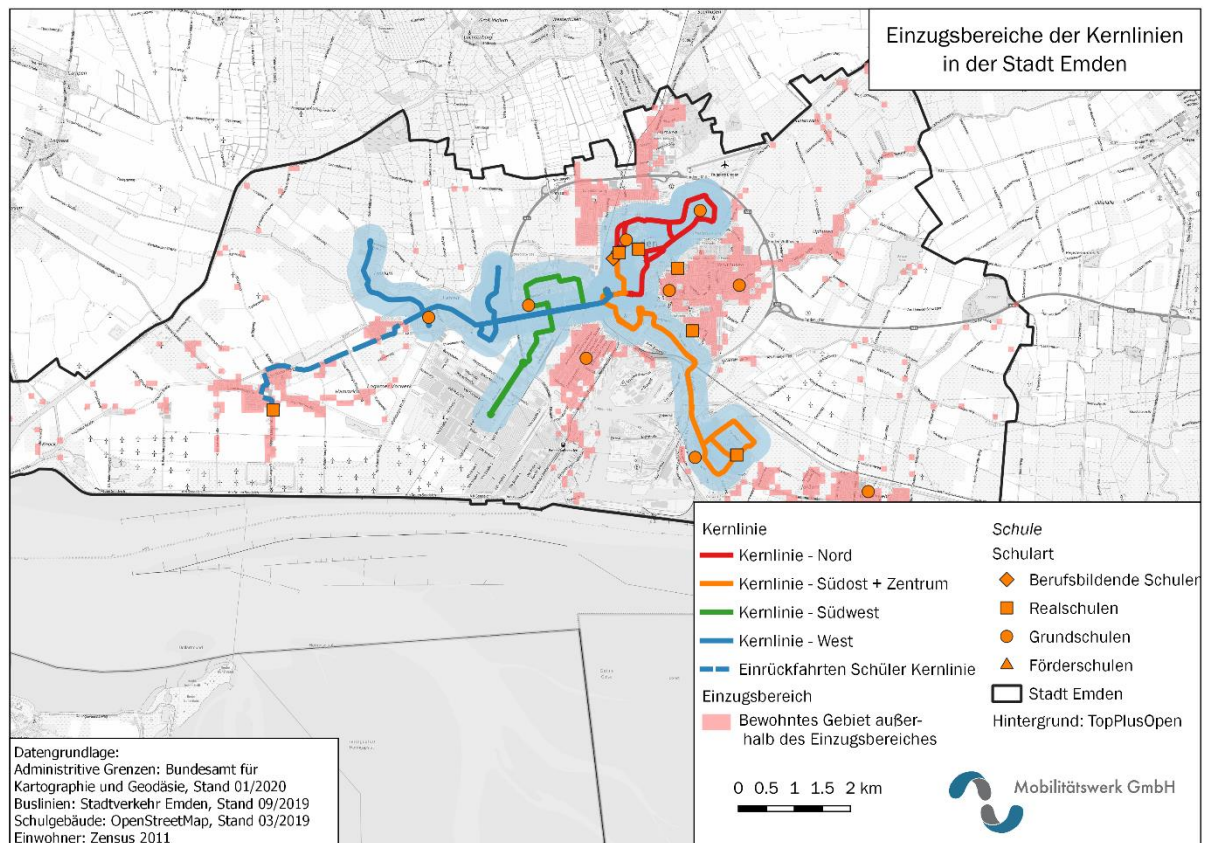


Abbildung 14: Einzugsbereich der möglichen Kernlinien in Emden

Möglichkeiten zur Umstellung für Bedarfsverkehre

Die Bedienung im **Bedarfsverkehrsgebiet** wird auf Basis der dargestellten Annahmen zum Kernnetz und dem aktuellen Fahrgastaufkommen bewertet. Folgende Rahmenparameter liegen zugrunde:

	Kernnetz-Gebiet	Bedarfsverkehr-Gebiet
Bevölkerungsverteilung [Einwohner*innen]	31.927 (64 %)	18.268 (36 %)
Fahrgastaufkommen [Fahrgäste pro Jahr]	1.135.542 (75 %)	371.358 (25 %)

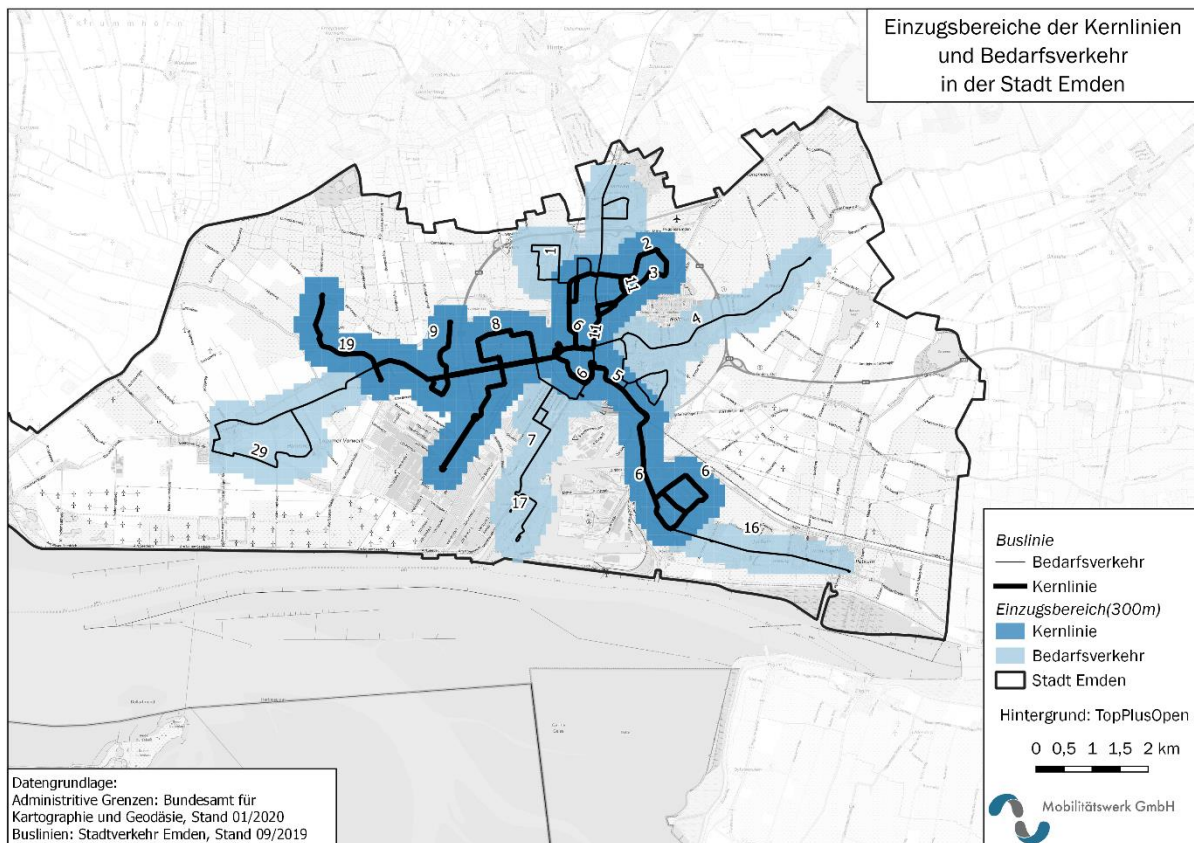
Gemäß den Angaben zum ÖPNV-Anteil am Modal Split von 6 % im Masterplan 100 % Klimaschutz erfolgt eine Abschätzung der theoretischen Beförderungsleistung durch Bedarfsverkehre in Emden. Durch die Bevölkerungs- und Fahrgastverteilung zwischen Kernnetz- und Bedarfsverkehrsgebiet erfolgt eine Abschätzung zur Gesamtfahrleistung der einzusetzenden Fahrzeuge.

Auch wenn durch das Bedarfsverkehrsangebot neue Kundengruppen gewonnen werden können, wird von einem höheren Motorisierungsgrad in den Randbereichen der Stadt ausgegangen, sodass zunächst im Vergleich zum Gesamtverkehrsaufkommen ein geringerer Modal Split Anteil für den ÖPNV im Bedarfsbediengebiet angenommen wird (Annahme: 75 % des Gesamtanteils). Im Abgleich mit der Bevölkerungsverteilung im Bediengebiet, die Wege mit dem ÖPNV zurückgelegt ergeben

sich ca. 690 mobile Personen⁴⁴ im Bedarfsgebiet, die an 300 Verkehrstagen im Jahr⁴⁵ ca. 442.378 Personenkilometer mit Kleinbussen zurücklegen würden⁴⁶.

Ausgehend von einem durchschnittlichen Auslastungsgrad der Fahrzeuge mit 8 Sitzplätzen von 40 % werden pro Fahrt 3,2 Personen befördert.

Bei einer Gesamtfahrleistung der Kleinbusse im Bedarfsverkehr von 138 243 km im Jahr⁴⁷, kann die Beförderung im Bedarfsverkehrsgebiet mit 4 Kleinbussen abgewickelt werden. Jeder Kleinbus legt dabei 34 560 km im Jahr bzw. ca. 115 km am Tag zurück, sodass die Bedienung auch mit elektrisch betriebenen Bussen ermöglicht werden kann.



⁴⁴ Die mobilen Personen im Bedarfsgebiet mit ÖPNV Modal Split berechnen sich wie folgt: Einwohner im Bedarfsgebiet (18 268) x Mobilitätsquote (Emden: 83,90 %) x angenommener ÖPNV-Anteil am Modal Split im Bedarfsgebiet (4,50 %)

⁴⁵ Abgezogen wurden Sonn- und Feiertage

⁴⁶ Die Personenkilometer berechnen sich wie folgt: Mobile Personen im Bedarfsgebiet (690) x ÖPNV-Kilometer im Jahr pro mobiler Person (641,40 km (2,14 ÖPNV-Tageskilometer x 300 Verkehrstage))

⁴⁷ Die Gesamtfahrleistung der Bedarfsverkehrsbusse berechnet sich aus den gesamten Personenkilometern (442 378 Pkm) / Besetzungsgrad der Fahrzeuge (3,2 Personen pro Bus)

Kritische Betrachtung/ Grenzen der Untersuchung

Nichtsdestotrotz kann durch die theoretische Betrachtung nicht genau festgestellt werden, aus welcher Richtung die Fahrgäste die jeweilige Buslinie nutzen. Die Betrachtung nutzt die Annahme, dass die Mehrheit der Schüler*innen aus einer Hauptrichtung zu den Schulen fahren. Verteilen sich die Schülerströme aus beiden Richtungen reduziert sich die zu befördernde Schüleranzahl pro Strecke nochmals. Eine Beförderung durch kleinere Fahrzeuge wäre denkbar.

Durch die Analyse des Fahrgastaufkommens je Linie über den Tagesgang besteht bereits ein gutes Ergebnis. Dennoch können auch innerhalb einer Stunde starke Unterschiede beim Fahrgastaufkommen auftreten, was sich wiederum auf die benötigte Fahrzeugzahl auswirkt.

Die Fahrgäste wurden je Linie erfasst, dennoch wird es auf Teilstrecken zu erhöhter Nutzung kommen, wie dies für die Schulen bereits angenommen und untersucht werden konnte. Daher ist eine höhere Durchmischung zu erwarten, was sich ebenfalls auf die Fahrzeugzahl auswirkt. Für eine Detailplanung ist die Erfassung durch digitale Zähler Haltestellenscharf nötig. Ergänzend kann ein Mobilitätsmanagement Konzept für die Schulen dabei helfen, die Verkehrsmittelwahl auf Schulwegen und die konkreten Fahrtbedarfe besser abschätzen zu können.

Für die genaue Abschätzung der benötigten Fahrzeugzahlen und Umsetzungsplanung ist eine Fahrplankonzeption unter Berücksichtigung von Taktzeiten und Umlaufplanungen der Fahrzeuge notwendig. Die Empfehlungen entsprechen einer ersten Grobabschätzung.

4.1.4 Zusammenfassung

Die Umstellung des klassischen ÖPNV-Systems auf ein integriertes bedarfsorientiertes Angebot stellt eine attraktive Alternative für die zukünftige Strategieausrichtung dar. Das bedarfsorientierte Angebot umfasst vorzugsweise folgende Bestandteile:

- klassisches **Kernnetz**
- ergänzenden **Zubringer- und Bedarfsverkehren** mit kurzen und bedarfsgerechten Umläufen

Insbesondere der Osten Emdens kann so optimal bedient werden. Dabei sollten aber nicht nur Zubringerfunktionen durch den Bedarfsverkehr möglich sein, sondern auch Direktverbindungen bei Fahrtwünschen, die bereits zu nah am Innenstadtbereich oder der Zieldestination liegen und somit ein Umstieg über die Kernlinie unattraktiv wäre. Die Einbindung bedarfsorientierter Verkehre führt bei den Kunden zu einem Flexibilitäts- und Attraktivitätsgewinn. Aus anderen Städten konnte dargestellt werden, dass dies sowohl zu einem gesteigerten Fahrgast- und ÖPNV-Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen führen kann, als auch zu einer Emissionsreduktion.

Um den Linienverkehr langfristig durch Bedarfsverkehre zu ergänzen und zu verdichten, ohne ein Konkurrenzangebot aufzustellen, muss dies auch in den **Nahverkehrsplan** aufgenommen werden. Es ist empfehlenswert eine Ausschreibung zum öffentlichen Ridepooling vorzunehmen. Die benötigten **Dienstleistungsverträge** sollten folgende Inhalte umfassen

- das Dispositionssystem,
- die Fahrzeuge und/oder
- den Dispositions- und Fahrbetrieb.

In dem Dienstleistungsvertrag kann auch bereits die zu verwendende **Antriebstechnologie** oder Emissionsziele vorgegeben werden, um eine Steuerung der Fahrzeugwahl vorzunehmen. Die Verkehrsunternehmen müssen sich bewusst sein, dass sie mehrere Wahlentscheidungen treffen müssen. So können sämtliche Leistungen aus einer Hand oder Einzelleistungen durch verschiedene Anbieter erbracht werden, was wiederum mehrere Vergabeverfahren erforderlich machen könnte.

Zudem ist darauf zu achten, dass in den Vergabeverfahren Bus- und Ridepooling-Leistungen getrennte Fachlose bilden.⁴⁸

Die Potentiale, die in Emden durch die großen **Arbeitgeber** bestehen, sollten genutzt werden. Zusammen mit den Unternehmen können attraktive Angebote geschaffen werden, die sehr konkret auf die Anforderungen der Pendler*innen angepasst sind und somit eine attraktive Alternative zum PKW darstellen. Dies trifft insbesondere auf die Hafenregion und den VW-Standort zu. Hier können durch eine detaillierte Bedarfsaufnahme seitens der Beschäftigten und positives Engagement seitens der Geschäftsleitung gemeinsam Angebote für die Stadt Emden geschaffen werden, von denen sowohl die Pendler*innen als auch die Bürger*innen profitieren können. Der alleinige Umsetzungswille der Stadt und der Stadtverkehre Emden ist mit Blick auf die wirtschaftliche Tragfähigkeit und notwendige Nutzungsintensität jedoch nicht unbedingt ausreichend. Auch seitens der Unternehmen muss die Nutzung der Bedarfsverkehre gefördert und unterstützt werden, um die Beschäftigten zu erreichen. Dies kann mittels entsprechender Dienstreise- und -wegeverordnungen in den Unternehmen gelöst werden, aber auch durch wirtschaftliche Anreize wie Jobtickets für Beschäftigte. Die Einführung der stärkeren ÖPNV-Nutzung in den Unternehmen sollte zudem durch intensive kommunikative Maßnahmen begleitet werden wie Testwochen, in denen die Beschäftigten über ein mögliches Jobticket hinaus sehr günstig oder kostenlos die Nutzung des Bedarfsangebotes für ihre täglichen Wege ausprobieren können. Dies schafft ein schnelles Nutzungserlebnis das notwendig ist, um eine Änderung in der Verkehrsmittelwahl für tägliche Wege zu erreichen. Dadurch können wirtschaftlich tragfähige Angebote geschaffen werden, die auch eine langfristige Servicequalität ermöglichen.

Für die Umsetzung ist das **Mobilitätsangebot als Gesamtkonzept** zu betrachten und durch flankierende Maßnahmen wie der Radverkehrsförderung, bedarfsgerechten Gefäßgrößen und Werksverkehren einen optimalen Mobilitätsmix zu schaffen. Es sollte zunächst eine Testphase erfolgen. Bei steigender Nachfrage kann die Taktung erhöht werden, um so ein attraktives Verkehrssystem zu schaffen. Auch im Kernnetz sollte der alleinige Fokus auf die Schülerverkehre erweitert werden und zusammen mit den Bedarfsverkehren neue Nutzergruppen erreichen.

Folgende Grundfunktionen sollten darüber hinaus für die Umsetzung der Bedarfsverkehre berücksichtigt werden:

- **Vorbuchungsmöglichkeit**
- **Bestellfunktion:** Entwicklung bzw. Einführung einer App (eigene App oder Webseiten-gestützt) für die Beauskunftung und Buchung sowie ergänzend weiterhin über eine telefonische Hotline (Barrierefreiheit)
- Synchronisierung zum Linienverkehr mit **Wartefenster**. Durch die Vorbuchung oder auch kurzfristige Buchung erhält der Kunde eine Rückmeldung bzw. ein Zeitfenster, wann er fahren kann
- **Zubringerfunktion** zum Kernnetz, an Stellen an denen es sinnvoll ist, d.h. nicht im unmittelbaren Innenstadtbereich, dort ist **direkte Beförderung** zielführender
- **Einbindung in Tarifsysteem:** gleiche Preise wie in den Linienfahrzeugen des regulären öffentlichen Personennahverkehrs ohne Zuschläge (ABO Karte möglich)

In dem neu entstehenden Quartier Conrebbersweg besteht die (seltene) Chance die **optimale Anbindung eines Wohnquartiers** zu testen. Daher sollte der Einsatz und die Planung von Bedarfsverkehren von Beginn an zusammen mit der Attraktivierung des Radverkehrs in dem Quartier gefördert werden, um die Möglichkeit der Veränderung des Mobilitätsverhaltens nach einem Umzug zu

⁴⁸ Mehlert, Schiefelbusch, 2018, S. 6

nutzen und die Notwendigkeit des PKW erst gar nicht aufkommen zu lassen. Die Empfehlungen zur Neuquartiersplanung werden im Detail in Kapitel 0 vorgestellt.

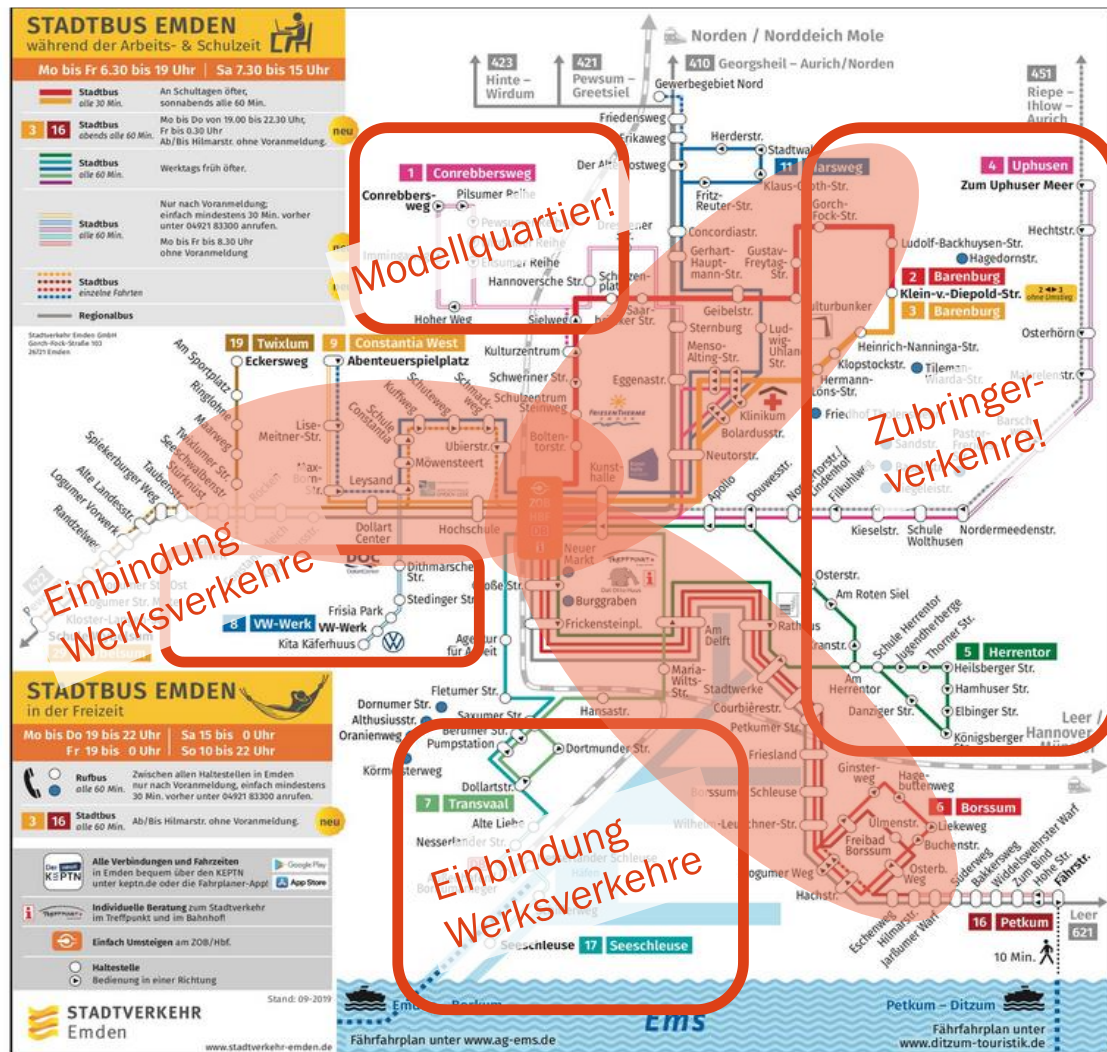


Abbildung 15: Möglichkeiten: Kernnetz und ergänzende Bedarfsverkehre in der Stadt Emden

4.2 Ausgangssituation für die Elektrifizierung der Emdener ÖPNV-Flotte

4.2.1 Analyse der aktuellen Emdener ÖPNV-Flotte

Zur Analyse der Ausgangssituation des Emdener ÖPNVs wird zunächst die aktuelle Flotte des Emdener ÖPNV-Busverkehrs näher betrachtet, um daraus Implikationen für die zukünftige Flotte abzuleiten. Die nachstehende Abbildung zeigt die aktuelle Zusammensetzung der Flotte nach Gefäßgrößen.

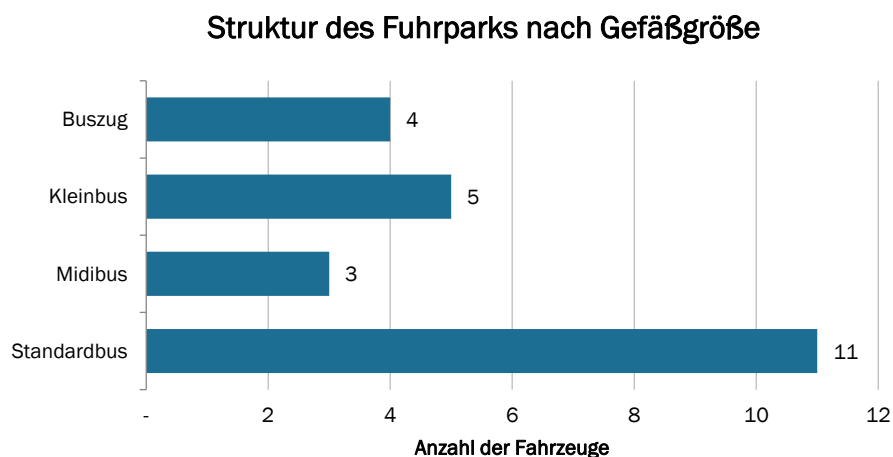


Abbildung 16: Struktur des Emdener ÖPNV-Fuhrparks nach Gefäßgröße

Die Analyse nach Gefäßgrößen zeigt, dass die Emdener ÖPNV-Flotte aktuell sehr heterogen ist. In Summe gibt es 23 Fahrzeuge, die sich in insgesamt vier Kategorien einordnen lassen.

Die größten Fahrzeuge sind die vier Buszüge. Hierbei handelt es sich um reguläre Standardbusse, die über die Möglichkeit verfügen, mit einem Bus-Personenanhänger gekoppelt zu werden. So kann in besonders nachfragestarke Verkehrszeiten die Kapazität signifikant erhöht werden. Die Buszugmaschinen und die dazugehörigen Anhänger wurden alle im Jahr 2018 unter Einbeziehung von Fördermitteln durch die Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen mbH (LNVG) beschafft. Die eingesetzten Fördermittel haben eine Zweckbindung bis zum Jahr 2031. Darüber hinaus sind die Buszüge die einzigen Fahrzeuge, die direkt durch die SVE beschafft wurden, sich in deren Eigentum befinden und somit auch über das Ende des Jahres 2024 hinaus zur Verfügung stehen.

Die nächstkleineren Fahrzeuge sind die Standardbusse. Diese elf Fahrzeuge repräsentieren fast die Hälfte der Emdener ÖPNV-Flotte und bilden damit das Rückgrat der Verkehrsbedienung. Neben den Standardbussen sind zudem drei Midibusse und insgesamt fünf Kleinbusse Teil der Emdener ÖPNV-Busflotte.

Im nächsten Schritt wird die aktuelle Altersstruktur der Fahrzeuge näher betrachtet.

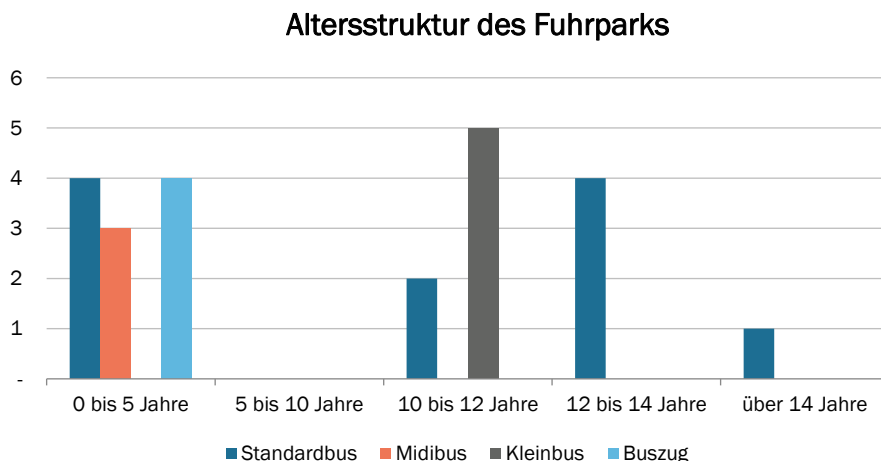


Abbildung 17: Altersstruktur des Emden ÖPNV-Fuhrparks

Hinsichtlich der Altersstruktur des Fuhrparks ist zu erkennen, dass diese ebenfalls relativ heterogen ist. Besonders auffällig ist, dass es keinerlei Fahrzeuge gibt, die zwischen fünf und zehn Jahre alt sind. Darüber hinaus fällt auf, dass die Standardbusse die einzigen Fahrzeuge sind, bei denen eine kontinuierliche Beschaffung durchgeführt wurde, da sie in allen Alterskategorien vorzufinden sind. Die drei Midibusse wurden alle im Jahr 2017 beschafft. Die fünf Kleinbusse haben für ÖPNV-Fahrzeuge ein bereits relativ hohes Alter von elf Jahren, da sie alle im Jahr 2009 beschafft wurden.

Neben der Betrachtung des Alters der Fahrzeuge ist zudem deren Emissionsverhalten ein wesentlicher Aspekt hinsichtlich der Umweltfreundlichkeit.

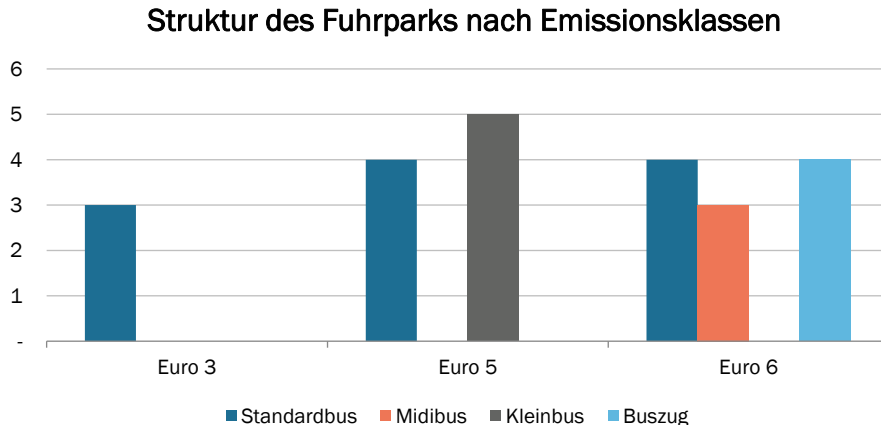


Abbildung 18: Struktur des Emden ÖPNV-Fuhrparks nach Emissionsklassen

Die Analyse der Emissionsklassen zeigt, dass derzeit lediglich elf der 23 Fahrzeuge die Norm Euro 6 erfüllen. Weitere neun Fahrzeuge erfüllen die Abgasnorm Euro 5, worunter insbesondere auch die fünf Kleinbusse fallen. Zudem zeigt sich, dass drei weitere Busse lediglich die Norm Euro 3 erfüllen, was durch deren hohes Alter von über 12 Jahren zu erklären ist.

Insgesamt lässt sich für **die Emdener ÖPNV-Flotte** Folgendes festhalten:

- insgesamt 23 Fahrzeuge, die sich auf vier unterschiedliche Gefäßgrößen aufteilen,
- nur die vier Buszüge sind Eigentum der SVE und stehen damit mit Sicherheit auch ab dem Jahr 2025 zur Verfügung,
- gebundene Fördermittel sind nur bei den Buszügen zu beachten, eine Rückzahlungsverpflichtung sollte vermieden werden,
- die Altersstruktur ist relativ heterogen, rund die Hälfte des Fuhrparks ist jünger als 5 Jahre, während die andere Hälfte älter als 10 Jahre ist,
- die Hälfte des Fuhrparks erfüllt nicht die aktuelle emissionsarme Abgasnorm Euro 6.

4.2.2 Analyse der Umläufe

Anschließend an die Analyse des aktuellen Fuhrparks wurden die aktuellen Fahrzeugumläufe und deren Struktur analysiert. Die Analyse wird dabei in Differenzierung nach den unterschiedlichen Gefäßgrößen der eingesetzten Fahrzeuge vorgenommen. Um in den späteren Analyseschritten das Elektrifizierungspotenzial der jeweiligen Umläufe einschätzen zu können, ist insbesondere deren Länge entscheidend, weswegen die folgende Analyse dort ihren Schwerpunkt hat. Dies gilt insbesondere auch deshalb, weil die Stadt Emden weder topographisch besonders anspruchsvolle Bedingungen aufweist noch klimatischen Restriktionen unterliegt, die den Einsatz von elektrifizierten ÖPNV-Fahrzeugen erschweren könnten. Ein wesentlicher Aspekt der Umlaufanalyse ist die Identifikation von Umläufen mit einer Länge von weniger als 200 km, da diese Tagesfahrleistung mit batterieelektrischen Depotladern für das Jahr 2025 als realisierbar eingeschätzt wird.

Darüber hinaus wird auch eine Analyse nach der zeitlichen Verteilung der Umläufe einbezogen. In dieser Analyse werden die **folgenden Kategorien** unterschieden:

- Schule Hauptverkehrszeit (Verkehre unter der Woche während der Schulzeit in der Zeit von 6 bis 19 Uhr),
- Schule Randzeit (Verkehre unter der Woche während der Schulzeit außerhalb der Hauptverkehrszeit),
- Wochenende/Feiertag (Verkehre am Wochenende, an gesetzlichen Feiertagen sowie an Heiligabend und Silvester),
- Ferien (Verkehre während der offiziellen Schulferien im Land Niedersachsen).

Kategorien Umläufe gesamt

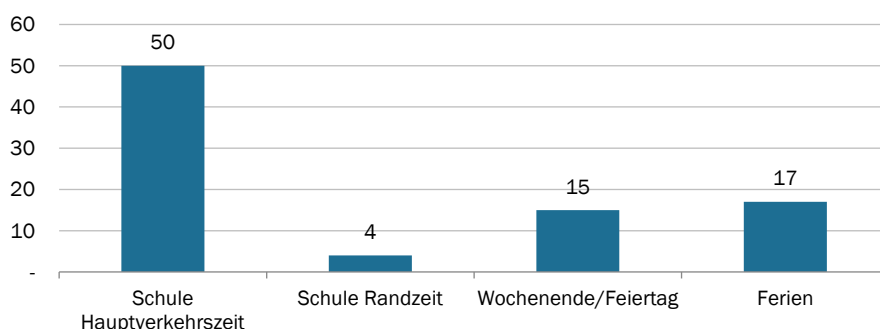


Abbildung 19: Zeitliche Kategorisierung der Bus-Umläufe im Emdener ÖPNV

Die Analyse der heutigen Umläufe zeigt, dass ein Großteil der Umläufe während der Schulzeit in der Hauptverkehrszeit stattfindet, da zu dieser Zeit die Fahrgastnachfrage am größten ist. In den Ferien sowie an Wochenenden und Feiertagen wird das ÖPNV-Angebot signifikant ausgedünnt.

Verteilung Umlauflänge Buszug (Zugmaschine ohne Anhänger)

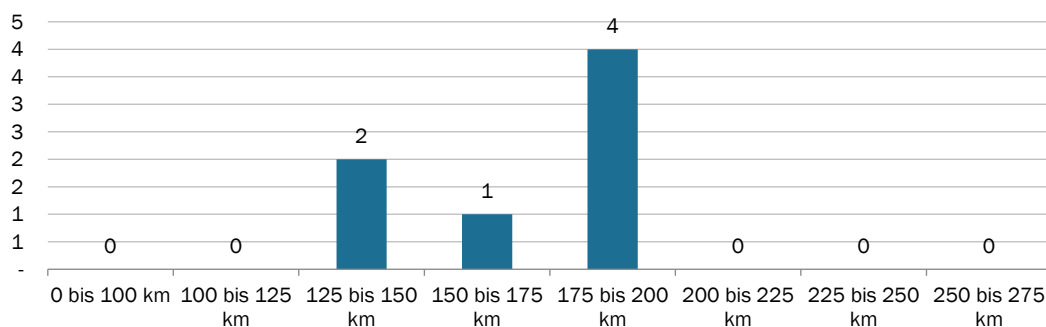


Abbildung 20: Verteilung der Umlauflänge von Buszugmaschinen im Emden ÖPNV ohne Anhänger

Bei den Buszugmaschinen zeigt sich, dass keiner der Umläufe länger ist als 200 km. Es gibt insgesamt lediglich sieben Umläufe, bei denen die Zugmaschinen allein, also ohne Busanhänger, eingesetzt werden. Dadurch, dass alle Umläufe kürzer als 200 km sind, ist davon auszugehen, dass diese ab dem Jahr 2025 alle durch batterieelektrische Busse erbracht werden können.

Kategorien Umläufe Buszug Zugmaschinen (ohne Anhänger)

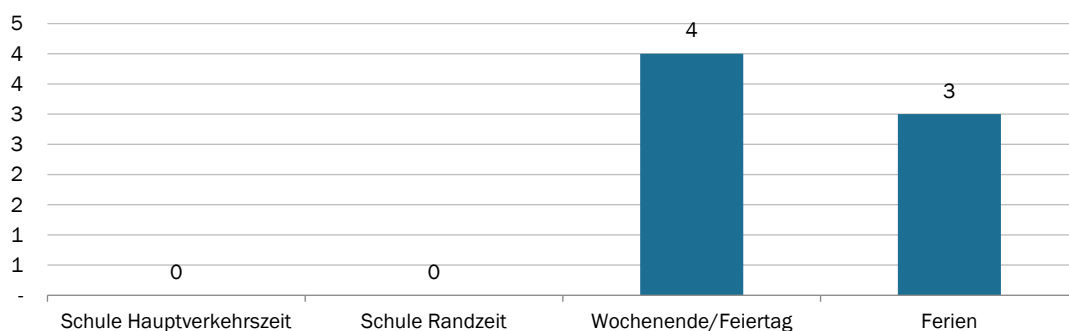


Abbildung 21: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Buszugmaschinen im Emden ÖPNV ohne Anhänger

Diese sieben Umläufe finden allesamt am Wochenende bzw. an Feiertagen oder in den Ferien statt. Somit werden die Zugmaschinen in dieser Zeit als Standardbusse ohne ihren Anhänger genutzt, um auf die geringere Nachfrage zu reagieren.

Verteilung Umlauflänge Buszug (mit Anhänger)

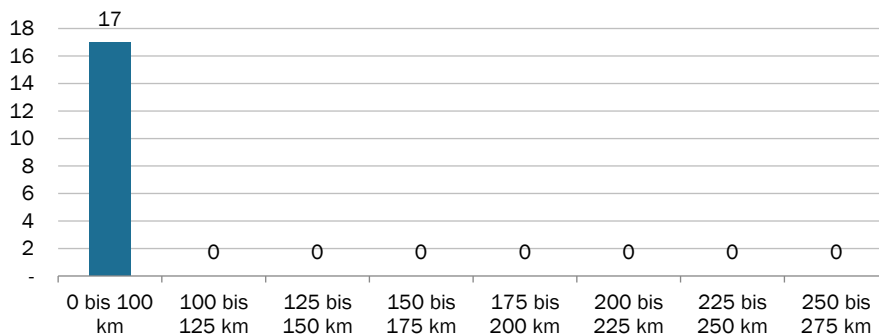


Abbildung 22: Verteilung der Umlauflänge von Buszügen mit Anhänger im Emden ÖPNV

Die Buszüge mit Anhänger verkehren auf eher kurzen Umläufen, die jeweils eine Umlauflänge von weniger als 100 km aufweisen. Dieser Umstand lässt sich insbesondere dadurch begründen, dass es keinen Umlauf gibt, der Verkehre für die gesamte Hauptverkehrszeit (ca. 6 bis 19 Uhr) abdeckt.

Alle Umläufe dienen lediglich als Verstärkerverkehre in besonders nachfragestarke Zeiten, beispielsweise vor Schulbeginn bzw. nach dem Schulschluss.

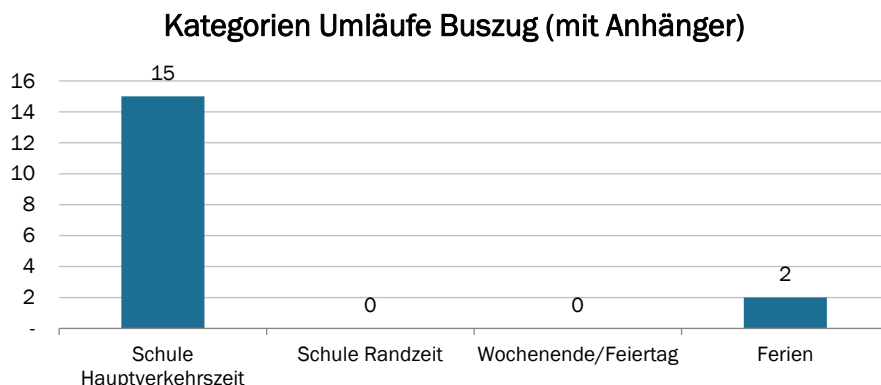


Abbildung 23: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Buszügen mit Anhänger im Emdrer ÖPNV

Die herausragende Rolle der Buszüge mit Anhänger im Schülerverkehr zeigt sich auch bei der Analyse der Verteilung der Umläufe. 15 der 17 Umläufe finden während der Hauptverkehrszeit zu Schulzeiten statt. Lediglich zwei weitere Umläufe finden in den Ferien statt. Zur Bewältigung der hohen Fahrgastnachfrage in den Spitzenzeiten wird es auch zukünftig notwendig sein, dass Großgefäße (Buszüge oder Gelenkbusse) im Emdrer ÖPNV eingesetzt werden.

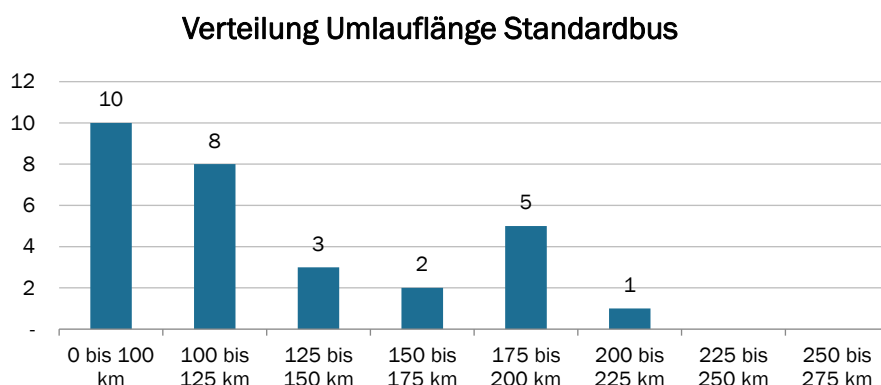


Abbildung 24: Verteilung der Umlauflänge von Standardbussen im Emdrer ÖPNV

Die Verteilung der Umlaufängen der Standardbusse zeigt, dass bei Standardbussen ca. ein Drittel der 29 Umläufe kürzer als 100 km ist. Mit einer Ausnahme sind die weiteren Umläufe alle zwischen 100 und 200 km lang. Lediglich ein Umlauf ist dabei mit rund 204 km Länge etwas länger als 200 km. Dadurch kann davon ausgegangen werden, dass für den betrachtungsrelevanten Zeitraum ab dem Jahr 2025 alle Umläufe, die bislang von Standardbussen bedient werden, mit batterieelektrischen Bussen mit Vollladung im Depot (sogenanntes Overnight-Charging) erbracht werden können.

Kategorien Umläufe Standardbus

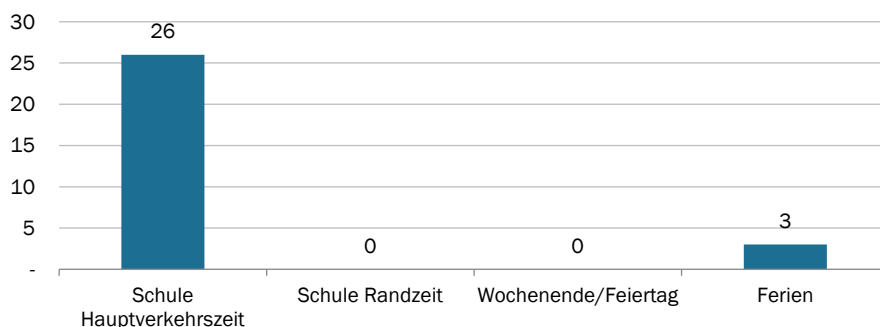


Abbildung 25: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Standardbussen im Emdr ÖPNV

Die zeitliche Verteilung der Standardbus-Umläufe zeigt, dass Standardbusse wie auch die Buszüge vor allem für die ÖPNV-Bedienung in den nachfragestarken Zeiten eingesetzt werden. Standardbusse kommen an Wochenenden und Feiertagen sowie in Randzeiten gar nicht zum Einsatz. In diesen Zeiten werden primär kleinere Fahrzeuge (Midi- und Kleinbusse) eingesetzt.

Verteilung Umlauflänge Midibus

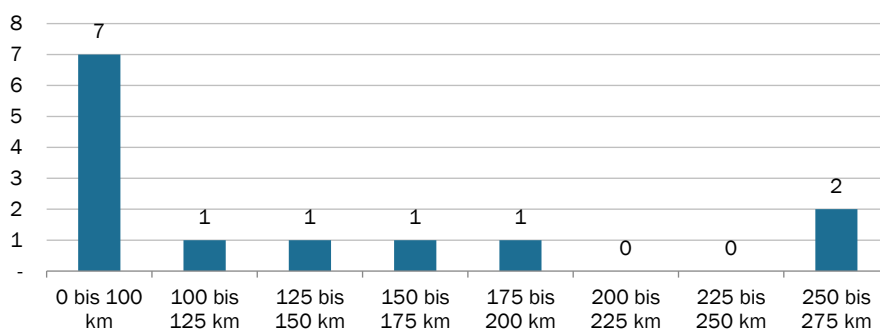


Abbildung 26: Verteilung der Umlauflänge von Midibussen im Emdr ÖPNV

Die Verteilung der Umlauflängen der Midibusse zeigt, dass diese sowohl auf kurzen als auch auf (sehr) langen Umläufen eingesetzt werden. Der längste Umlauf hat dabei eine Länge von rund 252 km. Die Midibusse dienen damit auch der regulären Bedienung von Linien in der Hauptverkehrszeit und dienen nicht nur zur Bedienung einzelner Nachfragespitzen oder von nachfrageschwächeren Randzeiten.

Kategorien Umläufe Midibus

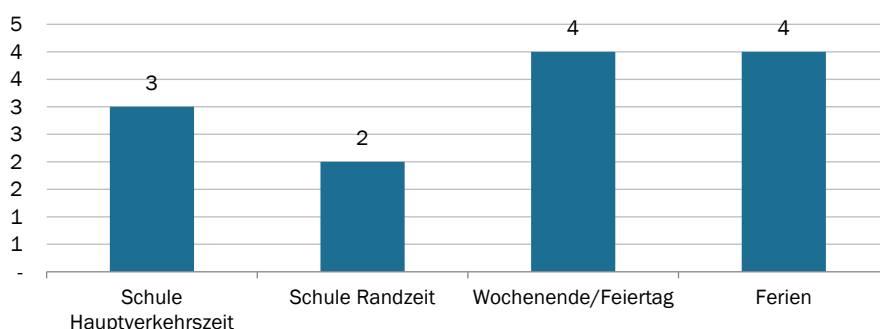


Abbildung 27: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Midibussen im Emdr ÖPNV

Die zeitliche Verteilung der Midibus-Umläufe zeigt, dass Midibusse in den Ferien stärker eingesetzt werden als zur Schulzeit. Dies lässt erkennen, dass die SVE als Reaktion auf die geringere Nachfrage nicht nur das Fahrangebot insgesamt reduziert, sondern auch im Sinne einer wirtschaftlichen Bedienung kleinere Fahrzeuge einsetzt.

Verteilung Umlauflänge Kleinbus

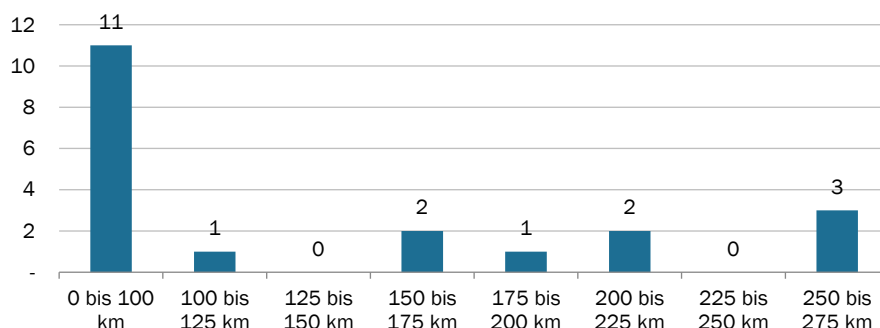


Abbildung 28: Verteilung der Umlauflänge von Kleinbussen im Emder ÖPNV

Die Verteilung der Umlauflängen der Kleinbusse zeigt ein ähnliches Bild wie bei den Midibussen. Die Kleinbusse werden sowohl auf kurzen als auch auf langen Umläufen eingesetzt. Der längste Kleinbus-Umlauf ist mit rund 272 km zugleich der längste Umlauf der SVE insgesamt. Die langen Umläufe erschweren die Umstellung auf Elektrobusse, wenn diese Umläufe weiterhin von Kleinbussen im klassischen Linienverkehr erbracht werden sollen. Bei diesen Fahrzeugen ist auch in der Mittelfrist nicht davon auszugehen, dass sie diese Reichweiten ohne Nachladung erreichen können.

Kategorien Umläufe Kleinbus

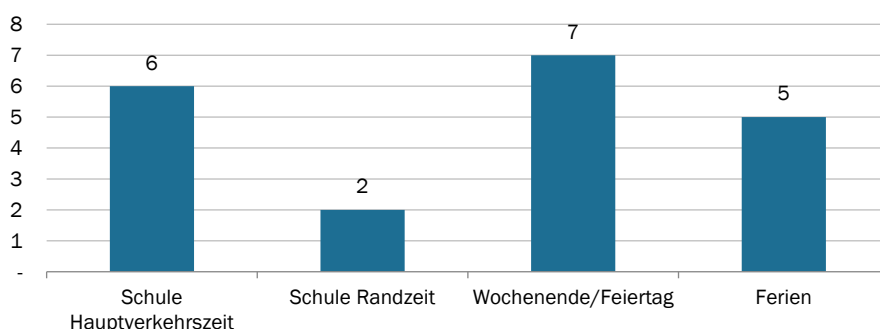


Abbildung 29: Zeitliche Kategorisierung der Umläufe von Kleinbussen im Emder ÖPNV

Die zeitliche Verteilung der Kleinbus-Umläufe zeigt, dass diese verstärkt an Wochenenden eingesetzt werden. Dies lässt wiederum darauf schließen, dass die SVE damit im Sinne eines wirtschaftlichen Betriebs auf die geringere Fahrgastnachfrage reagiert.

Insgesamt hat die **Umlaufanalyse** Folgendes ergeben:

- der Großteil der Umläufe findet in der Schulzeit während der Hauptverkehrszeit statt,
- außerhalb der Schulzeit (Ferien sowie Wochenende und Feiertage) wird das Angebot signifikant reduziert,
- Buszüge und Standardbusse werden insbesondere für Verkehre während der Schulzeit eingesetzt. Buszüge mit Anhänger werden fast ausschließlich während der Schulzeit verwendet,

- *Midi- und Kleinbusse ergänzen während der Schulzeit das Verkehrsangebot und werden zu den anderen Zeiten verstärkt eingesetzt, um auf die geringere Fahrgastnachfrage adäquat zu reagieren.*

4.3 Marktüberblick E-Busse

In diesem Kapitel soll ein kurzer Überblick über die am Markt verbreiteten E-Bus-Systeme sowie deren Ladetechnologien gegeben werden.

Grundsätzlich lassen sich verschiedene elektrifizierte Antriebstechnologien für Busse unterscheiden.

Überblick über E-Bus-Systeme



Elektrobusse (EV)			
Batteriebusse (BEV)	Plug-In-Hybridbus (PHEV)	Brennstoffzellenbus (FCEV)	Oberleitungsbus
Vollader/Depotlader (Overnight-Charging)	Diesel-Hybridbus seriell/parallel	BZ-Hybridbus	Voll-O-Bus
Gelegenheitslader (Opportunity Charging)	Erdgas-Hybridbus seriell/parallel	BZ-Range Extender	Hybrid-O-Bus

Abbildung 30: Überblick über E-Bus-Systeme

Die Abbildung zeigt, dass es grundsätzlich vier Kategorien gibt, in die sich E-Busse einordnen lassen. **Batteriebusse** beziehen ihre Antriebsenergie ausschließlich aus der integrierten Traktionsbatterie. Batteriebusse werden dabei zusätzlich in sogenannte Voll- bzw. Depotlader und Gelegenheitslader unterschieden. Wesentlich für ihre Unterscheidung ist die gewählte Ladestrategie und die damit verbundene Größe der im Fahrzeug verbauten Batterie. Bei Depotladern wird angestrebt, dass die Fahrzeuge ihre tägliche Fahrleistung mit einer vollständig aufgeladenen Batterie absolvieren können. Das Aufladen der Batterie findet daher typischerweise ausschließlich im Depot statt, weswegen die Batterie entsprechend größer zu dimensionieren ist. Gelegenheitslader werden hingegen nicht ausschließlich im Depot geladen, sondern werden auch im weiteren Tagesverlauf bei entsprechenden Gelegenheiten (insbesondere Warte- und Wendezeiten an (End-)Haltestellen) zwischengeladen. Aufgrund der Zwischenladungen ist es möglich, eine im Vergleich zu Depotladern kleinere Batterie einzusetzen. Darüber hinaus bieten Gelegenheitslader die Möglichkeit, in gewissem Umfang im Vergleich zu Depotladern (aktuell ist davon auszugehen, dass im Jahr 2025 ca. 200 km Fahrleistung mit einer vollen Batterieladung möglich sind) auch höhere Tagesfahrleistungen umsetzbar sind. Gelegenheitslader haben jedoch den Nachteil, dass für diese Fahrzeuge im Stadtgebiet zusätzliche Ladeinfrastruktur (z. B. Schnellladesäulen, Induktionsschleifen) außerhalb des Betriebshofs geschaffen werden muss.

Plug-In-Hybridbusse können ihre Antriebsenergie hingegen sowohl aus einer Traktionsbatterie als auch aus einem Verbrennungsmotor beziehen. Sie stellen somit eine Mischform zwischen konventionellen Diesel- bzw. Erdgasbussen und batterieelektrischen Bussen dar.

Brennstoffzellenbusse sind ebenfalls mit einem Elektromotor ausgestattet, jedoch beziehen sie ihre Energie mittels Elektrolyse aus Wasserstoff. Diese Art von E-Bussen lässt sich noch anhand des Anteils der Energiegewinnung aus Elektrolyse für die Fahrenergie in zwei weitere Untergruppen unterscheiden. Die eine Untergruppe bilden die Brennstoffzellen-Hybridbusse. In diesen Fahrzeugen sind eine Brennstoffzelle und zusätzlich eine eher kleine Batterie verbaut, wobei der Brennstoffzellenantrieb den Großteil der Energiegewinnung übernimmt. In Bussen mit Brennstoffzellen-Range Extendern nimmt die Brennstoffzelle im Gegensatz dazu eine eher untergeordnete Rolle ein.

Bei diesen Fahrzeugen dient die Brennstoffzelle lediglich dazu, die Reichweite des Fahrzeugs, das seine Fahrenergie hauptsächlich aus der Traktionsbatterie erhält, zu erhöhen, indem mittels Elektrolyse Strom erzeugt wird. Der Vorteil von Brennstoffzellenbussen besteht gegenüber Batteriebussen darin, dass sie eine höhere Reichweite erzielen (ca. bis zu 350 km). Jedoch ist das am Markt verfügbare Angebot für Brennstoffzellenbusse deutlich geringer und die Betankungsinfrastruktur von Brennstoffzellenbussen verhältnismäßig aufwändig. Zudem erfordert die Erzeugung des Wasserstoffes einen hohen Energieeinsatz, weshalb aktuelle Anwendungsfälle häufig dort zu beobachten sind, wo Wasserstoff als „Abfall- oder Nebenprodukt“ erzeugt wird oder beispielsweise zur Sektorkopplung bei Windparks.

Oberleitungsbusse (synonym wird auch der Begriff Trolleybus verwendet) sind ein seit vielen Jahrzehnten verwendetes System, bei dem die Fahrzeuge ihre Energie während der Fahrt aus einer Oberleitung beziehen. Auch Oberleitungsbusse können zusätzlich mit einer Batterie ausgestattet sein (Hybrid-O-Bus), so dass auch kurze Strecken ohne Oberleitung zurückgelegt werden können.

Daran anschließend wird ein Überblick über die verschiedenen **Ladetechnologien** gegeben. Die Betrachtung beschränkt sich dabei auf Fahrzeuge, bei denen die **elektrische Energie von außen** zugeführt wird. Das bedeutet, dass Brennstoffzellenbusse hier nicht betrachtet werden, da diese an einer entsprechenden Tankstelle mit Wasserstoff betankt werden, der anschließend im Fahrzeug in elektrische Energie umgewandelt wird.

Die für E-Busse relevanten Ladetechnologien lassen sich prinzipiell nach der Art der Energiezuführung in „**konduktiv**“ und „**induktiv**“ gliedern. Bei der konduktiven Ladung kann zwischen dynamischer und stationärer Ladung unterschieden werden. Bei der stationären Ladung kommen sowohl Docking-Systeme als auch und Plug-In-Systeme zum Einsatz.

Überblick über Ladetechnologien

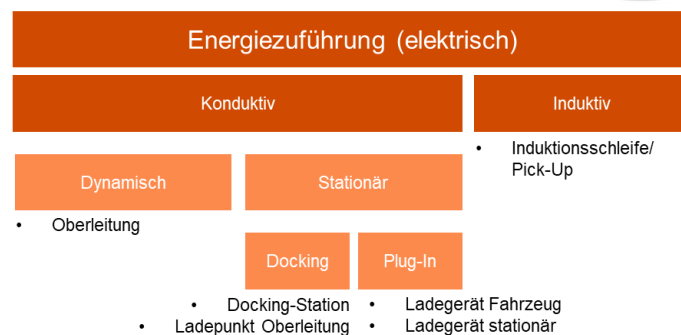


Abbildung 31: Überblick über Ladetechnologien

Docking-Systeme arbeiten dabei in der Regel mit Pantographen, die auf dem Fahrzeugdach verbaut werden, so dass die Energiezuführung von oben erfolgt. Plug-In-Systeme hingegen arbeiten mit Steckern, die im Fahrzeug in eine entsprechende Ladebuchse eingesteckt werden.

4.4 Elektrifizierungspotenzial

Zur Ermittlung des Elektrifizierungspotenzials des Stadtverkehrs Emden wurden die **folgenden Prämissen** zugrunde gelegt:

- Die Umstellung des Emder ÖPNV beginnt ab dem Jahr 2025.
- Die heutige Flotte muss mit Ausnahme der Buszüge nicht beachtet werden.
- Aufgrund der günstigen klimatischen und topographischen Verhältnisse in Emden sind ab dem Jahr 2025 ca. 200 km lange Umläufe mit batterieelektrischen Bussen mit ausschließlicher Ladung im Depot (Depotlader) realisierbar.
- Das heutige Verkehrsangebot bildet die Grundlage der Analyse, wobei die Einführung der Bedarfsverkehre berücksichtigt wird.
- Die Fahrzeugflotte soll zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Verschlankung von Wartungsprozessen insgesamt vereinfacht werden, so dass sie nur noch aus Großgefäßen (Buszüge oder Gelenkbussen), Standardbussen und (barrierefreien) Kleingefäßen für den Bedarfsverkehr besteht. Midi- und Kleinbusse sollen nicht mehr für den klassischen Linienverkehr im Kernnetz verwendet werden.
- Die Rückzahlung von bereits erhaltenen Fördermitteln ist zu vermeiden.
- Depotladung wird – sofern es technisch möglich ist – bevorzugt, um keine zusätzlichen Ladeinfrastruktur im Stadtgebiet schaffen zu müssen.
- Die Umstellung auf E-Busse soll schrittweise erfolgen, damit die SVE auch weiterhin am technischen Fortschritt von E-Bussen partizipieren kann.

Die Analyse des Elektrifizierungspotenzials wird je aktuell eingesetzter Fahrzeugart vorgenommen. Dabei wird zunächst die Länge der Umläufe noch einmal betrachtet und anschließend deren zeitliche Lage sowie die Zugehörigkeit zum künftigen Emder Kernnetz der Umläufe analysiert. Ausgehend davon wird die jeweilige Elektrifizierungsstrategie bestimmt. Ein Umlauf ist in der hiesigen Betrachtung für die Umstellung auf On-Demand geeignet, wenn eine der beiden folgenden Eigenschaften erfüllt ist:

1. Der Umlauf berührt keine der Linien des Kernnetzes.
2. Bei Midi- und Kleinbussen: Der Umlauf berührt das Kernnetz nur außerhalb der Hauptverkehrszeit während der Schulzeit. Es bestünde daher die Möglichkeit, den Umlauf auch durch Standardbusse durchführen zu lassen. Dadurch besteht die Möglichkeit die Emder ÖPNV-Flotte zu vereinfachen, da somit ausschließlich Großgefäße (Buszüge oder Gelenkbussen) und Standardbusse für den klassischen Linienverkehr im Kernnetz eingesetzt würden.

4.4.1 Buszüge

Die Umlaufanalyse der Buszüge hat folgenden Befund ergeben:

1. Alle Umläufe sind kürzer als 200 km und damit grundsätzlich für die Umstellung auf batterieelektrische Depotlader geeignet.
2. Alle Umläufe berühren das Kernnetz.

Da Buszüge nicht zu den kleinen Gefäßgrößen zählen, können diese Verkehre nicht durch Bedarfsverkehre ersetzt werden.

Aufgrund der kurzen Umläufe könnten die Buszüge direkt im Jahr 2025 durch E-Busse ersetzt werden. Da die gegenwärtig eingesetzten Buszüge jedoch im Eigentum der SVE sind und deren Beschaffung unter anderem durch Fördermittel der LNVG Niedersachsen finanziert wurde (Zweckbindung bis zum Jahr 2031), sollte eine Umstellung nicht vor dem Jahr 2031 erfolgen. Zudem ist bei

den Buszügen positiv hervorzuheben, dass sie alle die aktuelle Abgasnorm Euro 6 erfüllen und damit bereits emissionsarm sind. Darüber hinaus können die Buszüge im Jahr 2031 nicht ohne Weiteres durch entsprechende elektrifizierte Alternativen ersetzt werden. Buszüge stellen bereits heute eine eher seltene Erscheinung im deutschen ÖPNV dar, weswegen das Fahrzeugangebot durch die Hersteller insgesamt gering ist.

Es wird daher empfohlen, die Buszüge im Jahr 2031 durch batterieelektrische Gelenkbusse zu ersetzen.

In der folgenden Tabelle sind daher beispielhaft einige Modelle etablierter Bushersteller aufgeführt, die aktuell eingesetzt werden. Die präsentierten Werte widerspiegeln lediglich den aktuellen Stand der Technik. Aufgrund der zu erwartenden technischen Entwicklungen ist bis zum Jahr 2025 mit weiteren Steigerungen der Reichweite zu rechnen.

Tabelle 8: Beispiel batterieelektrische Gelenkbusse

Hersteller	Modell	Fahrgastkapazität (Steh- und Sitzplätze)	Batteriegröße (kWh)	Reichweite bei Verbrauch von 1,8 kWh/km
Mercedes-Benz	eCitaro G	141	243 - 441	135 - 245 km
Solaris Bus & Coach	Urbino 18 electric	ca. 130 - 140	145 - 554	ca. 80 - 300 km
VDL Bus & Coach	Citea SLFA-180 Electric	135	216 - 420	120 - 233 km

4.4.2 Standardbusse

Die Umlaufanalyse der Standardbusse hat folgenden Befund ergeben:

1. Bis auf eine Ausnahme sind alle Umläufe kürzer als 200 km und damit grundsätzlich für die Umstellung auf batterieelektrische Depotlader geeignet. Der einzige längere Umlauf wird jedoch mit einer Länge von rund 204 km aufgrund der geringen Differenz zu 200 km ebenfalls als elektrifizierbar bewertet.
2. Alle Umläufe berühren das Kernnetz.
3. Die Umläufe finden primär in der Hauptverkehrszeit während der Schulzeit (26 von 29) statt.

Es ist notwendig die gesamte Standardbusflotte auf E-Busse umzustellen, da diese Gefäßgröße auch bei der Einführung von Bedarfsverkehren weiterhin für den klassischen Linienverkehr benötigt wird. Die Umlauflänge ist zudem kein Hindernis bei der E-Bus-Einführung.

Es wäre daher grundsätzlich möglich, dass bereits im Jahr 2025 ausschließlich batterieelektrische Standardbusse eingesetzt werden könnten. Es wird jedoch empfohlen, zunächst nur einen Teil, beispielsweise die Hälfte, der aktuellen Standardbusflotte auf batterieelektrische Busse umzustellen. Damit wird das Ziel verfolgt, dass die SVE auch in den Jahren nach 2025 weiterhin von der technischen Weiterentwicklung profitieren kann und es nicht zu Lock-In-Effekten für ca. 10 bis 12 Jahre auf dem Stand der Technik des Jahres 2025 kommt. Es sollte angestrebt werden, die restliche Standardbusflotte anschließend schrittweise ebenfalls bis zum Jahr 2031 komplett zu elektrifizieren. Zudem können so bei der anstehenden ÖPNV-Vergabe durch teilweise Zulassung von (gebrauchten) Dieselnissen mit aktuellster Technologie auch wirtschaftliche Vorteile erzielt werden. Die Vergabe könnte dann einen Migrationspfad für die Vollelektrifizierung dieser (Teil)-Flotte vorsehen.

Bereits heute verfügbare batterieelektrische Standardbusse etablierter Hersteller sind in der nachstehenden Tabelle beispielhaft aufgeführt.

Tabelle 9: Beispiel batterieelektrische Standardbusse

Hersteller	Modell	Fahrgastkapazität (Steh- und Sitzplätze)	Batteriegröße (kWh)	Reichweite bei Verbrauch von 1,4 kWh/km
Mercedes-Benz	eCitaro	88	146 – 441	ca. 100 - 315 km
Solaris Bus & Coach	Urbino 12 electric	ca. 85 bis 90	145 – 395	ca. 100 - 280 km
MAN	Lion's City E 12m	88	480	ca. 340 km
VDL Bus & Coach	Citea SLF-120 Electric	95	216 – 350	ca.150 - 250 km

4.4.3 Midibusse

Zu den Umläufen der Midibusse kann festgehalten werden:

1. Die meisten Umläufe sind kürzer als 200 km (11 von 13). 2 Umläufe haben jedoch eine Länge von gut 250 km.
2. Alle Umläufe berühren das Kernnetz.
3. 8 der 13 Umläufe finden am Wochenende bzw. an Heiligabend/Silvester oder in den Ferien statt. Zwei weitere Umläufe werden zu Randzeiten während der Schulzeit durchgeführt. Hinzu kommen zwei Umläufe, die zu Schulzeiten in der Morgenspitze als Verstärker eingesetzt werden. Lediglich ein Umlauf kann nicht durch Bedarfsverkehr oder größere Gefäße ersetzt werden, da er ganztätig in der Hauptverkehrszeit zu Schulzeiten verkehrt. Zu dieser Zeit werden die vorhandenen Standardbusse und Buszüge für die Bedienung der weiteren Linien benötigt.

Die Analyse der Midibus-Umläufe zeigt, dass grundsätzlich ein Großteil der bisherigen Midibusverkehre durch Bedarfsverkehre oder größere Gefäße abgedeckt werden kann. Es verbleibt lediglich der Umlauf „1401_Mo-Fr_Schule“ mit einer Länge von ca. 251 km, der nicht ohne Weiteres ersetzt werden kann. Um dennoch die angestrebte Vereinfachung der Flotte umzusetzen, wird empfohlen, diesen Umlauf zukünftig durch Standardbusse bedienen zu lassen.

Da sich durch das weitere Fahrzeug der Spitzeneinsatz der Standardbusse erhöht, ist die Anzahl der Fahrzeuge in der Teilflotte (Standardbus) um eines zu erhöhen, so dass die Standardbusflotte insgesamt zwölf Fahrzeuge umfassen würde. Wie im Abschnitt zu den Standardbussen bereits dargestellt, soll in dieser Teilflotte eine schrittweise Umstellung auf E-Busse erfolgen. Durch die große Tagesstrecke, die im verbleibenden Umlauf zurückgelegt werden muss, wird es im Jahr 2025 noch nicht möglich sein, diesen Umlauf mit einem Depotlader zu absolvieren. Es ist daher empfehlenswert, diesen Umlauf zumindest in der Umstellungsphase bis zum Jahr 2031 noch mit Dieselnissen zu betreiben. Es ist zu erwarten, dass zu diesem Zeitpunkt auch Tagesfahrleistungen von mehr als 250 km mit Depotladern zurückgelegt werden können.

Insgesamt ist es somit möglich, ab dem Jahr 2025 keine Midibusse mehr einzusetzen, da die entsprechenden Verkehre anderweitig bedient werden können.

4.4.4 Kleinbusse

Die Umlaufanalyse für Kleinbusse kam es zu den folgenden Feststellungen:

1. Die Länge der verschiedenen Kleinbus-Umläufe unterscheidet sich stark. Insgesamt sind 15 der 20 Umläufe kürzer als 200 km. Zwei weitere Umläufe liegen in der Spanne zwischen 200 und 225 km. Die drei verbleibenden Umläufe haben eine Länge von jeweils gut 270 km.
2. Neun der 20 Umläufe bedienen keine der Linien des Kernnetzes.
3. Von den elf verbleibenden Umläufen verkehren sieben Umläufe am Wochenende oder in den Ferien. Darüber hinaus bedienen zwei Umläufe das Kernnetz erst in den Abendstunden nach 19 Uhr. Potenziell kritisch sind somit nur die Umläufe „1502_Mo-Fr_Schule“ und „1502_Mo-Fr_Zeugnistag“, bei denen jeweils die letzte Fahrt eine Linie des Kernnetzes bedient. Es wird an dieser Stelle jedoch davon ausgegangen, dass diese letzte Fahrt im Zuge einer Neuplanung der Umläufe auch anders bedient werden kann.

Die Betrachtung der Kleinbus-Umläufe ergibt, dass alle Verkehre, die gegenwärtig von Kleinbussen erbracht werden, künftig durch Bedarfsverkehre oder andere Fahrzeuge der Flotte bedient werden können. Es muss somit kein direkter, elektrifizierter Ersatz für die Kleinbusse betrachtet werden.

4.4.5 Fahrzeuge für Bedarfsverkehre

In den vorhergehenden Abschnitten zu Midi- und Kleinbussen wurde bereits auf die zukünftig vorzusehenden Fahrzeuge für Bedarfsverkehre hingewiesen. Ausgehend von einem erwarteten Verkehrsvolumen von ca. 330.000 Nutz-Wagen-km pro Jahr im Bedarfsverkehr ließe sich eine benötigte Fahrzeugflotte in der Größenordnung von fünf Fahrzeugen ableiten. Wichtig ist für die Bedarfsverkehre, dass ein barrierefreies Angebot zur Verfügung steht und (zumindest teilweise) Fahrzeuge eingesetzt werden, die dieser Anforderung gerecht werden.

Entsprechende Fahrzeuge, die bereits heute für vergleichbare Bedarfsverkehre in Deutschland im Einsatz sind, sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10: Beispiel Fahrzeuge für Bedarfsverkehre

Hersteller	Modell	Anzahl Fahrgäste	Barrierefreiheit bei Einsatz in praktischen Anwendungsfällen	Batteriegröße (kWh)	Maximale Reichweite laut Herstellerangabe (km)
LEVC	TX	6	Revierflitzer (STOAG Stadtwerke Oberhausen GmbH): Alle Fahrzeuge sind barrierefrei. Geeignet für Rollstühle bis 250 kg Gesamtgewicht mit maximaler Breite von 71,4 und maximaler Höhe von 131 cm. Zusätzlich gibt es einen nach außen schwenkbaren Sitz, z. B. für Fahrgäste, die einen Rollator benutzen.	24,2	101 (rein elektrisch)/ 510 (Gesamtreichweite mit Range Extender)
Volkswagen	MOIA +6 (Basis: e-Crafter)	6	MOIA: Zur Mitfahrt muss eine Stufe von 50 cm überwunden werden können.	35,8	173
Mercedes-Benz	eVito	6	BerlKönig (BVG): Ein Teil der Flotte ist barrierefrei. Über eine Rampe kann man in den Rückraum einfahren. Mit einer Einfahrbreite von 81 cm und einer Einfahrtiefe von 130 cm sind die Fahrzeuge sowohl für Elektro- als auch für Falt-Rollstühle geeignet.	35	150 – 184

Es ist zu erkennen, dass bereits barrierefreie Fahrzeuge für Bedarfsverkehre eingesetzt werden. Insbesondere wenn der Bedarfsverkehr in den ÖPNV integriert ist (z. B. Revierflitzer und BerlKönig), sind die Fahrzeuge barrierefrei und ermöglichen die Mitnahme von Rollstühlen.

4.4.6 Zwischenfazit

Die Auswertung des Elektrifizierungspotenzials kommt insgesamt zu folgenden Ergebnissen:

- Die Buszüge sollten aufgrund der gebundenen Fördermittel noch bis zum Jahr 2031 verwendet werden und können anschließend durch E-Gelenkbusse ersetzt werden.
- Rund die Hälfte der aktuellen Standardbusflotte (6 von 11 Fahrzeugen) könnte ab dem Jahr 2025 durch E-Busse ersetzt. Die weiteren Fahrzeuge sind zunächst weiterhin Dieselfahrzeuge und werden sukzessive bis zum Jahr 2031 durch E-Busse ersetzt. Im Rahmen der Neuvergabe sollte vor dem Hintergrund eines wirtschaftlichen Betriebs daher der Einsatz gebrauchter Euro VI-Dieselfbusse ermöglicht werden.
- Die Midibusse können bis auf eine Ausnahme gänzlich durch Fahrzeuge für Bedarfsverkehre bzw. die restliche Flotte ersetzt werden. Ein Midibus sollte durch einen Standardbus ersetzt werden. Dieses Fahrzeug muss lange Umläufe absolvieren können und sollte daher erst im Jahr 2031 auf ein batterieelektrisches Fahrzeug umgestellt werden. Die Gesamtzahl der Standardbusse erhöht sich damit auf zwölf.
- Bei Einsatz von Bedarfsverkehren können Kleinbusse für den klassischen Linienverkehr ab dem Jahr 2025 gänzlich entfallen.

Für das Jahr 2025 ergibt sich somit die nachfolgend dargestellte Flottenstruktur für den ÖPNV-Linienverkehr im Emdener Kernnetz. Darüber hinaus werden zusätzlich die erwähnten fünf Fahrzeuge für Bedarfsverkehre eingesetzt.

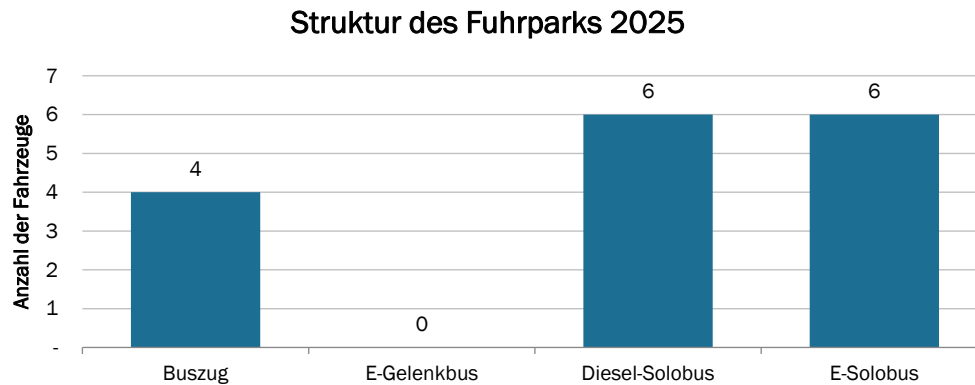


Abbildung 32: Struktur des Fuhrparks für klassischen Linienverkehr 2025

Durch für das Jahr 2025 vorgeschlagene Fuhrparkstruktur können gegenüber dem Status quo insgesamt rund 99.000 Liter Diesel jährlich im Emdener ÖPNV eingespart werden.

Wird mit einer CO₂-Emission von 2,65 kg je Liter gerechnet, ergibt sich daraus eine **CO₂-Einsparung** von rund **262 t CO₂** pro Jahr.

Der Zielzustand für die Flottenzusammensetzung im Jahr 2031 ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

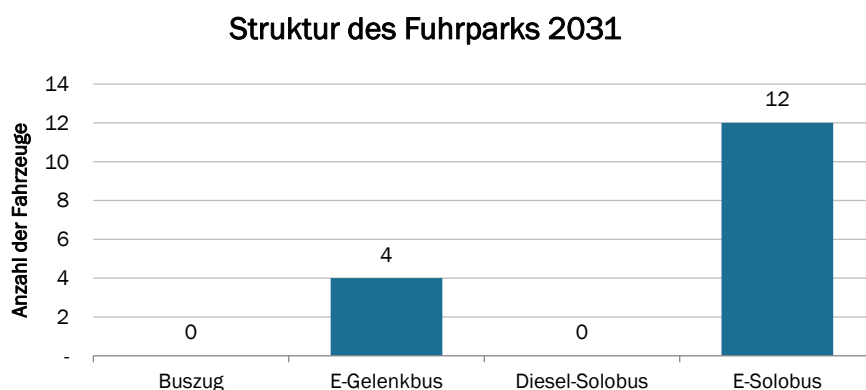


Abbildung 33: Struktur des Fuhrparks für klassischen Linienverkehr 2031

Die komplette Elektrifizierung des Emdener ÖPNVs im Jahr 2031 sorgt dafür, dass rund 208.000 Liter Diesel gegenüber der aktuellen Situation eingespart werden können. Dies entspricht einer **CO₂-Ersparnis** von rund **551 t pro Jahr**.

4.5 Kostenabschätzung

Abschließend wird in diesem Kapitel eine modellhafte Kostenabschätzung für die Elektrifizierung des Emdener ÖPNVs zum Stand **10. Dezember 2020** vorgenommen. Diese Abschätzung betrachtet sowohl die Kosten für die klassische Linienbedienung im ÖPNV-Kernnetz als auch die Kosten des Bedarfsverkehrs. Analysiert werden jeweils die Jahre 2025 (Beginn der Flottenumstellung) und 2031 (Abschluss der Flottentransformation). Sämtliche Fahrzeug- und Infrastrukturanschaffungskosten basieren auf der gegenwärtigen Marktsituation. Durch zunehmende technische Reife und verstärkten Wettbewerb ist jedoch davon auszugehen, dass diese Preise im weiteren Verlauf zu einem gewissen Grad sinken werden.

Die Kostenabschätzung erfolgt ausschließlich für batterieelektrische Busse bzw. Fahrzeuge. Die wesentlichen fahrzeugbezogenen Kosten (Anschaffung, Treibkraft, Ladeinfrastruktur) sind bei batterieelektrischen Fahrzeugen durchgehend günstiger als bei Brennstoffzellenbussen. Eine entsprechende Gegenüberstellung ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 11: Gegenüberstellung Kosten von Batterie- und Brennstoffzellenbussen für Zielzustand 2031

	Batteriebusse		Brennstoffzellenbus	
	Solobus	Gelenkbus	Solobus	Gelenkbus
Anschaffungskosten (netto) pro Bus	ca. 600 T€	ca. 760 T€	ca. 650 T€	ca. 800 T€
Treibkraftkosten je 100 km bei Verwendung erneuerbarer Energie ⁴⁹	ca. 24 €	ca. 31 €	ca. 75 €	ca. 97 €
Anschaffungs- und Treibkraftkosten im Lebenszyklus (12 Jahre Nutzung à 50.000 km p. a.)	Ca. 750 T€	Ca. 950 T€	Ca. 1.100 T€	Ca. 1.380 T€
Kosten für Ladeinfrastruktur bei insgesamt 16 Fahrzeugen	ca. 900.000 € inkl. Netzanschluss, Trafostation und 13 DC-Ladesäulen		1.200.000 – 2.000.000 €, wenn Elektrolyseur bereits vorhanden ist	

Aufgrund der höheren Kosten von Brennstoffzellenbussen ist deren Einsatz insbesondere dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn die Umläufe nicht durch batterieelektrische Fahrzeuge bewältigt werden können und/oder Wasserstoff als Abfall- bzw. Nebenprodukt zur Verfügung steht. In den vorherigen Abschnitten wurde jedoch herausgearbeitet, dass im Jahr 2031 voraussichtlich alle aktuellen Umläufe mit batterieelektrischen Bussen als Depotlader bewältigt werden können.

Die nachfolgend vorgenommene Kostenabschätzung basiert auf einer Modellberechnung, die auf PwC-Analysen und -Benchmarks sowie Erfahrungswerten aus vergleichbaren Einsatzszenarien aufbaut. Grundlage der Kostenabschätzung für das Jahr 2025 bildet die gegenwärtige Emder ÖPNV-Struktur mit einer Fahrleistung von ca. 560.000 km pro Jahr (die SVE agiert dabei als Managementgesellschaft, die ein Entgelt an den Unterauftragnehmer zahlt, dieser erbringt operativ die Verkehre) und die daraus resultierenden Kosten.

Anhand der durchschnittlichen historischen Kostenentwicklung der wesentlichen Kostentreiber (Fahrpersonal, Treibkraft, Instandhaltung, Fahrzeugbeschaffung) sowie bereits bekannter wesentlicher Veränderungen (z. B. sogenannte „CO₂-Steuer“ für Dieselmotorkraftstoff) werden die Kosten für die ÖPNV-Leistungserstellung bis zum Jahr 2025 fortgeschrieben. Anschließend werden diejenigen Kosten, die durch die Midibus- und Kleinbusverkehre verursacht werden, extrahiert, um dadurch die Kosten für das zukünftige Emder ÖPNV-Kernetz zu ermitteln. Danach werden die Kosten des, auf Basis der in den vorigen Abschnitten dargestellten Umstellungsstrategie, für das Jahr 2025 vorgeschlagenen Fuhrparks (sechs batterieelektrische Solobusse, sechs (gebrauchte) Euro 6-Diesel-Solobusse und die vier Buszüge der SVE) ermittelt, indem die Kostenpositionen, die sich durch den Einsatz anderer Fahrzeuge gegenüber dem heutigen Status quo verändern, entsprechend an-

⁴⁹ Prämissen: 140 kWh bzw. 180 kWh Strom pro 100 km bei Solo-/ Gelenkbussen bzw. 8,6 kg bzw. 11,1 kg Wasserstoff pro 100 km bei Solo-/ Gelenkbussen; Verwendung von „grünem Wasserstoff“

gepasst werden. Die Änderungen betreffen im Wesentlichen die Fahrzeugvorhaltungskosten (Abschreibungen und Zinsen), Treibkraftkosten, Instandhaltungskosten sowie die Kosten für benötigte Ladeinfrastruktur und einmalige Aufwendungen aufgrund der Flottentransformation (z. B. Mitarbeiterschulungen, Werkstattumrüstung/-einrichtung). Nicht verändert werden hingegen die Kosten des Fahrpersonals sowie Overheadheadkosten (z. B. Fahrerdisposition, Verwaltung, Marketing und Vertrieb). Würde die Flottenumstellung dabei ohne Einsatz von Fördermitteln erfolgen, ergibt sich die nachfolgend dargestellte Kostensituation.

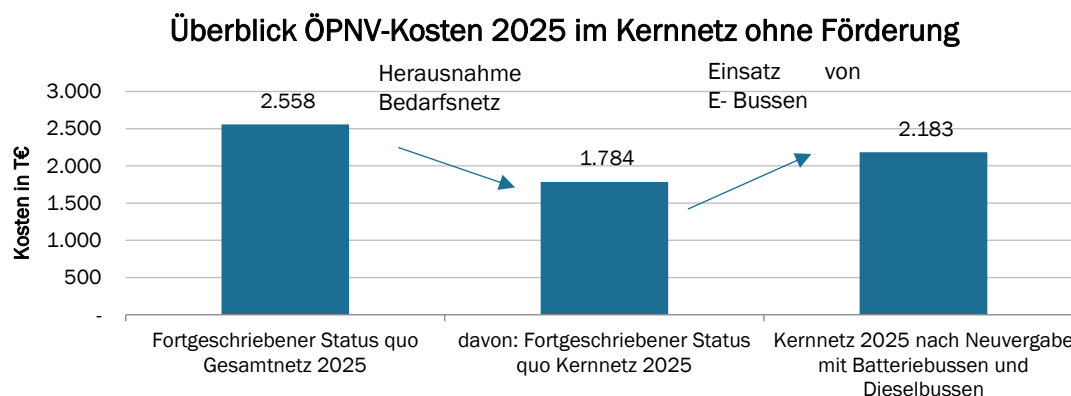


Abbildung 34: Überblick ÖPNV-Kosten 2025 im Kernnetz ohne Förderung

Die Kosten würden sich gegenüber dem fortgeschriebenen Status quo im Kernnetz somit um fast 400 T€ pro Jahr erhöhen. Maßgeblich sind dafür insbesondere die wesentlich höheren Anschaffungskosten der Fahrzeuge. Batterieelektrische Solobusse kosten in der Anschaffung etwa 350 T€ mehr als vergleichbare Dieselbusse. Bei einer unterstellten Nutzungsdauer von 12 Jahren erhöht sich die jährliche Abschreibung damit um fast 30 T€ je Fahrzeug. Für die sechs batterieelektrischen Solobusse ergeben sich somit allein aus der erhöhten Abschreibung Zusatzkosten von rund 180 T€. Darüber hinaus werden durch die Neuvergabe auch neuere Dieselbusse als bisher eingesetzt (bisher auch Einsatz von Euro 3- und Euro 5-Fahrzeugen, ab 2025 ausschließlich mindestens Euro 6-Fahrzeuge).

Werden in die Betrachtung jedoch Fördermittel einbezogen, können die Mehrkosten deutlich reduziert werden. An dieser Stelle wird bei den batterieelektrischen Bussen eine Förderung in Höhe von 80 % der Mehrkosten gegenüber Dieselbussen berücksichtigt und für Ladeinfrastruktur wird eine Förderung von 40 % der Gesamtkosten angenommen. Dies entspricht den Förderquoten aktuell absehbarer Förderprogramme für Elektrobusse auf Bundesebene.

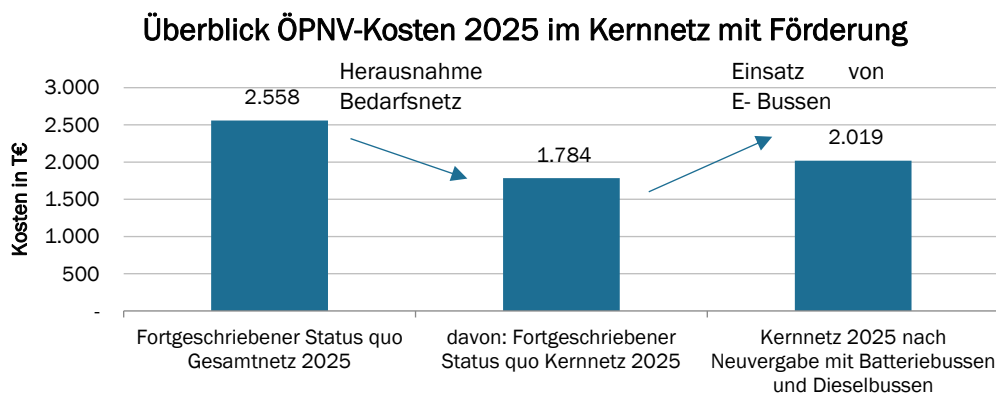


Abbildung 35: Überblick ÖPNV-Kosten 2025 im Kernnetz mit Förderung

Bei Einbeziehung von Fördermitteln können die Kosten von 2.183 T€ auf 2.019 T€ im Jahr 2025 gesenkt werden, wodurch die Mehrkosten der Flottenumstellung auf 235 T€ reduziert werden können. Diese Mehrkosten werden vor allem dadurch verursacht, dass die Flotte insgesamt signifikant jünger ist, wodurch sich höhere Abschreibungen als im Status quo ergeben.

Die Betrachtung bezog sich bisher ausschließlich auf das Kernnetz. Im folgenden Abschnitt wird nun auch der Bedarfsverkehr betrachtet. Die Analyse zum Bedarfsverkehr hat ergeben, dass dieser in einem Umfang von rund 165.000 Fahrzeug-km jährlich erbracht werden müsste, um die Mobilitätsbedarfe in den entsprechenden Gebieten adäquat bedienen zu können. Dafür kann ein Fuhrpark von drei Fahrzeugen angenommen werden, die jeweils 55.000 km pro Jahr absolvieren. Bei kompletter Fremdvergabe dieser Bedarfsverkehre ist je nach Ausgestaltung (z. B. Fahrzeuganforderung, Servicelevel der Bedarfsverkehre) gemäß PwC-Analysen typischerweise von Kosten in einer Spanne von ca. 1,80 € bis 2,10 € je Nutz-Wagen-km auszugehen. In diesen Kosten sind alle einschlägigen Betriebskosten (u. a. Fahrpersonal, Treibkraft, Fahrzeugvorhaltung, Fahrzeuginstandhaltung, Buchungsplattform) enthalten. Wird ein mittlerer Wert (1,95 € je Nutz-Wagen-km) angesetzt, ergeben sich Kosten für den Bedarfsverkehr in Höhe von ca. 320 T€ jährlich. Ein Vergleich der in der Modellrechnung fortgeschriebenen ÖPNV-Kosten gemäß Status quo für das Jahr 2025 sowie der Kosten des Zielzustands 2025 (ÖPNV-Kernflotte teilweise elektrifiziert und Einsatz von Bedarfsverkehren) ist in der nächsten Abbildung dargestellt.

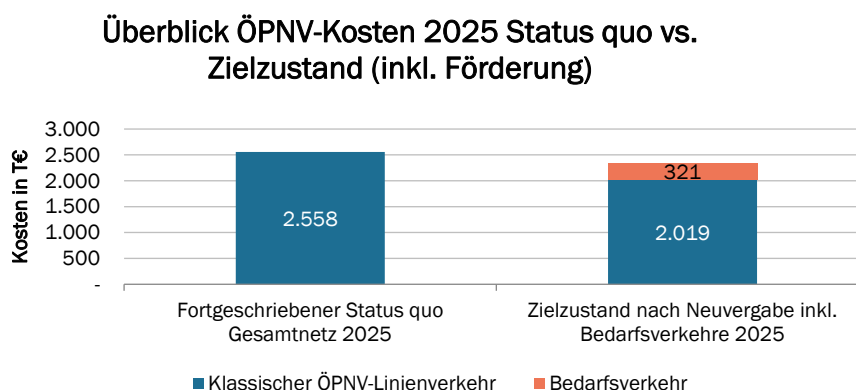


Abbildung 36: Überblick ÖPNV-Kosten 2025 Status quo vs. Zielzustand (inkl. Förderung)

Insgesamt zeigt die Modellrechnung, dass die Kosten des Emder ÖPNVs bei entsprechender Förderung der Fahrzeuganschaffungen und der Investitionen in die Ladeinfrastruktur mit insgesamt 2.440 T€ um rund 120 T€ geringer sind als die Kosten des fortgeschriebenen Status quo.

Abschließend wird die modellhafte Kostenschätzung auf das Jahr 2031 fortgeschrieben, in dem die Elektrifizierung der Emder ÖPNV-Flotte gemäß Umstellungsstrategie abgeschlossen werden soll. Die Berechnung basiert auf denselben Prämissen wie die Berechnung für das Jahr 2025. Der Unterschied besteht lediglich in der Flottenstruktur und den daraus resultierenden veränderten Kosten. In der folgenden Abbildung sind die entsprechend kalkulierten Kosten für das Jahr 2031 dem fiktiv auf das Jahr 2031 fortgeschriebenen Status quo gegenübergestellt. Es wird dabei keinerlei Fahrzeug- oder Infrastrukturförderung unterstellt.

Überblick ÖPNV-Kosten 2031 Status quo vs. Zielzustand (ohne Förderung)

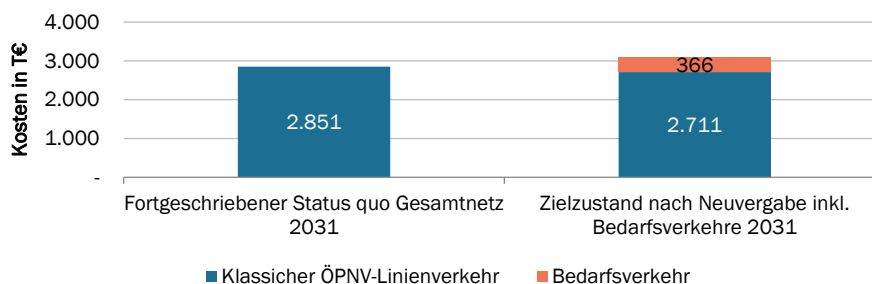


Abbildung 37: Überblick ÖPNV-Kosten 2031 Status quo vs. Zielzustand (ohne Förderung)

Die Kosten des elektrifizierten Emders ÖPNVs liegen bei Zugrundelegung der entsprechenden Prämissen mit insgesamt 3.077 T€ um rund 230 T€ über den Kosten des fortgeschriebenen Status quo. Dies entspricht einem Mehraufwand von rund 8 %.

Wird hingegen wie auch zuvor schon eine Förderung in Höhe von 80 % der Mehrkosten gegenüber der Beschaffung eines Dieselmotors sowie von 40 % der Ladeinfrastruktur-Investitionen unterstellt, ergibt sich das folgende Bild.

Überblick ÖPNV-Kosten 2031 Status quo vs. Zielzustand (inkl. Förderung)

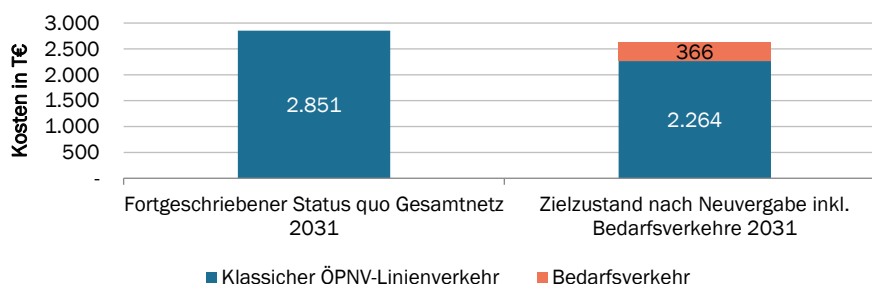


Abbildung 38: Überblick ÖPNV-Kosten 2031 Status quo vs. Zielzustand (inkl. Förderung)

Die Gesamtkosten können durch die Förderung von 3.077 T€ auf 2.630 T€ reduziert werden. Die Kosten liegen somit unter dem fortgeschriebenen Status quo.

Insgesamt ist somit festzustellen, dass die erfolgreiche Akquise von Fördermitteln ein wesentlicher Faktor ist, um die Elektrifizierung des Emders ÖPNV wirtschaftlich umzusetzen. Die Beratungserfahrung in vergleichbaren Kommunen zeigt, dass hier insbesondere auf die gründliche Ausarbeitung von innovativen Projektskizzen geachtet werden sollte, um in den „Wettbewerbsphasen“ der Förderprogramme erfolgreich zu sein. Die Förderung dient der Bezuschussung der im Vergleich zu Dieselmotoren signifikant höheren Anschaffungskosten von batterieelektrischen Bussen. Im Betrieb hingegen können elektrische Fahrzeuge bereits heute wirtschaftliche Vorteile gegenüber Dieselmotoren erzielen, da ihre Treibkraft- und Instandhaltungskosten geringer ausfallen.

4.6 Zusammenfassung: Umstellungs- und Elektrifizierungsstrategie für den Emdener ÖPNV

Die Ergebnisse der Untersuchung des **Elektrifizierungspotenzials des Emdener ÖPNVs** sind **zusammengefasst** die Folgenden:

- Emden bietet gute Möglichkeiten zum Einsatz von Elektrobussen. Durch die Neuvergabe der ÖPNV-Leistungen ab dem Jahr 2025 ergeben sich große Freiheitsgrade.
- Batterieelektrische Busse haben wirtschaftliche Vorteile gegenüber Brennstoffzellenbussen, da sie günstiger in der Anschaffung und bei den Treibkraftkosten sind.
- Wenn die bisher durch Midi- und Kleinbusse bedienten Verkehre durch ein Bedarfsverkehrssystem und punktuell durch Standardbusse ersetzt werden, ist eine Elektrifizierung des gesamten Emdener ÖPNVs bis möglich.
- Mit Beginn der Neuvergabe ab 2025 könnten alle Standardbusse elektrifiziert werden. Um Lock-In-Effekte zu vermeiden, sollte zunächst jedoch nur die halbe Flotte umgestellt werden und die restliche Umstellung stufenweise erfolgen.
- Die Umstellung kann im Jahr 2031 abgeschlossen werden, wenn die Zweckbindung der Fördermittel für die Anschaffung der Emdener Buszüge ausgelaufen ist.
- Die empfohlene Flotte besteht ab dem Jahr 2031 ausschließlich aus batterieelektrischen Bussen, davon vier Gelenkbusse, zwölf Standardbusse und drei kleinere Fahrzeuge für Bedarfsverkehre. Die Flotte wird somit von 23 auf 19 Fahrzeuge verkleinert. Die Anzahl der Fahrzeugtypen kann von bislang 4 auf 3 reduziert werden.
- Insgesamt kann im Zielzustand 2031 eine CO₂-Emissionseinsparung von 551 t jährlich gegenüber dem Status quo erzielt werden.
- Die Einbindung eines attraktiven Bedarfsverkehrs in das Gesamtsystem bietet Möglichkeiten zu Steigerung des ÖPNV-Anteils am Modal Split.

5 Alternative Mobilitätslösungen

Kernaussagen:

- (E-)Carsharing und Elektrofahrräder stellen eine gute Möglichkeit dar, den MIV und die dadurch entstehenden Treibhausgasemissionen zu reduzieren
- Die Förderung des Radverkehrs und die bedarfsgerechte Erschließung durch den ÖPNV sind zentrale Säule der Mobilität in Emden, die durch alternative Mobilitätsangebote ergänzt werden sollten. Dabei ist eine Ausrichtung auf die Anforderungen einzelner Nutzergruppen sinnvoll.
- Freefloating Carsharing sowie ein E-Scooter-Verleihsystem eignet sich in Emden aufgrund der Stadtgröße und den negativen Klimaauswirkungen durch die E-Scooter nicht
- Für einen wirtschaftlichen Betrieb von Carsharing in Emden empfiehlt sich die Einbindung von Ankernutzern wie der Stadtverwaltung, der Hochschule oder anderen Arbeitgebern, die die Dienste in ihr Mobilitätsmanagement einbinden
- Elektrofahrräder erfreuen sich großer Beliebtheit. Für die Umsetzung eines Bikesharings sind E-Fahrräder aufgrund der Topographie und Stadtgröße nicht zwingend nötig, können dennoch eine zusätzliche Attraktivität darstellen.
- Die Bevölkerungsstruktur in Emden ist begünstigend für den Erfolg von Lastenrädern. Der Lastenradverleih sollte jedoch in erster Linie durch Fahrradläden oder einem Verein getragen werden.
- Durch den Einsatz von Carsharing können Kosten im eigenen Fuhrpark gesenkt werden, wenn durch Fahrtenauslagerung der Fuhrpark reduziert wird.
- Im Emden besteht das Potential für 11 Mobilitätsstationen in unterschiedlichster Größe und Ausstattung. Die umfassendste Station sollte am Bahnhof entstehen mit allen Sharing-Angeboten und zusätzlicher Beratungsleistung. Aber auch die südliche Innenstadt oder die Hochschule eignen sich aufgrund der Ankernutzer für größere Stationen.

Die Elektromobilität bietet einen großen Hebel, um die verkehrlich verursachten Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) zu mindern, und leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Die bloße Ersetzung von Verbrennern durch Elektrofahrzeuge stellt jedoch nicht das übergeordnete Ziel dar und ist nicht ausreichend, um die durch die Europäische Union (EU) und den Bund festgesetzten Klimaschutzziele langfristig zu erreichen. Es ist von höchster Relevanz, die Elektromobilität in Kombination mit weiteren umweltfreundlichen Mobilitätslösungen, wie z. B. Bike- oder Carsharing, zu denken und stärker zu fördern. Nur so ist es möglich, den motorisierten Individualverkehr (MIV) zu reduzieren und die verkehrsbedingten Emissionen langfristig auf ein verträgliches Maß zu senken. Dies ist ein wichtiger Baustein zur Klimaneutralität in Emden bis zum Jahr 2050 und entspricht den Zielen des Handlungsfeldes *Nachhaltige Mobilität* aus dem Masterplan 100 % Klimaschutz.

Die **Förderung des Radverkehrs** und die bedarfsgerechte Erschließung durch den ÖPNV sind zentrale Säulen der Mobilität in Emden. Die Integration von Bedarfsverkehren in den liniengebundenen ÖPNV bringt, wie im Kapitel 0 beschrieben, hohe Potentiale mit sich. Dennoch ist es nicht möglich allein durch diese beiden Verkehrsmodi, die gesamte Verkehrsnachfrage effizient zu befriedigen. Daher ist es notwendig, **Potentiale alternativer Mobilitätsformen** in der Stadt Emden zu untersuchen. In diesem Kapitel werden zuerst (E-)Car-, (E-)Bike-, E-Scooter-Sharing genauer vorgestellt. Damit können auch die im Masterplan 100 % formulierten Maßnahmen (M-19) umgesetzt werden, sodass der Einstieg in die Elektromobilität durch die Schaffung von Anreizen und einem erleichterten Informationszugang ermöglicht wird. Weitere **flankierende Maßnahmen** zur Erhöhung der Attraktivität des Umweltverbundes sind auch großzügige Rad- und Fußwege zu zentralen Orten wie der Innenstadt, Hochschule, Bahnhof, Arbeitgeber und vielen anderen Orten. Auch kann die Attraktivierung des Bahnhofsumfelds durch entsprechende Fuß- und Radwege zu weiteren Umstiegen auf den Umweltverbund führen. Dies wird im Rahmen der Projektbearbeitung jedoch nicht näher beleuchtet.

5.1 Elektromobile Verkehrsmittel

5.1.1 (E-)Carsharing

Der **Carsharing-Markt** ist in den vergangenen Jahren sehr dynamisch gewachsen. In der Umsetzung haben sich zwei operative Betreibermodelle herauskristallisiert:

- Stationsbasiertes Carsharing
 - Fahrzeuge werden an festen Stationen abgeholt und zurückgegeben
- Freefloating Carsharing: Fahrzeuge werden ohne Stationszwang auf öffentlichen Parkplätzen in einem definierten Geschäftsgebiet verteilt.

In Deutschland gibt es aktuell 226 Carsharing-Anbieter, die insgesamt eine Flotte von 25 400 Fahrzeugen an 840 Standorten betreiben und damit 2 290 000 Nutzer*innen ihre Dienstleistung anbieten können. Das stationsbasierte Carsharing ist dabei das meist verbreitetste Betreibermodell. Dieses wird in allen 840 Orten angeboten und reicht von den großen gewerblichen Anbietern, wie stadtmobil oder teilAuto, bis hin zu ehrenamtlichen Vereinen, die den Service auch im ländlichen Raum nutzbar machen. Beim Freefloating gibt es hingegen nur zehn Anbieter, die vor allem in großen Metropolregionen tätig sind und ihren Service an 17 Standorten anbieten.⁵⁰ Flexible Ausleih- und Abgabesysteme erfordern eine sehr hohe Auslastung, um die Verlässlichkeit für Kund*innen, dass Fahrzeuge an den Stationen nutzbar sind, herbeizurufen. Andernfalls kann dies nur durch einen hohen Dispositionsaufwand erreicht werden.

Die Voraussetzungen für ein erfolgreiches flexibles Carsharing-System sind in Emden nicht gegeben.

Durch die Etablierung von **Elektrofahrzeugen in Carsharing-Flotten** wird den Nutzern die Möglichkeit geboten, ohne großen Aufwand und hohe Kosten, ein Elektroauto zu testen. Dadurch können die CS-Nutzer*innen an die neue Technologie herangeführt werden. Die Resonanz ist deutschlandweit überwiegend positiv:

- 67 % der Nutzer/-innen des Anbieters Flinkster bevorzugen ein E-Pkw
- 51 % der Nutzer/-innen von DriveNow stimmen dem zu

Eine geringe Verfügbarkeit, fehlende flächendeckende LIS sowie die Unsicherheit bezüglich des Ladevorganges sind Gründe, die aus Sicht der Kund/-innen bislang einer intensiveren Nutzung im Weg stehen.⁵¹ Dazu kommen Herausforderungen bzgl. des Bezahlvorganges beim Laden an fremden Ladestationen.

Festzuhalten ist, dass sich Elektrofahrzeuge grundsätzlich gut in eine CS-Flotte integrieren lassen. Die Reichweiten der E-Pkw eignen sich überwiegend für die im CS zurückgelegten Wege. Darüber hinaus wissen CS-Nutzer, für welche Strecken sie das Fahrzeug benötigen und können dementsprechend planen und abschätzen, ob die Reichweite eines E-Pkw ausreicht oder eine Ladung notwendig wird. Neben den MIV-Entlastungen und Flächeneinsparungen tragen Elektrofahrzeuge im Carsharing zudem zur Reduzierung von Luft- und Lärmemissionen bei. Dafür wird jedoch LIS benötigt und ebenso flächenmäßig größere CS-Stationen, an denen die Wahlmöglichkeit zwischen konventionellen und elektrischen Fahrzeugen besteht. Hierbei kann die Stadt Emden mit Flächen und als Ankernutzer einen Beitrag leisten. Wirtschaftliche Vorteile für den Betreiber bestehen aufgrund der erhöhten Anschaffungskosten der E-Pkw und LIS aktuell nicht. Dies kann bei politischem

⁵⁰ Bundesverband CarSharing 2020

⁵¹ Vgl. BMU 2015, S. 185 ff.

Willen ggf. durch Unterstützungen durch die Stadt ausgeglichen werden. Es können bspw. attraktive öffentliche Flächen ausgeschrieben werden, mit der Bedingung zur Nutzung durch E-Carsharing.

Für einen **wirtschaftlichen Betrieb** werden durchschnittlich etwa 600 Euro Umsatz pro Monat benötigt, was pro Fahrzeug ca. vier bis fünf Stunden täglicher Nutzungsdauer entspricht. Dafür sind üblicherweise zwischen 25 und 40 Nutzer*innen je Fahrzeug erforderlich, die beim Anbieter registriert sind.

Generell empfiehlt sich die Einbeziehung von **betrieblicher Nutzung**, damit die Fahrzeuge auch während den Arbeitszeiten genutzt werden. Für gewerbliche Nutzer*innen lohnt sich der Ersatz von Fuhrparkfahrzeugen durch Carsharing-Fahrzeuge, wenn Fuhrparkfahrzeuge aktuell eher unregelmäßig und verhältnismäßig selten genutzt werden. Dabei liegt eine Kalkulationsgröße bei ungefähr 1,5 Stunden pro Tag. Am Abend und an den Wochenenden stehen die Carsharing-Fahrzeuge den Anwohner*innen zur Verfügung. Potentielle gewerbliche Nutzer*innen sollten über die Möglichkeiten und Potentiale des Anbietens eines Carsharings für die Beschäftigten bzw. Kund*innen informiert und unterstützend beraten werden. Hier fungieren die Stadt und/ oder die Wirtschaftsförderung als Vermittler und vernetzen die Unternehmen bzw. Handelseinrichtungen mit den entsprechenden Carsharing-Anbietern.

Das **Carsharinggesetz** (CsgG) ist eine von der Bundesregierung beschlossene Ermächtigungsgrundlage, um Maßnahmen zur Privilegierung von CS zu ermöglichen. Bevorrechtigungen können sowohl für das Parken auf öffentlichen Straßen und Wegen eingeräumt werden, als auch beim Erheben von Gebühren. Voraussetzung dafür ist eine deutlich sichtbare Kennzeichnung der CS-Fahrzeuge⁵². Am 28.04.2020 ist dafür, beruhend auf dem CsgG, die 54. Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften (BGBl. I 2020 S. 814) in Kraft getreten. Damit besteht Rechtssicherheit bei der Ausweisung von Parkplätzen für das Carsharing und es wurde ein Sinnbild als Grundlage für Zusatzzeichen Carsharing-Fahrzeug zum bevorrechtigten Parken eingeführt. Dieses Sinnbild soll sowohl am Parkplatz, als auch an der Windschutzscheibe der Fahrzeuge befestigt werden.

⁵³

Nach § 5 CsgG kann die nach Landesrecht zuständige Behörde Stellflächen für ausschließlich stationsbasiertes CS bestimmen. Die Flächen sollen in einem diskriminierungsfreien, transparenten Auswahlverfahren mit einer Sondernutzungserlaubnis zur Verfügung gestellt werden. Erfolgt ein Antrag auf Sondernutzung für ausgewählte Flächen eines CS-Anbieters, hat die Stadt mehrere Möglichkeiten, damit umzugehen. Zum einen können sie nach einer Prüfung der Flächen über die Sondernutzungserlaubnis die Standorte genehmigen. Sind mehrere Anbieter interessiert, sind von der Kommune wettbewerbs- und vergaberechtliche Voraussetzungen einzuhalten. Daher können sie zum anderen den Antrag nutzen, um ein öffentliches und diskriminierungsfreies Vergabeverfahren einzuleiten oder um den Antrag mit dem Verweis auf ein späteres Verfahren zurückzuweisen.^{54, 55}

Letztendlich entscheidet die **Stadt bei öffentlichen Flächen** über die Lage der CS-Standorte. Wichtig ist dabei, dass die Standorte sichtbar und gut zugänglich positioniert werden. Aus diesem Grund sind Flächen im öffentlichen Straßenraum notwendig, da diese Standorte mehr Aufmerksamkeit erlangen und dadurch eine bessere Zugänglichkeit für alle Interessenten gegeben ist. Wie bereits beschrieben, ist die attraktive Verfügbarkeit von CS (in der Fläche) einer der ausschlaggebenden Faktoren bei der Abschaffung des privaten Pkw.

Bei der **Wahl geeigneter Standorte** sollten daher demographische und sozioökonomische Kriterien (z. B. Einwohnerdichte, Einkommen und Altersstruktur), bauliche (z. B. Point of Interest/ Point of

⁵² Vgl. §§ 1–4 CsgG

⁵³ Vgl. BMVI 2020

⁵⁴ vgl. Loose 2016, S. 14

⁵⁵ Hinweis: Der Bundesverband CarSharing hat dazu einen Leitfaden veröffentlicht (Stand: April 2019), s. Loose 2019

Sale (Pol/PoS), Bebauungsart, -dichte und Zentralität) sowie infrastrukturelle Faktoren (Verknüpfungspunkte zum ÖPNV) berücksichtigt werden. Die räumliche Nähe von CS-Angeboten zu Verkehrsmitteln des Umweltverbundes bzw. multimodalen Knotenpunkten beeinflusst u. a. die Auslastung der CS-Fahrzeuge positiv. Mit der zunehmenden Verbreitung der Elektromobilität und dem Ausbau der Ladeinfrastruktur, kann die Nähe zu bereits existierender LIS genutzt werden. Eine Standort-Potenzialanalyse, die diese Kriterien berücksichtigt, befindet sich im Kapitel 5.3.

5.1.2 Elektrofahrräder und Bikesharing

Elektrofahrräder

Der Markt für Elektrofahrräder entwickelt sich in Deutschland seit einigen Jahren dynamisch. Im Jahr 2019 wurden 1,3 Millionen Elektrofahrräder verkauft (vgl. Abbildung 39). Dies entspricht einer Steigerung von 39 % im Vergleich zum Vorjahr und einem Anteil von 31,5 % bezogen auf die Gesamtanzahl verkaufter Fahrräder. Deutschland gehört zu einem der größten Absatzmärkte für Elektrofahrräder in Europa.

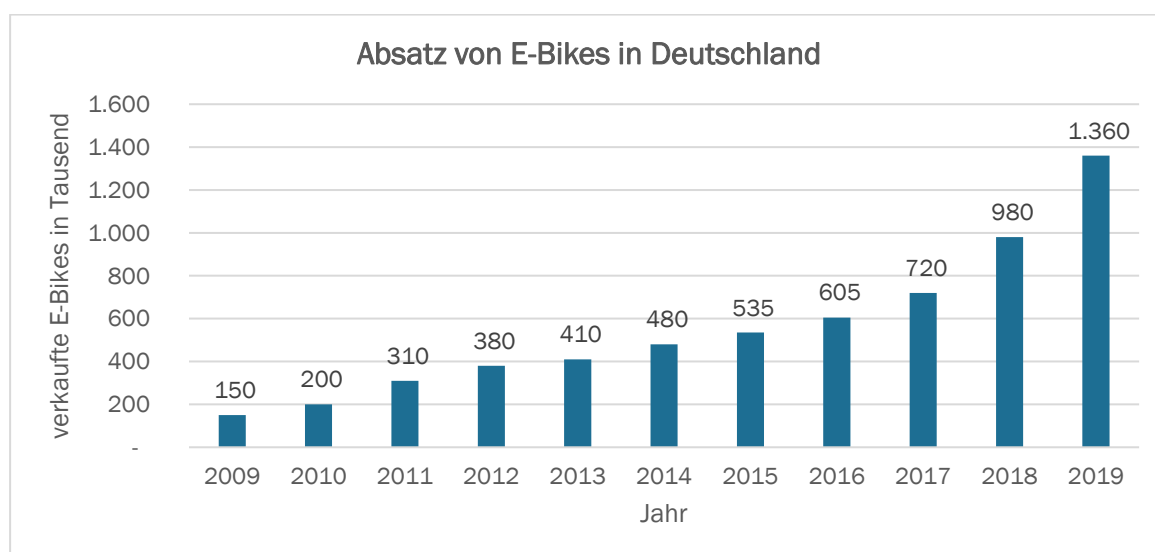


Abbildung 39: Absatz von Elektrofahrrädern in Deutschland von 2009 bis 2019^{56,57,58, 59, 60}

Der Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) geht mittelfristig (5 Jahre) von einem Verkaufsanteil der Elektrofahrräder von 23 – 25 % und langfristig (8 – 10 Jahre) von 35 % aus⁶¹. Mit einem Bestand von ca. 5,4 Millionen elektrisch unterstützten Fahrrädern ergibt sich ein Anteil von 7,1 % am Gesamtbestand von Fahrrädern (75,9 Mio.) in Deutschland (Stand 2020).⁶²

Elektrofahrräder werden in drei Kategorien aufgeteilt (vgl. Tabelle 12). Pedelecs unterstützen den Fahrer mit einem Elektromotor, während des Tretvorgangs bis maximal 25 km/h. Im Straßenverkehrsgesetz ist das Pedelec dem Fahrrad rechtlich gleichgestellt, denn es werden weder Kennzeichen und Zulassung noch Fahrerlaubnis benötigt. Schnelle Pedelecs oder S-Pedelecs leisten jedoch eine Motorunterstützung von bis zu 45 km/h. Bei E-Bikes wird der Fahrer auch ohne Treten elektrisch unterstützt. Sie gelten als Kleinkrafträder, wenn eine Motorleistung von 1 000 Watt und eine Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h nicht überschritten werden. Laut ZIV sind 99 % aller ver-

⁵⁶ Vgl. ZIV 2020, S. 16

⁵⁷ Vgl. ZIV 2015

⁵⁸ Vgl. ZIV 2014

⁵⁹ Vgl. Inside eBike 2015

⁶⁰ Vgl. BMVI 2012

⁶¹ Vgl. ZIV 2018a

⁶² Vgl. ZIV 2020, S. 22

kauften Elektrofahrräder Pedelecs. Im Sprachgebrauch ist jedoch der Begriff E-Bike verbreitet, womit im weiteren Sinne Elektrofahrräder aller drei Kategorien gemeint sind. Im Folgenden wird daher von Elektrofahrrädern gesprochen.

Tabelle 12: Arten von Elektrofahrrädern im Vergleich

	Pedelec	S-Pedelec	E-Bike
Motorleistung	250 Watt	500 Watt	4 000 Watt**
Unterstützung bis	25 km/h, tretabhängig	45 km/h, tretabhängig	45 km/h, tretunabhängig
Fahrzeugtyp	Fahrrad	Kleinkraftrad	Kleinkraftrad
Führerschein	Nein	Ja, AM	Ja, M
Helm	empfohlen	verpflichtend	verpflichtend
Versicherung	Nein	Ja	Ja
Nutzung der Radverkehrsanlagen	Ja	Nein	Nein
Marktanteil*	98 %	2–3 %	

* laut ZIV

** E-Bikes können auch mit stärkeren Motoren ausgerüstet sein und eine höhere Leistung erzielen. Dann werden sie als Kraftrad eingestuft.

Der durchschnittliche Preis eines Elektrofahrrades liegt bei rund 2 550 €, wobei E-Fahrräder in der Regel 500 – 1 500 € teurer sind als Fahrräder ohne Antrieb. Es sind auch günstige Modelle ab ca. 600 € verfügbar, wobei aufgrund der Lebensdauer und Verarbeitung eher zu einem teureren Pedelec gegriffen werden sollte. Der Trend geht auch zu den Premiummodellen mit Smartphone-Anbindung oder Bordcomputer, sowie hochwertigen Komponenten.⁶³ Die teuerste Komponente eines Elektrofahrrades ist, wie beim Pkw, der Akku. Mit sinkenden Kosten für Lithium-Ionen-Batterien ist auch mit einer Kostenreduktion der Elektrofahrräder zu rechnen.

Besonders zu berücksichtigen sind entsprechende **Anforderungen an die Radinfrastruktur**, die aus der steigenden Beliebtheit von Elektrofahrrädern hervorgehen. Hiermit verbunden sind z. B.

- unterschiedliche und steigende Geschwindigkeiten,
- ältere Nutzer*innen mit zum Teil geringere Fahrradfahrungen
- Aufgrund des größeren Gewichts und der höheren Geschwindigkeiten von Elektrofahrrädern ist die Oberflächenqualität der Fahrbahn von großer Bedeutung, da sie zum einen den Fahrtkomfort und zum anderen die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer beeinflussen.⁶⁴
- Verkehrssichere Überholvorgänge von Radfahrenden müssen möglich sein.⁶⁵
- Es bedarf einer entsprechenden Fahrbahnbreite, rutschfester Belag und weite Kurvenradien, die in der Planung berücksichtigt werden müssen, damit die Streckenführung nicht nur attraktiv, sondern auch sicher gestaltet werden.
- Zu Fuß Gehende können von Radfahrenden ggf. verunsichert oder sogar gefährdet werden.
- Bei Nutzer*innen von Elektrofahrrädern zeigt sich bspw. häufig, dass die Fahrtgeschwindigkeiten bei hohem Fußgängeraufkommen nicht immer angepasst und Bremswege unterschätzt werden. Daher sollten Radwege in Fußgängerbereichen nur dann in Frage kommen, wenn kaum gemeinsamer Verkehr besteht.

⁶³ Vgl. Greenfinder.de 2018

⁶⁴ vgl. PGV-Alrutz/ IWU 2015

⁶⁵ vgl. BMVBS 2012

Bikesharing

Das Fahrrad erlebt seit einigen Jahren in Städten rund um den Globus einen starken Boom, da Einwohner*innen so die mit Pkw überlasteten Straßen kostengünstig und schnell befahren können. In diesem Zug wurden auch Fahrradverleihsysteme, auch **Bikesharing** genannt, in Städten immer relevanter. Ein Bikesharing-System weist folgende Besonderheiten auf:

- Für den allgemeinen Gebrauch bestimmte, öffentliche Individualverkehrsmittel
- Kann nach einmaliger Anmeldung eigenständig rund um die Uhr entliehen und zurückgegeben werden
- Ausleihprozess erfolgt meist über eine mobile Applikation, in der Nutzer/-innen Standorte freie Räder in der Nähe sehen können
- Mittels Reservierungsoption ist es möglich, diese für kurze Zeit zu belegen

In Deutschland haben sich drei Modelle zum Anbieten von Bikesharing herauskristallisiert, die in der nachstehenden Tabelle aufgeführt werden.⁶⁶

Tabelle 13: Modelle zum Anbieten von Bikesharing

Freefloating Bikesharing	Stationsgebundenes Bikesharing	Hybrides Bikesharing
Vor allem in asiatischen Städten zu finden	In Deutschland häufiger anzutreffen	In Städten wie Frankfurt, Dresden und Leipzig von nextbike
• Leihräder stehen überall im Stadtgebiet • Leihräder verfügen über elektronische Schlösser und werden nach erfolgreicher Ausleihe automatisch entriegelt.	• Der Kunde muss sich identifizieren und bekommt anschließend die Stellplatznummer zugewiesen, an der das Fahrrad angeschlossen ist, anschließend wird das Schloss automatisch entriegelt • Stationen können auch virtuell sein (nicht physisch sichtbar) und werden Kunden in der Applikation als digitale Station angezeigt	• Vereint beide Varianten • In einem gesonderten zenturnahen Gebiet können Nutzer/-innen ihre Leihräder an allen Straßen abstellen • Außerhalb nur an den virtuellen oder physischen Stationen.⁶⁷

Eine einfache Variante des Fahrradverleihs gibt es bereits an der Hochschule Emden/Leer im Rahmen des „healthy campus“ für Studierende. Nach vorheriger Anmeldung per E-Mail kann ein Fahrrad gegen eine Spende ausgeliehen werden. Dies ist eine gute Ergänzung, jedoch nicht unbedingt ein kommerzielles und niederschwellig zugängliches Bikesharing-System. Unabhängig vom Modell sind die Voraussetzung für den Erfolg von Bikesharing dann am größten, wenn es im Bediengebiet eine hohe Dichte an Stationen und Fahrrädern gibt, welche intermodal in das Verkehrskonzept integriert sind. Des Weiteren zählen Handhabung einer nutzerfreundlichen App sowie die Qualität der Fahrräder zu den wichtigsten Faktoren.

Noch vor nicht allzu langer Zeit mussten Bikesharing-Betreiber noch mit finanzieller Unterstützung der öffentlichen Hand operieren. Inzwischen ist die Branche jedoch nachhaltig wirtschaftlich. Dies liegt oftmals an Skaleneffekten, die unter anderem durch das Betreiben einer großen Flotte, dem Anbieten des Dienstes in meist mehreren Städten und vor allem digitalisierten Prozessen.⁶⁸ Das weltweite Marktvolumen zeigt das rasante Wachstum von Bikesharing: 2013 betrug dies lediglich 1,2 Mrd. Euro, für 2021 ein Volumen von bis zu 8 Mrd. Euro prognostiziert. Zurückzuführen ist

⁶⁶ Vgl. Roland Berger (2018)

⁶⁷ Vgl. Nextbike GmbH (2020a)

⁶⁸ Vgl. Agora Verkehrswende (2019a)

diesen Wachstum vor allem auf den asiatischen und europäischen Markt.⁶⁹ In Deutschland zählen nextbike und Call-a-Bike zu den größten Anbietern, die jeweils in über 50 Städten aktiv sind. Daneben gibt es noch einige kleinere Anbieter, die in ausgewählten Städten ihren Service anbieten.⁷⁰ Deutschlands dichteste Bikesharing-Netze lassen sich in Heidelberg, gefolgt von Mainz und Darmstadt finden. Die meisten Räder sind hingegen in Berlin stationiert.⁷¹

Durch die Einführung eines Bikesharing ergeben sich für die Stadt **folgende Potenziale:**

- Reduktion des Flächenverbrauchs
- Reduktion von Schadstoffemissionen
- Bei optimaler Verteilung und Integration in den Verkehr: Erhöhung des Radverkehrsaufkommens⁷²
- Dabei ist es essentiell, dass das System als integrierter Bestandteil eines ganzen Strategiebündels gesehen wird und eine verträgliche Nutzung des öffentlichen Raumes angestrebt wird.^{73, 74}

Lastenradsharing

Eine sinnvolle Ergänzung zum normalen Bikesharing können **Lastenrad-Sharing-Systeme** darstellen. Lastenräder sind Fahrräder, mit denen es auf Grund ihrer Bauform möglich ist, größere Lasten und Volumina zu transportieren. So ist es möglich mit den meisten Modellen für den privaten Gebrauch über 100 kg zu bewegen. Im Wesentlichen haben sich vier Typen bewährt, welche in Abbildung 40 dargestellt sind. Die meisten Lastenräder bieten inzwischen auch die Möglichkeit einer elektrischen Antriebsunterstützung. Zwar gelten Lastenräder noch als Nischenprodukt, können aber auf Grund der Möglichkeit des Personen- und Warentransports eine Alternative für Einkaufs- und Beförderungsfahrten mit dem Pkw darstellen. Dadurch können einige Wege mit dem Pkw eingespart werden, was sich positiv auf die Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen auswirken kann.



Abbildung 40 Bauweisen von Lastenrädern⁷⁵

5.1.3 E-Scooter

Verkehrsmittel der Mikromobilität, wie bspw. **elektrisch betriebene Tretroller** (sog. E-Scooter), bieten die Chance, die Lücke bei der Kombination verschiedener Verkehrsmittel zu schließen. Die letzte Meile kann mit smarten Angeboten bequem überbrückt werden, was große Potenziale für die Ersetzung von MIV-Wegen bietet.

Seit Inkrafttreten der Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung (eKFV) am 15.06.2019 ist es rechtlich erlaubt, elektrische Kleinstfahrzeuge mit Lenk- oder Haltestange im Verkehr führen zu dürfen. Folgende Regelungen gelten:

⁶⁹ Vgl. Roland Berger (2018)

⁷⁰ Vgl. FahrradXXL (2018)

⁷¹ Vgl. Coya (2019)

⁷² Allerdings ist ein empirischer Nachweis zur Wirkung auf das Mobilitätsverhalten und Verkehrsaufkommen schwer nachweisbar. Dieser Effekte konnte jedoch in Sevilla und mehreren niederländischen Städten nachgewiesen werden.

⁷³ Vgl. ADFC (2020)

⁷⁴ Vgl. Agora Verkehrswende (2019)

⁷⁵ Vgl. Ghebregiabiher & Poscher-Mika (2018)

- **Radverkehrsanlagen** (Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Radwege oder gemeinsame Geh- und Radwege) sind **zu benutzen**
- Sind diese nicht vorhanden, darf auch die **Fahrbahn** oder außerorts der **Seitenstreifen** genutzt werden
- Das Fahren auf dem **Gehweg**, selbst bei ausgeschaltetem Motor sowie das Mitnehmen weiterer Personen oder Gegenstände ist **verboten**.
- Die Straßenverkehrsbehörden können für das Befahren anderer Verkehrsflächen durch die Anordnung des entsprechenden **Zusatzzeichens** (vgl. Abbildung 41) **Ausnahmen für Einzelfälle** zulassen.
- E-Scooter dürfen ab einem **Alter von 14 Jahren** genutzt werden
- Es besteht **keine Pflicht zur Vorlage eines Führerscheins** oder Mofa-Prüfbescheinigung
- In Deutschland sind nur E-Scooter mit einer **Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h** zugelassen. Damit wurden auch eine **Leistungsbegrenzung von 500 Watt** sowie diverse **verkehrssicherheitsrechtliche Mindestanforderungen** im Bereich von Brems- und Lichtsystemen, Fahrdynamik und elektrischer Sicherheit festgelegt.
- Am Straßenverkehr teilnehmende E-Scooter unterliegen einer **Versicherungspflicht**, die durch bauliche Besonderheiten von Elektrokleinstfahrzeugen durch eine kleine Versicherungsplakette zu kennzeichnen sind
- Es besteht **keine Helmpflicht**, das BMVI empfiehlt aber, wie im Radverkehr, das Tragen eines Schutzhelmes.



Abbildung 41: Verkehrszusatzzeichen "Elektrokleinstfahrzeuge frei"

In Deutschland werden E-Scooter vor allem durch Sharing-Dienstleister angeboten. Momentan haben sich große Anbieter herauskristallisiert: Lime, Tier, Voi, Jump und Bird, die E-Scooter-Sharing nicht nur in Groß-, sondern auch in Mittelstädten vertreiben. Je nach Stadt wird ein Fahrzeug zwischen 1,5- bis 5-mal pro Tag ausgeliehen, wobei die mittleren Distanzen zwischen 1,5 km und 2 km liegen.⁷⁶

Auf Grund der durchschnittlich zurückgelegten Distanzen spricht man E-Scootern das Potential zu als Zubringer operieren zu können. Einwohner, können dann ihren privaten Pkw stehen lassen und mittels Scooter öffentliche Transportmodi erreichen.⁷⁷ Werden E-Scooter so in städtischen Verkehr integriert, dass sie intermodal genutzt werden können, sind sie prädestiniert dafür Letzte-Meile-Probleme zu lösen.⁷⁸ Des Weiteren ergeben Studien, dass Scooter in Gebieten, in denen Parkplatzmangel oder hohe Staugefahr besteht, den Anteil an MIV reduzieren. Ein weiterer Vorteil aus Sicht der Nachfrager*innen ist es, dass in diesen Gebieten Wege mit weniger als 3 km die gleiche Fahrzeit mit einem Scooter aufweisen würden.⁷⁹ Scooter sind per se energieeffizient. Dies liegt am geringen Gewicht und dem elektrischen Antrieb, der sie lokal emissionsfrei fahren lässt. Für Distanzen von 2 km Länge benötigt so ein Scooter rund 40-mal weniger Energie als ein Verbrenner.⁸⁰

E-Scooter erfahren inzwischen aber auch reichlich **Kritik**. Durch die vielen Anbieter in Großstädten, gibt es in diesen immer mehr Fahrzeuge. Die Nutzerzahl und Anzahl der Buchungen bleibe aber gleich. Daraus ergeben sich folgende Nachteile:

- Viele E-Roller stehen am Straßenrand und werden als Belästigung empfunden

⁷⁶ Vgl. civity Management Consultants GmbH (2019)

⁷⁷ Vgl. Köllner, C. (2019)

⁷⁸ Vgl. Edel, F. (2019)

⁷⁹ Vgl. Smith, C., Schwieterman, J. (2018)

⁸⁰ Vgl. Agora Verkehrswende (2019b)

- Kundenseitig werden die E-Scooter häufig mitten auf Gehwegen oder Fußgänger-Zonen liegen gelassen, was andere Straßenteilnehmer beeinträchtigt

Ein weiterer Nachteil von E-Scootern liegt in dem Beitrag zur Mobilitäts- und Klimawende. Wurde zum Start der Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung damit gerechnet, dass die Vorteile von Scootern deren Nachteile überwiegen, ist es inzwischen in verschiedenen Studien nachgewiesen, dass E-Scooter keinen nennenswerten Beitrag leisten. Zum einen liegt dies daran, dass Scooter oftmals nicht Wege mit dem MIV, sondern mit dem weitaus nachhaltigeren Rad- oder Fußverkehr, substituieren.^{81, 82, 83} Zum anderen fanden Forscher der University of North Carolina in einer Studie, in der die gesamte Energiebilanz untersucht wird, heraus, dass über den gesamten Lebenszyklus 202 g CO²-Äquivalent pro Personenmeile (125 g pro km) emittiert werden. Zum Vergleich: ein normales Fahrrad weist lediglich 8 g pro mi (5 g pro pkm) auf. Für die Herstellung der Batterien fallen demnach 50 Prozent der Emissionen an. Dies deckt sich mit Erfahrungen der Herstellung von Akkumulatoren von Pedelecs. Für diese werden zwischen 27,5 und 37,5 kg CO² emittiert. Problem hierbei stellt der Ort der Herstellung dar, da dieser oftmals in China liegt und die dortigen Fabriken mittels Kohleenergie betrieben werden. 43 Prozent der Emissionen pro Personenmeile sind auf die Juicer zurückzuführen. Diese sammeln nachts die leeren Scooter ein und laden sie wieder auf. Problem ist hier, dass die eingesetzten Transporter oftmals Dieselbetrieben sind und der Strom, mit dem die Scooter geladen werden nicht aus nachhaltigen Quellen stammt. Die restlichen 7 Prozent sind auf den Import und Unterhalt zurückzuführen. Für ihre Studien nahmen sie eine Lebensdauer eines Scooters von 18 Monate an.⁸⁴ Andere Studien zeigen allerdings, dass ein E-Scooter lediglich eine Nutzungsdauer von lediglich einem bis drei Monaten besitzt⁷, was das führen würde, dass das CO²-Äquivalent deutlich nach oben korrigiert werden müsste. Ein weiterer Nachteil der E-Scooter ist das erhöhte Unfallrisiko. Von Januar bis März 2020 registrierte die Polizei in Deutschland 251 Unfälle.⁸⁵ Zwar ist diese Zahl deutlich unter 12 700 Unfällen mit Fahrradbeteiligung. Das Verkehrsaufkommen mit Rädern ist in Deutschland aber um ein Vielfaches höher als mit Scootern. Grund dafür wird in der fehlenden Helmpflicht, der Abstinenz von Blinkervorrichtungen sowie dem leichtsinnigen und gefährdendem Fahrverhalten der Nutzer*innen gesehen.^{86, 87}

Auf Grund dieser Aspekte stellen E-Scooter ein nachrangig zu förderndes Transportmittel dar, was dazu führt, dass diese Mobilitätsalternative nicht weiter betrachtet wird. Stattdessen wird empfohlen Alternativen, wie Car-, Bike- und Lastenradsharing in das Mobilitätsangebot zu integrieren.

5.2 Definition von Zielgruppen

Um eine nachhaltige Mobilität zu etablieren, ist eine Reduktion des Verkehrsaufkommens und damit eine Verlagerung von MIV-Wegen auf Verkehrsmittel des Umweltverbundes erforderlich. Da Nutzer*innen alternativer Mobilitätsmodi nicht als homogen betrachtet werden können, wird im Folgenden zwischen privaten, touristischen und betrieblichen Anwendern unterschieden. Die dabei betrachteten Modi stellen Car-, Bike-, Lastenradsharing dar.

5.2.1 Private Nutzer*innen

Der typische **Nutzende von Carsharing** ist vorwiegend männlich und besitzt eine akademische Ausbildung. Das Alter der Kund*innen liegt zwischen 24 und 54 Jahren, wobei das Durchschnittsalter 44 Jahre beträgt. Die Nutzer*innen leben statistisch gesehen in einem Zwei-Personen-Haushalt

⁸¹ Vgl. Edel, F. (2019)

⁸² Vgl. Agora Verkehrswende (2019b)

⁸³ Vgl. Umweltbundesamt (2020)

⁸⁴ Vgl. Hollingsworth J., Copeland B., Johnson, X. (2019)

⁸⁵ Vgl. Destatis (2020)

⁸⁶ Vgl. ADAC (2019)

⁸⁷ Vgl. Uluk et al. (2020)

und besitzen ein Nettoeinkommen von ca. 3 500 €. Die Nutzung des stationsbasierten Carsharings lässt sich wie folgt beschreiben:

- Vorwiegend für Einkäufe, Erledigungen (wie z.B. Arztbesuche), aber auch Freizeitausflüge oder gar Urlaub
- Durchschnittliche zurückgelegte Distanz zwischen 30 km und 70 km
- Durchschnittliche Ausleihdauer beträgt 3 bis 6 Stunden.^{88, 89, 90}
- Buchungshäufigkeit liegt zwischen zwei- bis viermal im Monat

Hauptgrund der Nutzung ist der ökonomische Faktor, wenn aufgrund des Nutzungsmusters der Kund*innen die Anschaffung eines eigenen Pkws teurer ist. Wichtige Einflussfaktoren, die zur Nachfrage animieren, sind vor allem eine hohe Angebotsdichte und Verfügbarkeit der Fahrzeuge. Zudem spielt Intermodalität für die meisten Kund*innen eine deutlich stärkere Rolle.⁹¹ So wählt laut MiD 2017 ein*e Carsharing Nutzer*in verstärkt und häufiger Verkehrsmittel aus dem Umweltverbund. Beträgt der bundesdeutsche Radverkehrs- sowie ÖPNV-Anteil am Modal Split jeweils lediglich 10 Prozent, weisen Carsharing-Nutzer*innen bei beiden Transportmodi eine Nutzungshäufigkeit von über 30 Prozent auf und sind damit deutlich nachhaltiger und klimaschonender mobil als der durchschnittliche Bundesbürger.⁹²

Die Voraussetzung für eine hohe Akzeptanz und Nutzungsintensität des Carsharings lässt sich demnach durch eine gute ÖPNV- und Bedarfsverkehrs-Anbindung sowie eine attraktive Fahrradinfrastruktur beschreiben. Dies ist in der Stadt Emden gegeben. Bereits heute hat der Radverkehr einen sehr hohen Anteil am Modal Split. Die im Radverkehrskonzept der Stadt Emden 2009-2015 beschlossenen Maßnahmen wurden bereits zu über 80 Prozent umgesetzt. Dadurch weist Emden schon heute Radverkehrsanlagen auf, die in der Bevölkerung breite Zustimmung finden. Wurden bereits 2007 28 Prozent aller Wege mit dem Fahrrad zurückgelegt, sollen sowohl Radverkehrs-Anteil als auch -Attraktivität durch weitere Maßnahmen des Radverkehrskonzeptes „Masterplan Radverkehr 40%“ weiter steigen.

Neben dem Besitz des eigenen Fahrrads, stellen alternative Mobilitätsformen empfehlenswerte und erfolgsversprechende Lösungen für einen umweltfreundlichen Mobilitätsmix dar. Neben dem Carsharing kann dies auch ein Fahrradverleihsystem (**Bikesharing**) sein. Auch bei der Bikesharing-Nutzung überwiegt der männliche Anteil leicht. Das Durchschnittsalter der Nutzer*innen beträgt 38 Jahre, welche zudem überproportional ein Abitur oder einen Hochschulabschluss vorweisen können. Die **Nutzungsspezifika** lassen sich wie folgt festhalten:

- Länge der zurückgelegten Wege beträgt durchschnittlich 3 km
- Einsatzzweck häufig für Freizeitwege.

Neben dem Ausbau von Radwegen, ist eine der wichtigsten Faktoren, dass Nutzern ein nahtloser, intermodaler und flexibler Reiseweg zur Verfügung steht. So sollten Bikesharing Stationen in das ÖPNV-Konzept der Stadt Emden integriert sein, da schon ab einem Fußweg von 100 Metern die Bereitschaft einer Ausleihe rapide sinkt. Neben dieser Integration ist auf ausreichende Zahl sowie Dichte an Fahrrädern zu achten.⁹³

Aufgrund des hohen Radverkehrsanteil in Emden bestehen zwar infrastrukturell beste Voraussetzungen für die Nutzung eines Bikesharings, dennoch geht hier auch eine hohe Fahrradbesitz-Quote

⁸⁸ Vgl. Riegler et al. (2016)

⁸⁹ Vgl. Sunderer et al. (2018)

⁹⁰ Vgl. Krämer und Bongaerts (2019)

⁹¹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019a)

⁹² Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019b, S. 91)

⁹³ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019b, S. 92)

einher. Die Zielgruppe für das Bikesharing wird daher in erster Linie insbesondere bei Tourist*innen oder als Teil der betrieblichen Mobilität gesehen.

Aufgrund der Topographie Emdens, ist der Einsatz eines Pedelec-Verleihs zwar durch den höheren Innovationsgrad und des aktuellen Markthochlaufes der Pedelecs zwar attraktiv, aber nicht zwingend nötig.

Statistisch gesehen weisen auch bei der Nutzung von Lastenrädern Männer den höheren Nutzeranteil auf. Nach einer Wiener Studie besitzen 77 Prozent aller Nutzer*innen einen akademischen Abschluss, sind zwischen 35 und 42 Jahre alt und fahren fast täglich Rad. Die Nutzerschaft von Lastenrädern ist stark umwelt- und familienfreundlich geprägt. So beträgt die durchschnittliche Haushaltsgröße 2,7 Personen, die Pkw-Besitz-Quote pro Haushalt hingegen lediglich 0,31.⁹⁴ Stattdessen sind pro Haushalt fast vier Fahrräder vorhanden. Dies ist insofern interessant, da der private Fahrradbesitz demnach das Angebot Lastenrad-Sharing nicht kannibalisiert, sondern vielmehr förderlich ist. Hauptzwecke der Ausleihe stellen die Beförderung von Kindern und Einkäufen dar. Mögliche Ausleihstationen sind in Innenstadtlage, großen Verkehrsknotenpunkten oder Quartieren, in denen sowohl Kindergärten als auch eine ausreichend hohe Dichte an Einzelhandelsgeschäften herrscht, zu errichten. In Emden beträgt die durchschnittliche Haushaltsgröße 2,1 Personen und auch die Pkw-Besitz-Quote weicht mit 0,54 etwas vom Ideal der Lastenrad-Nutzerschaft ab. Aufgrund des hohen Fahrradanteils am Modal Split wird von einer hohen Fahrradbesitzquote ausgegangen. Durch die Hochschule und dem Anteil an Studierenden und jungen Familien wird eine wichtige Zielgruppe in Emden gesehen.

*In Emden bestehen gemäß der Nutzer*innen-Eigenschaften demnach gute Voraussetzungen für die Akzeptanz eines Lastenradverleihs.*

Dennoch ist ein wirtschaftlicher Betrieb häufig schwer, wonach die Etablierung über Vereine in der Anfangsphase erfolgsversprechend ist. Das Angebot von Testwochen für Nutzer*innen sensibilisiert für den Gebrauch von Lastenrädern. Je nach Rückmeldung aus den Testläufen kann schließlich über die feste Etablierung eines Leihsystems nachgedacht werden.

5.2.2 Touristische Nutzung

Sollen Tourist*innen in das Mobilitätskonzept Emdens eingebunden werden, muss ebenso auf deren Bedürfnisse eingegangen werden, da diese, verglichen mit privaten Nutzern, andere Anforderungen an die Mobilitätsangebote stellen. So ist zu beobachten, dass Mobilität zunehmend als aktiver Teil des Reisens betrachtet wird. Die Art und Weise wie Wege hin zum Reiseerlebnis zurückgelegt werden, dienen somit nicht mehr nur dem zweckmäßigen Erreichen des Urlaubszieles, sondern sind bereits Teil des individuellen Reiseerlebnisses.⁹⁵

Wie beschrieben ist einer der Hauptgründe von privaten Nutzer*innen für Bikesharing das Besuchen von touristischen Attraktionen und Zurücklegen von Freizeitwegen. Da Emden sich durch seine topografische Beschaffenheit perfekt für den Radverkehr eignet, was sich in dem oben beschriebenen Radverkehrs-Anteil im Modal Split der Emdener Bevölkerung widerspiegelt, ist es ratsam auch **Besucher*innen und Tourist*innen der Stadt** und der näheren Umgebung ein dichtes Bikesharing Netz zur Verfügung zu stellen. Stellen Hoteliers und Betreiber touristischer Aktivitäten solche Stationen in der unmittelbaren Nähe zur Verfügung, geben sie ihren Kunden die Möglichkeit Umgebung und Ziele im und außerhalb des Stadtgebietes umweltfreundlich zu erkunden.

Das Mitgestalten von Bikesharing-Konzepten für Unternehmen der Reise- und Freizeitbranche in Emden hat zudem hohe Werbe-Potentiale.

⁹⁴ Vgl. Dorner et al. (2020)

⁹⁵ Vgl. Pechlaner et al. (2017)

Auf Grund der Bauform von Mietfahrrädern ist es möglich großflächige Werbung am Rahmen zu platzieren. (siehe Abbildung 42)



Abbildung 42: Leih-Fahrrad mit Werbungsmöglichkeit (Quelle: nextbike 2020b)

Als Ergebnis ist die Marke des Unternehmens sowohl für die Nutzer*innen selbst, als auch für Passanten im gesamten Stadtgebiet sichtbar. Durch das positive Image von Bikesharing kann somit die eigene Marke im Stadtumfeld platziert werden. In manchen Städten oder Regionen, wie bspw. im Bergischen Land oder Rhein-Sieg-Kreis, hat sich zudem der Einsatz von elektrifizierten Ausleihfahrrädern etabliert. Zwar können dann Fahrräder in einem größeren Bediengebiet zur Verfügung gestellt werden, durch die fahrradfreundliche Topografie der Stadt, ist E-Bike-Sharing für Emden nicht zwangsläufig empfehlenswert.

Insbesondere für Gäste, die nicht mit dem eigenen Pkw anreisen, ist **touristisches Carsharing** eine sinnvolle Alternative, um das Umland bereisen zu können, auch wenn sie ohne eigenen Pkw angereist sind. Der gewerbliche Carsharing Anbieter Cambio betreibt bereits in Leer und Wilhelmshaven insgesamt sieben Carsharing Stationen⁹⁶, mit denen touristische Ziele erreicht werden können. Mögliche Tagesausflüge im Emder Umland stellen bspw. die Leuchttürme Campen und Pilsum (Otto-Leuchtturm), der Badestrand Upleward, der Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer oder die ostfriesischen Städte Aurich, Leer und Norden dar. Touristisches Carsharing besitzt zudem das Potential einzelne touristische Attraktionen im Gebiet zu stärken. Als konkrete Beispiele seien hier der Kletterwald Aurich, das Lüttesburger Schloss und Schlosspark oder die Seehundaufzuchtstation und Waloseum Norddeich sowie das Leeraner Miniaturland genannt. Eine weitere Möglichkeit touristisches Carsharing in der Fläche zu etablieren, kann durch die Integration von Carsharing Stationen in Ferienparks oder als Angebot im Rahmen von Ferienwohnungen gelingen. Es sei allerdings angemerkt, dass eine aktive Vermarktung und dadurch eine steigende Bekanntheit und Sensibilisierung der Emder Gäste unabdingbar sind, damit diese Carsharing nutzen.

5.2.3 Betriebliche Nutzung

Neben Akteuren aus dem Reise- und Freizeitbereich, gibt es in Emden eine Vielzahl an Unternehmen im Stadtzentrum und -rand. Exemplarisch seien ein Kleinunternehmen in der Innenstadt und ein mittelständisches, am Hafen angesiedeltes Unternehmen gewählt, um alternative Mobilitätsformen für beide Akteure zu beleuchten.

Das Unternehmen in **Innenstadtlage** kann Beschäftigten ein Bikesharing oder aber ein Carsharing für dienstliche Wege bieten. Dabei steht das Unternehmen als Ankernutzer im Vertragsverhältnis mit dem Anbieter. Dies bietet den Vorteil, dass keine großen Investitionen getätigt werden müssen,

⁹⁶ Vgl. Cambio CarSharing (2020)

aber den Beschäftigten dennoch attraktive Mobilitätsalternativen für dienstliche Wege zur Verfügung gestellt werden können. Nutzen Beschäftigte diese Form der Mobilität, führt dies zu weniger Verkehr im Stadtzentrum, was Schadstoff-Emissionen reduziert und Parkraumprobleme lösen lässt. Der Car- oder Bikesharing-Anbieter zieht daraus den Vorteil, dass durch zugesicherte Abnahmemengen eine Wirtschaftlichkeit des Angebotes schneller hergestellt werden kann. Somit kann für das gesamtstädtische Gebiet ein Angebot geschaffen werden, das sowohl Bürger*innen, Tourist*innen und Beschäftigte der Unternehmen nutzen können. Potenzielle Ankernutzer könnten beispielsweise die Emden Zeitung GmbH und Co. KG, die Stadtwerke Emden GmbH, die Stadtverwaltung oder die Hochschule Emden/ Leer sein, da davon ausgegangen werden kann, dass ein Großteil der Mitarbeiter*innen (bzw. Studierende) sich im Stadtgebiet schnell und zugleich nachhaltig bewegen können.

Daneben können **Lastenräder** eine interessante Alternative für Unternehmen in städtischer Lage darstellen. Wie beschrieben, lassen sich mit Lastenfahrrädern mehr als 100 kg transportieren. Spezielle Bauformen erlauben es mehr als 2 000 Liter Fassungsvermögen zu verstauen. Das gewerbliche Nutzen von Lastenrädern trägt nicht nur dem Klimaschutz bei, sondern hat auch wirtschaftliche Vorteile. Insbesondere für Transporte im Innenstadtbereich lässt sich viel Zeit sparen durch weniger im Staustehen oder ausbleibende Parkplatzsuche. Die Unternehmen können sich ein grünes Image aufbauen und tragen wesentlich zur Reduktion der Schadstoffemissionen bei. Zudem sind Lastenräder um ein Vielfaches günstiger in Anschaffung und Unterhaltung als motorisierte Transporter.

Auch für Unternehmen, die außerhalb des Stadtzentrums, bspw. in Hafennähe, angesiedelt sind und eine große Betriebsfläche besitzen, können Lastenräder eine sinnvolle Zusatzalternative darstellen. So ließen sich insbesondere für Werksverkehre umweltschonende, innovative und günstige Lösungen schaffen, um Waren auf dem Betriebsgelände oder zwischen Firmen-Standorten zu transportieren. In der Praxis häufig anzutreffende Beispiele von betrieblichen Lastenrad-Sharing ist das unkomplizierte Mitführen von Werkzeug zum Arbeitsort, der Transport von kleineren Waren und Post oder das Befördern von Gegenständen bis in Innenräume oder sensible Bereiche, in denen Pkws verboten sind.⁹⁷ Potenzielle Nutzer*innen könnten demnach Unternehmen sein, die im Industriepark Frisia beheimatet sind, aber auch öffentliche Arbeitgeber oder mobile Pflegedienste sowie Reinigungsunternehmen, die immer wieder kleinere Gegenstände, wie Akten, Taschen oder Reinigungsmittel, im Stadtgebiet zwischen verschiedenen Standorten transportieren müssen.

Eine weitere interessante Lösung für Unternehmen stellt betriebliches stationsgebundenes Carsharing dar. Verteilen Carsharing-Anbieter ihre Stationen normalerweise dezentral im Stadtgebiet, werden beim **Corporate Carsharing** zusätzliche Stationen an Unternehmensstandorten errichtet. Durch einen Vertrag zwischen Anbieter und Unternehmen, erhalten Mitarbeiter*innen einen für speziellen Zugang per Chipkarte oder Handy-App und können mit diesen im gesamten Bediengebiet Fahrzeuge ausleihen, fahren und zurückgeben. Die Unternehmen sind dann sogenannte **Ankernutzer**, die die verfügbaren Leih-Fahrzeuge häufig nutzen. Für Carsharing-Betreiber sind diese essenziell, um eine Wirtschaftlichkeit der Angebote zu garantieren. Studien ergeben, dass sich durch Ankernutzer die Größe der geeigneten Standortareale vergrößert, was wiederum Vorteile für den Betreiber mit sich bringt.

Auch die **Ankernutzung durch die Stadtverwaltung** Emdens würde sich gut in die Bestrebungen der Fachbereiche 500 und 600 einordnen, die bereits die Förderung eines gemeinsamen Fahrzeugpools für die Stadtverwaltung anstoßen wollten.

⁹⁷ Vgl. VCD (2020)

Nutzt die Stadt das Carsharing, kann sie auf einen externen Fahrzeugpool zugreifen, mit dem dienstliche Wege zurückgelegt werden können. Dies senkt die Fuhrparkkosten für die Stadt, da dadurch mit hoher Wahrscheinlichkeit der eigene Fuhrpark verkleinert werden kann.

Darüber hinaus signalisiert die Stadt gegenüber der Öffentlichkeit eine starke Vorbildfunktion. Dies ist wichtig, um auch andere Unternehmen davon überzeugen zu können, das Carsharing für dienstliche Wege zu nutzen oder Bürger*innen für ihre Wege des täglichen Bedarfs.

Bei der Ankernutzung durch Unternehmen oder der Stadtverwaltung werden die Fahrzeuge dann zu festen Zeiten prioritär für die Beschäftigten blockiert. Außerhalb dieses Zeitraumes besteht die Möglichkeit, dass Externe (z.B. Bürger*innen) die Fahrzeuge nutzen. Die Abrechnung erfolgt meist nach dem Pay-per-Use-Prinzip. Dies bedeutet, dass nur nach tatsächlicher Mietdauer und Kilometerleistung abgerechnet wird. Als Software wird die Plattform des Carsharing-Betreibers genutzt, damit können viele Prozesse effizienter abgewickelt und firmeneigene Ressourcen für eigene Fuhrparkverwaltung reduziert werden. Andererseits lässt sich die Plattform des Carsharing-Betreibers auch durch Schnittstellenverknüpfung in eine Fuhrparkverwaltungs-Software integrieren. Dies eignet sich insbesondere für größere Unternehmen mit einem Flotten- und betrieblichem Mobilitätsmanagement, in das das Carsharing in den Nutzungsprozess betrieblicher Wege integriert werden kann. Zu diesen Prozessen zählen Reservierungs-, Dispositions- und Abrechnungsprozesse. Um sicherzustellen, dass Mitarbeiter*innen verlässlich Fahrzeuge zum Ausleihen zur Verfügung stehen, ist es möglich im geschlossenen Rahmenvertrag feste Blockzeiten für eine bestimmte Anzahl an auszuleihenden Fahrzeugen festzuhalten. Betriebliches Carsharing ist vor allem dann sinnvoll, wenn der eigene Fuhrpark nicht dauerhaft ausgelastet ist.

Da Fixkosten von Firmenwagen meist deutlich höher sind als die Betriebskosten, führt diese Mobilitätsalternative im Ergebnis dann zu einer effizienteren Auslastung im eigenen Fuhrpark, spart Fahrzeuge und Kosten ein und erhöht die Kostentransparenz im Unternehmen.⁹⁸

In Wilhelmshaven gibt ein solches **Corporate Carsharing Konzept** bereits. Wie bereits erwähnt, betreibt Cambio Carsharing in Wilhelmshaven vier Stationen mit neun Autos.⁹⁹ Durch die Ankernutzer in Form der Jade Hochschule, der ansässigen Sparkasse, dem Klinikum und der Stadt selbst, gelang es so von Anfang an eine gute Auslastung der Fahrzeuge zu erreichen.¹⁰⁰ **In Emden kann ein solcher Ankernutzer von Beginn an die Stadtverwaltung darstellen.** Mitarbeiter*innen ist es dann möglich, sich selbst oder Gegenstände zwischen verschiedenen Standorten mit dem Leihauto zu bewegen. Neben der Effizienzsteigerung, Förderung klimafreundlicher Mobilität, kann die Stadtverwaltung Emden auch nach außen ein positives Signal für klimafreundlichere Fortbewegung setzen und andere Firmen oder Bürger*innen für das Thema sensibilisieren. Zudem setzt die Stadt damit selbstentwickelte Maßnahmen des „Masterplans 100% Klimaschutz“, indem es heißt, Carsharing in Emden zu betreiben und etablieren, um.

Im Zeitraum von 19. Juni 2020 bis 06. Juli 2020 wurde im Rahmen der Projektbearbeitung eine Unternehmensbefragung durchgeführt, an der sich 162 Unternehmen beteiligten und ihr Interesse zum betrieblichen Carsharing und der Flottenelektrifizierung angaben.¹⁰¹ Fast 30 Unternehmen (insbesondere aus der Dienstleistungs-, Produktions- und Logistikbranche) bekundeten Interesse, ein Carsharing für ihre dienstlichen Wege in Anspruch zu nehmen. Dies stellt bereits eine wichtige

⁹⁸ Vgl. Bundesverband CarSharing e.V. (2019)

⁹⁹ Vgl. Cambio CarSharing 2020b

¹⁰⁰ Vgl. Stadt Wilhelmshaven 2020

¹⁰¹ Die vollständige Auswertung kann Kapitel 7 entnommen werden.

Grundlage für den Ausbau und der Förderung eines Carsharing-Systems dar. In der Stadtmitte Emdens herrscht, wie in Abbildung 43 dargestellt, ein hohes Interesse an Corporate Carsharing, so dass hieraus hohe Synergieeffekte gezogen werden können.

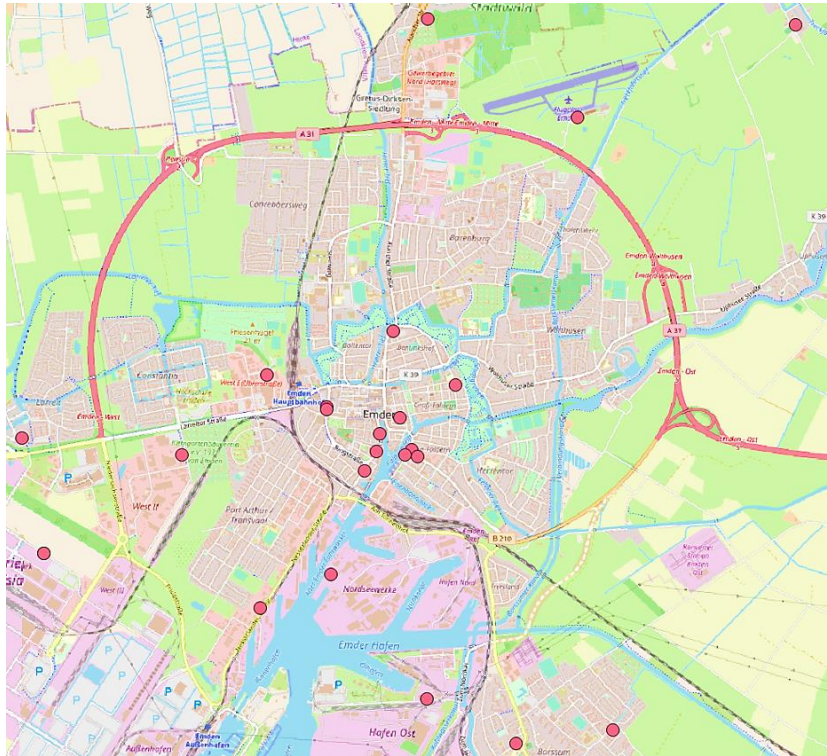


Abbildung 43: Interesse an der Nutzung eines Corporate Carsharings in Emden, Karte: OSM

Im Rahmen der Befragung wurde auch betont, dass sich diese Mobilitätsalternative insbesondere auch für Betriebe am Seehafen eignen könnten, da während Schichtwechseln Parkplätze nicht in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen. Weitere Stationen für Corporate-Carsharing, insbesondere im Emder Zentrum, können zudem in Mobilitätsstationen, die im nächsten Unterkapitel behandelt werden, integriert werden.

5.3 Standortpotentiale von alternativen Mobilitätslösungen

Die Stärke und das Potential alternativer Mobilitätsformen sind eng mit der Förderung der Multimodalität verknüpft. Daher ist es von enormer Bedeutung diejenigen Standorte zu identifizieren, an denen das Bereitstellen der Services den höchsten Nutzen bringt.

Daraus hat sich in den letzten Jahren der Trend hin zu Mobilitätsstationen, auch Mobility Hubs genannt, entwickelt. Dabei werden verschiedene Mobilitätsdienstleistungen räumlich an einem Punkt gebündelt, sodass auf gesamtstädtischer Ebene ein Netz aus Mobilitätsstationen und Einzelstationen (wie Bushaltestellen) entsteht.

Übergeordnetes Ziel dieser Stationen ist es, den Umstieg zwischen den Verkehrsmodi zu vereinfachen und ein nutzerfreundliches Mobilitätssystem, bestehend aus dem kompletten Umweltverbund, zu schaffen. Je nach Bedarf ist es dem Nutzenden so möglich, diejenigen Modi auszuwählen, die am besten für den Weg geeignet sind (Multimodalität). Durch die räumliche Bündelung ist es

dem Nutzenden zudem möglich, die Wegekette wesentlich zu vereinfachen und entlang der Reisekette verschiedene Verkehrsmittel zu nutzen (Intermodalität). ^{102, 103, 104}

Mobilitätsstationen bringen eine Reihe von Vorteilen mit sich. Zu diesen zählen:

- verbesserte, einfachere sowie nachhaltigere Mobilität für Einwohner, Tourist*innen und lokale Mitarbeiter*innen
- bessere Erreichbarkeit von z.B. Einkaufsmöglichkeiten und Restaurants
- Reduktion von Parkflächen
- Stärkung des Umweltverbunds und damit Reduktion der Schadstoffemissionen und Verkehrslärm
- Ausbau und Förderung von E-Mobilität
- Stärkung des sozialen Raumes
- Erhöhung der Aufenthaltsqualität
- Integrationsmöglichkeiten weiterer Dienstleistungen
- Überwindung der Letzten-Meile-Problematik
- Abbau von Nutzungshürden und damit gleichzeitiges Stärken des Umweltverbunds

Damit ist ersichtlich, dass der Aufbau eines Netzes aus Mobilitätsstationen die Maßnahmen des „Masterplans 100% Klimaschutz“ erfüllt, indem dadurch die Mobilität verkehrsübergreifend effizienter und nachhaltiger gestaltet und intelligent an den Stationen miteinander verknüpft werden kann.

Um Mobilitätsstationen sinnvoll zu nutzen, sollten diese an Orten mit hoher Nutzerfrequenz platziert werden. Dazu zählen insbesondere Innenstadt- sowie Gewerbegebiete, Verkehrsknotenpunkte (z. B. Bahnhöfe), aber auch Industriegebiete und Wohnquartiere. Weiterhin ist die Platzierung in der Nähe bereits existierender oder geplanter Nahverkehrslinien sinnvoll. Zudem können auch Dienstleistungsangebote (wie Informationspunkte, Packstationen etc.) in zentral gelegene Mobilitätsstationen eingebunden werden. Zudem ist darauf zu achten, dass die Mobilitätsstationen im Stadtbild auffallen und gut sichtbar sind. Die Stationen sollten immer an oder in der Nähe von ÖPNV-Haltestellen platziert werden, um die Mobilitätsstation auch als einen Anlaufpunkt für den (teil-)elektrifizierten ÖPNV auszugestalten, der die Fahrgäste und Pendler*innen zu ihrem Ziel befördert. Dann ist es sinnvoll, verknüpfend Parkflächen für Carsharing-Fahrzeuge sowie Leihräder zur Verfügung zu stellen. Selbst, wenn ein öffentliches Bikesharing System nicht an die Station angeschlossen ist, ist es empfehlenswert, Fahrradanhänger zu integrieren.

Ergänzend können durch die Mobilitätsstationen auch Orte der Begegnung in der Stadt geschaffen werden. Das bedeutet, dass durch die Standortwahl an oder in der Nähe von Bäckereien, Kiosken, Gastronomie etc. eine zusätzliche Attraktivität – sowohl für die Gewerbetreibenden, als auch für die Nutzung der Verkehrsmittel an der Station – geschaffen werden kann. Andererseits können Mobilitätsstationen auch aktiv dazu genutzt werden hier neue attraktive Angebote anzusiedeln, die über die rein funktionelle Ausrichtung hinausgehen. So können errichtete Mobilitätsstationen unter Voraussetzung der Flächenverfügbarkeit auch Anlaufstelle für Gewerbe wie Bäckereien, Kiosk oder Ähnlichem darstellen.

In Abbildung 44 ist eine exemplarische Mobilitätsstation in Dresden dargestellt. Sie vereint die Möglichkeit des Ladens von Elektrofahrzeugen, das Ausleihen von Pkw sowie Leihrädern, das Ein-

¹⁰² Vgl. KielRegion GmbH (2020)

¹⁰³ Vgl. Landeshauptstadt Kiel (2016)

¹⁰⁴ Vgl. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2016)

, Um- und Aussteigen des ÖPNVs, Überdachungen für Fahrgäste sowie die Möglichkeit des Informierens (über die zur Verfügung gestellten Verkehrsmodi, Echtzeitfahrplan des ÖPNV) und die nähere Umgebung (Stadtplan).



Abbildung 44: Mobilitätsstation in Dresden, Pirnaischer Platz (Quelle: DVB, 2020)

Um die Attraktivität der Mobilitätsstationen abseits deren Kernfunktionen sicherzustellen, kann die zusätzliche Einrichtung von Services, wie überdachten oder beheizten Aufenthaltsräumen, einem aktuellen Informationsangebot, freiem WLAN, Verpflegungs- oder Fahrradreparaturstationen erwogen werden. Auch attraktive Ladepunkte für E-Mobilität sind sinnvoll, optimalerweise mit Photovoltaik auf dem Dach der Station, um einerseits Lademöglichkeiten für das (E-)Carsharing, aber auch für Emobilisten zu schaffen. Dies wiederum kann bedarfsgerecht für die Stationen individuell ausgestaltet werden. Nicht alle Stationen müssen überdacht sein.

Die Dimensionierung von Mobilitätsstationen ist variabel gestaltbar und sollte entsprechend den lokalen Gegebenheiten, wie Bedarf, Nachfrage, aber auch verfügbarem Raum, angepasst werden. Dies bedeutet die Einrichtung von vielseitig ausgestatteten Mobilitätsstationen an stark frequentierten Bereichen wie der Innenstadt oder des Hauptbahnhofs. Für dezentrale, kleinere Mobilitätsstationen kann dagegen das Angebot entsprechend reduziert werden. Dadurch ergeben sich fünf Kategorien, in die jede Emdener Station klassifiziert werden kann. Diese sind:

- Kategorie XS Haltestelle + Fahrradbügel
- Kategorie S Haltestelle, Mitfahrpunkt, Fahrradbügel oder -boxen, Leihfahrräder
- Kategorie M wie S + Carsharing
- Kategorie L wie M + Lastenrad-Sharing
- Kategorie XL wie L + Mobilitätszentrale (Beratung, Info, Fahrkarten, etc.)

Durch die Mobilitätsstation der Kategorie XL kann auch die im Masterplan 100 % dargestellte Schaffung von Beratungsstellen abgedeckt werden. Das bedeutet, dass die Mobilitätsberatung vor Ort auch durch die Stadtwerke, Wirtschaft oder Interessensverbände erfolgen kann. Dafür sind feste Zeitfenster in der Woche sinnvoll, um die unterschiedlichen Ansprechpartner und Kompetenzträger zu organisieren.

Die Ansiedlung von bzw. Erweiterung durch attraktive gewerbliche Zusatzangebote wie Kiosken, Bäckereien oder ähnlichem eignen sich unabhängig von der dargestellten Kategorisierung für alle Stationen. Durch die Verknüpfung können ebenso neue Kundengruppen aus dem gewerblichen und privaten Bereich erreicht sowie eine Sichtbarkeit der Angebote erhöht werden.

Um in Emden potentielle Mobilitätsstationen mit der jeweiligen Kategorisierung aufzuzeigen, ist eine Standort-Potentialanalyse durchgeführt worden. Ziel der Analyse ist es, für jede bestehende Haltestelle die Eignung als Mobilitätsstation zu ermitteln. Diese Potentialanalyse wird mit einer

multikriteriellen GIS-Analyse durchgeführt und setzt sich aus den in Abbildung 45 dargestellten Schritten zusammen¹⁰⁵. Die Methodik kann dem Anhang 12.3 entnommen werden.



Abbildung 45: Modellvorgehen Standortanalyse

Die Ergebnisse der Standortanalyse werden in der Karte in Abbildung 46 dargestellt. Potenzielle Standorte für Mobilitätsstationen mit hoher Eignung stellen Punkte 1 bis 5, also vor allem in Innenstadtlage, dar. Für jede Station ist in Tabelle 14 eine Empfehlung für den Ausbaugrad der zu integrierenden Verkehrsmodi abgebildet. Die Stationen werden nachfolgend detailliert beschrieben. Es sind keine Stationen der Kategorie XS enthalten. Dies liegt daran, dass sich die obige Analyse auf Standorte mit hohem Potential fokussiert. Nichtsdestotrotz sollten geeignete Haltestellen, um die Nutzerfreundlichkeit zu erhöhen, um Fahrradhaltebügel ergänzt werden.

Tabelle 14: Potenzielle Mobilitätsstationen mit jeweiliger Kategorisierung

Nummer	Standorte	Kat. S	Kat. M	Kat. L	Kat. XL
1	Emder Hauptbahnhof				X
2	Kunsthalle		X	(X)	
3	Neutorstraße		X		
4	Südliche Innenstadt			X	
5	Menso-Alting-Straße		X		
6	Hochschule Emden/ Leer		(X)	X	
7	Klein-Faltern	(X)	X		
8	Conrebbersweg		(X)	X	
9	VW-Werke		X		
10	Barenburg	X			
11	Borssum	X			

¹⁰⁵ Abkürzungen in der Abbildung: Point of Interest (Pol), Point of Sale (PoS), Ladeinfrastruktur (LIS)

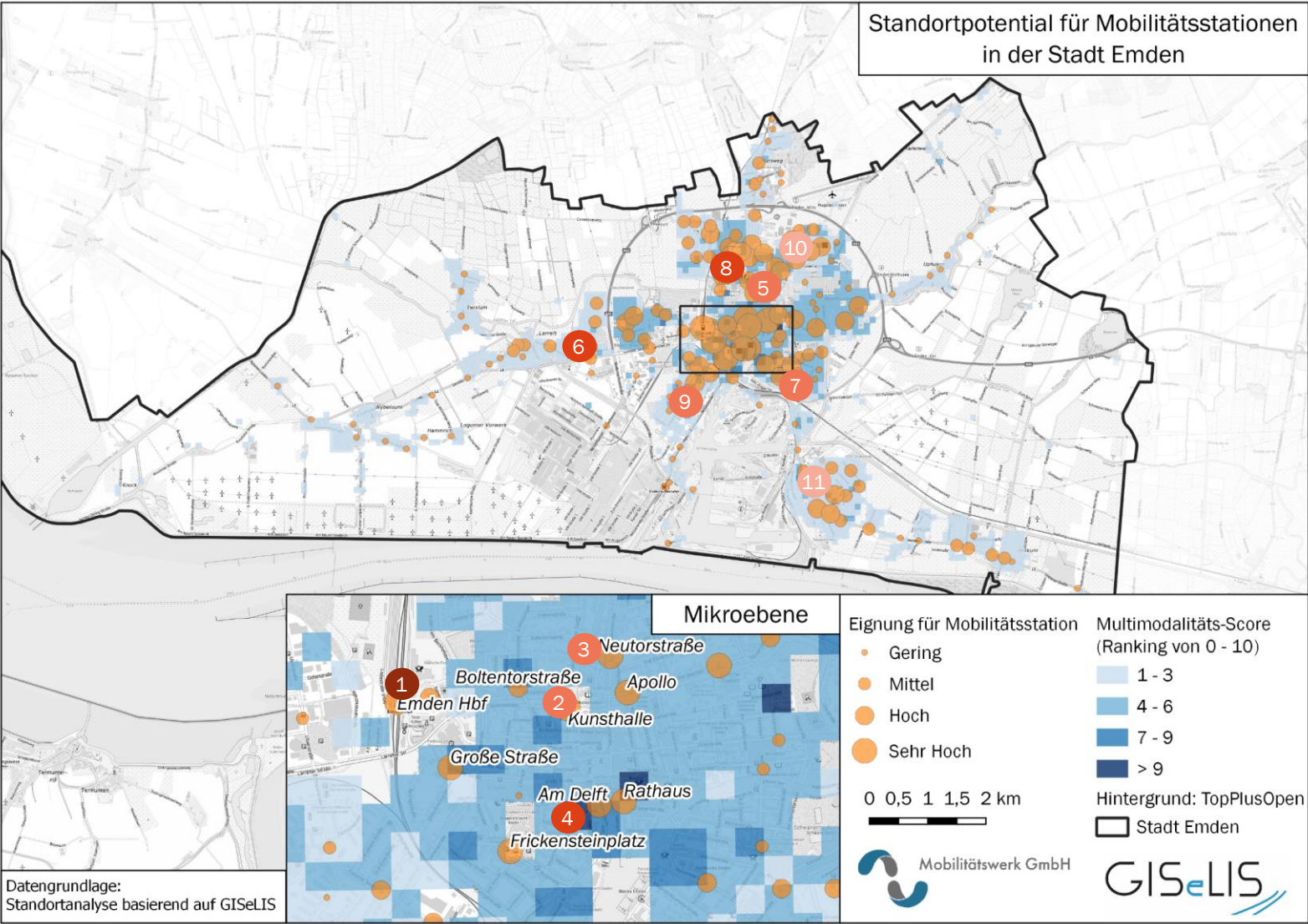


Abbildung 46: Standortpotential von Mobilitätsstationen in Emden

Der **Emder Hauptbahnhof** zählt, wie sich intuitiv vermuten lässt, zu einem der Standorte, an dem es empfehlenswert ist, eine Station der **Kategorie XL** aufzubauen, da dieser als einer der Hauptknotenpunkte in Emden zählt und somit eine Vielzahl an Einwohner, Pendlern aber auch Tourist*innen in Kontakt mit der Mobilitätsstation kommen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll neben allen verfügbaren Verkehrsmodi in Emden, auch Informationsmöglichkeiten, Bedachungen, Live-Auskünfte, Stadtpläne und kostenfreies WLAN zur Verfügung zu stellen.

Aus der Potentialanalyse ergibt sich zudem, dass eine Station in direkter Innenstadtlage empfehlenswert ist. Dafür eignet sich ein Standort **in der Nähe der Kunsthalle** mit einer Ausstattung der **Kategorie M**. Die Haltestelle an der Hahnsche Insel ist dafür eine geeignete Möglichkeit, die Verknüpfung zum ÖPNV zu schaffen. Auf dem Parkplatz Pottgiesserstraße wird der Bau eines Parkhauses geplant, das sich dafür gut eignen würde. In die Planungen für das Parkhaus sollte entsprechende Ladeinfrastruktur und die Mobilitätsangebote über Verträge berücksichtigt werden. Was bei der Planung von Ladeinfrastruktur im Parkhaus zu berücksichtigen ist, wird auch exemplarisch im Kapitel 8 anhand des Cityparkhauses vorgestellt. Als Bestandteil des Parkhauses sollte ein großzügiger Bereich für das Fahrradparken vorgesehen werden, um die Attraktivität des Umweltverbundes hervorzuheben. Nicht nur durch die unmittelbare Nähe zum Museum, sondern auch die von dort aus schnell zu erreichende Volkshochschule und die Möglichkeit, schnell zu Fuß weiter in die belebtere Innenstadt zu gelangen, führen zum hohen Potential. Durch die Vielzahl an angrenzenden Geschäften südlich des Parks ist es ebenso möglich Lastenrad-Sharing zu integrieren. Die **Neutorstraße** auf Höhe „Roxi“ und Menso-Alting-Straße im Stadtteil Barenburg mit ihren Geschäften und Einkehrmöglichkeiten sind ebenfalls Orte, an denen eine Station der **Kategorie M**, die Bike- und Carsharing-Stellplätze beinhalten, als sinnvoll erachtet werden kann.

Eine weitere potentielle Station der **Größe L** kann in der **inneren Südstadt** errichtet werden. Grund dafür ist die hohe Zahl an potenziellen Ankernutzern. Dies birgt den Vorteil, dass, wie in den Kapiteln zuvor beschrieben, Mitarbeiter*innen der Stadt als Ankernutzer verschiedene Verkehrsmittel zur Auswahl haben. Neben der Möglichkeit des ÖPNV, ist es daher ratsam Stellplätze für Corporate-Carsharing und Abstellanlagen für Bike- sowie Lastenradsharing zur Verfügung zu stellen. Auf kleiner Fläche sind u.a. das Arbeitsgericht, die Industrie- und Handelskammer Emden, das Finanzamt, das Amtsgericht, Gebäude der Stadtverwaltung sowie die Johannes a Lasco Bibliothek zu finden. Neben Mitarbeiter*innen dieser Institutionen spricht die hohe Einwohnerfrequentierung dieses Bereiches dazu, dort alternative Mobilitätsformen zu bündeln. Neben Bike- und Corporate Carsharing auch Lastenradsharing für Einwohner und Arbeitgeber zu integrieren. Bewohner können so Einkäufe oder schwere Gegenstände transportieren oder ihre Kinder befördern, Mitarbeiter*innen würde es erlauben Gegenstände, wie Akten, zwischen Standorten klimafreundlich zu transportieren. Als konkreter Standort würde sich beispielsweise der Parkplatz Medmannstraße eignen. Dies ist durch den Flächenbesitzer (Stadt Emden) zu prüfen.¹⁰⁶

Die **Hochschule Emden/ Leer** im Westen der Stadt ist durch die Besonderheit der vielen Studierenden zu charakterisieren. So sollte eine Mobilitätsstation geschaffen werden, die ausreichend viele Leihräder (ggf. auch Pedelecs) beinhaltet. Neben den Ausleihmöglichkeiten von Fahrrädern ist ebenso auf die Schaffung von Fahrradhalterungen oder -boxen für private Räder zu achten. Es besteht genügend Platz und Nachfrage, um eine Station der **Kategorie L** zu errichten. Die Hochschule zeichnet sich weiter durch eine erhöhte Akzeptanz für E-Mobilität aus, bedingt durch die langjährige fachliche Auseinandersetzung mit regenerativen Techniken in den Fachbereichen. Dies zeigt sich an der schon heute überdurchschnittlichen Nutzung von E-Mobilen von Hochschulmitarbeiter*innen. Aufgrund der festen Zielgruppe der Studierenden eignet sich an der Mobilitätsstation neben dem Car- und Lastenrad-Sharing ggf. auch ein Treffpunkt für Mitfahrgelegenheiten. Dieser kann dazu dienen verbunden z.B. mit einer Mitfahr-App oder anderen Mobilitäts-Apps, die gemeinsame Ridesharing-Fahrt zu starten oder zu beenden. Studierende sind eine affine Zielgruppe dieser Mobilitätsform. Insbesondere für Carsharing besteht die Möglichkeit, den Studierenden Rabatt zu

¹⁰⁶ Vgl. book-n-drive Carsharing (2020)

gewähren. Einen besonderen Tarif erhalten bspw. Studierende der Universitäten und Hochschulen im Rhein-Main-Gebiet. Für sie entfällt die Anmeldegebühr, sie erhalten ein Startguthaben von 10 Euro und können das kostenlose Sicherheitspaket nutzen.¹⁰⁷ Das zur Verfügung stellen von Lastenrad-Sharing bietet den Vorteil, dass Einkäufe oder der Transport von Unterlagen auf dem Gelände nutzerfreundlicher möglich sind.

In **Klein-Faltern** ist ebenfalls eine Mobilitätsstation **in unmittelbarer Nähe der Stadtwerke** und dem Wohnungsbauunternehmen GEWOBA Emden mbH sinnvoll. Diese sollte der **Kategorie M** entsprechen, sodass es für beide Akteure Nutzen mit sich bringt jeweilige Ankernutzer von Corporate Carsharing und Bikeshaaring darzustellen. Je nach Arbeitsweg können Mitarbeiter*innen dann statt dem privaten oder dienstlichen Fahrzeug eine alternative, nachhaltigere Mobilitätsform wählen. Da auf dem Gelände der Stadtwerke bereits Ladeinfrastruktur besteht, ist es überlegenswert diese in den Mobilitätspunkt zu integrieren. Dafür müsste ein Vertrag zwischen dem Carsharing-Anbieter und dem Flächeneigentümer (in dem Fall die Stadtwerke) geschlossen werden.

In **Nähe des VW Werks** ist eine hohe Eignung einer solchen Station der **Kategorie M** und sollte dort errichtet werden. Neben der Integration von Bikeshaaring, ist es auch möglich, dass Corporate-Carsharing integriert wird, sodass es Mitarbeiter*innen möglich ist, auch ohne eigenes Fahrzeug zum Arbeitsort zu gelangen. Insbesondere in Zeiten von Schichtwechseln kann damit Parkplatzmangel entgegengewirkt werden. Neben VW gibt es im Emder Hafen zahlreiche andere Unternehmen. Zu diesen zählen unter anderem Unternehmen im Industriepark Frisia, die OMAG Service GmbH, aber auch der Industrie- und Gewerbecampus The Hub. Daher ist darauf zu achten, eine eventuelle Vergrößerung und Aufstockung der Mobilitätsstation bei sich entwickelnder Nachfrage vornehmen zu können.

In **Borssum und Barenburg** wird der Aufbau zweier Stationen der **Kategorie S** empfohlen. Im Norden Borssums lässt sich neben einer hohen Anzahl an Wohnhäusern auch das Emder GründerInnenzentrum finden, welches einen weiteren potenziellen Ankernutzer bzw. Interessierte darstellt. In Barenburg gilt ähnliches. Neben vielen Wohnhäusern, gibt es hier das Gemeindezentrum, den Kulturbunker, die Freiwillige Feuerwehr und diverse Sportanlagen, die durch eine Mobilitätsstation auf unterschiedlichem Weg erreicht werden können.

Mobilitätsstationen eignen sich zudem im neu entwickelten Quartier in **Conrebbersweg**, tiefergehende Erläuterungen finden sich in Kapitel 6. Die Entwicklung dieses Quartiers ist Bestandteil des folgenden Kapitels.

¹⁰⁷ Ebd.

6 Quartiersplanung Conrebbersweg

Kernaussagen:

- Ein neues Quartier bietet gute Möglichkeit, um den Umweltverbund zu fördern.
- Im Neubaugebiet Conrebbersweg ist die Errichtung von Carsharing-Stationen und eines Lastenradverleih-Systems empfehlenswert.
- Ein gut ausgebautes Radverkehrsnetz und eine gute Anbindung an den ÖPNV durch Kleinbusse oder alternative Verkehrsmittel müssen angestrebt werden.
- Es sollte eine Stellplatzsatzung aufgestellt werden, in welcher die Anzahl der Pkw-Stellplätze und Fahrradabstellplätze sowie Anforderungen an Fahrradabstellplätze verankert werden. Dabei sollte ein reduzierter Stellplatzschlüssel angewendet werden.
- In der Stellplatzsatzung sollten Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge vorgesehen werden. Hierbei sollte sich an den Regelungen des Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) orientiert werden.

Neubauquartiere bieten für die Entwicklung umweltfreundlicher Mobilitätslösungen ein großes Potential, wenn die entsprechenden Angebote bereits zu Planungsbeginn berücksichtigt und integriert werden und eine proaktive Sensibilisierung der künftigen Bewohnerschaft stattfindet. Das Neubauquartier Conrebbersweg wurde als Beispiel genutzt, um aufzuzeigen wie eine optimale Erschließung eines neu entstehenden Wohnquartiers durch umweltfreundliche Mobilitätslösungen aussehen kann. Der Stadt Emden und den Wohnungsbauunternehmen kommt bei der Umsetzung dieser Maßnahmen eine Schlüsselrolle zu.

6.1 Stadtteil Conrebbersweg

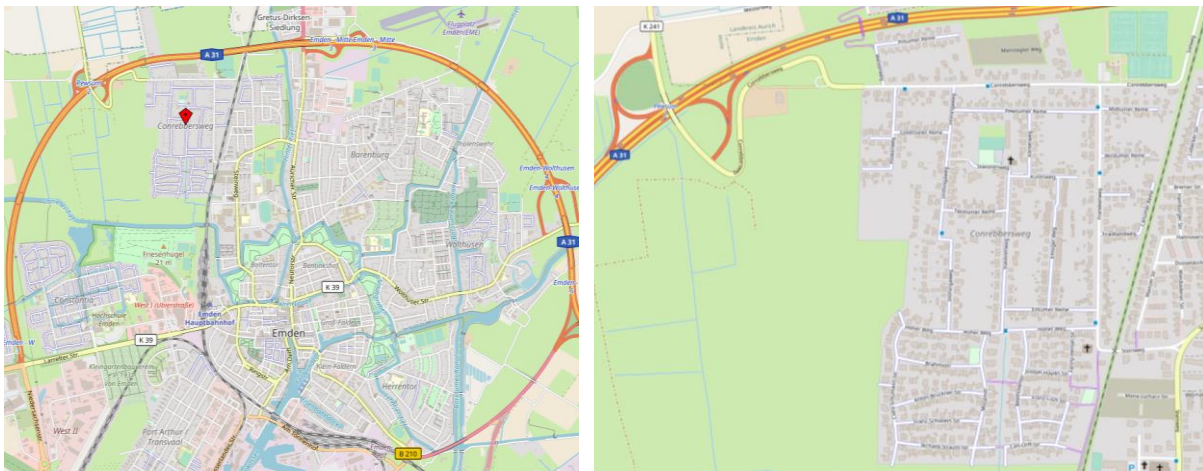


Abbildung 47: Lage des Stadtteils Conrebbersweg in Emden (links) und Übersicht über den Stadtteil (rechts)¹⁰⁸

Der rund 527 ha große Stadtteil Conrebbersweg liegt im Nordwesten der Stadt Emden und südlich des Autobahnhalbrings mit Anschluss an die A 31 (Auffahrt Pewsum) und ist ca. 3 km von der Emdener Innenstadt entfernt, sodass alle wichtigen Infrastruktureinrichtungen, wie z. B. Arbeitsplätze, Einzelhandel, Schulen usw., schnell erreicht werden können.¹⁰⁹ In der ehemaligen Arbeitersiedlung wohnen derzeit 2 181 Menschen.¹¹⁰ Von 1990 bis 2005 nahm die Bevölkerungszahl durch die Ausweisung neuer Baugebiete um fast 72 % zu. Aktuell zeigt sich ein leicht abnehmender Trend.¹¹¹ Die Altersgruppe der 45- bis 54-Jährigen ist in Conrebbersweg überproportional stark vertreten.¹¹²

¹⁰⁸ Kartenmaterial: OSM 2020

¹⁰⁹ vgl. Emdener Zeitung 2015

¹¹⁰ Stand: 01.07.2020, vgl. Stadt Emden 2020a

¹¹¹ vgl. Stadt Emden 2013

¹¹² vgl. Stadt Emden 2020b

Der Stadtteil ist nahezu ausschließlich durch Wohnbebauung (vorwiegend Einfamilienhäuser (EFH) und Doppelhaushälften (DHH)/ Reihenhäuser (RH)) gekennzeichnet. Im Ergebnis des Sozialen Wohnraumversorgungs- und Wohnraumentwicklungskonzeptes der Stadt Emden (2019) wurde für das Jahr 2035 ein Neubaubedarf von ca. 300 EFH und 600 MFH (Mehrfamilienhäuser) für die Gesamtstadt prognostiziert. Aufgrund der vorherrschenden Siedlungsstruktur und des qualitativen Wohnumfeldes (landwirtschaftliche Fläche, Larrelter Tief), der innenstadtnahen Lage und der unmittelbaren Nähe zur Autobahn (überregionale Erschließung) bietet sich der Stadtteil optimal zur Nachverdichtung an. Da die Stadt beabsichtigt, wohnungsbauliche Entwicklungen vorwiegend innerhalb des Autobahnringes vorzunehmen, um die Außenflächen zu schonen und einer Zersiedlung entgegenzuwirken, ist die Nachverdichtung des Stadtteils nur in westliche Richtung möglich.

6.2 Neubauquartier Conrebbersweg

Das Baugebiet, welches künftig erschlossen werden soll, ist insgesamt 35 ha groß. Es umfasst 493 Grundstücke, auf denen 329 EFH, 87 DHH/ RH und 77 MFH geplant sind. Die Hauptzielgruppe sind Pendler und junge Familien. Ziel der Stadt ist es, insbesondere den Zuzug der 25-40-Jährigen anzukurbeln.

Da sich die städtebauliche Planung in den Anfängen befindet, liegt aktuell nur ein Rahmenplan für das Gesamtgebiet vor. In Abhängigkeit der Bevölkerungsentwicklung soll das Quartier in sechs Bauabschnitten erschlossen werden. Dabei wird im Norden begonnen und je nach Bedarf eine Erweiterung in Richtung Süden angestrebt. Lediglich für den ersten Bauabschnitt im Norden des Quartiers gibt es einen Bebauungsplan-Entwurf. Dieser sieht für den ersten Bauabschnitt 120 Grundstücke mit insgesamt 200 Wohneinheiten (WE) vor. Davon sind 85 EFH, 25 DHH/ RH und 10 MFH mit insgesamt 65 WE für etwa 450 Einwohner. Zudem sollen im ersten Bauabschnitt ein Gewerbegebiet und eine Nahversorgungseinrichtung (großflächiger Einzelhandel) mit einer Verkaufsfläche von ca. 1 200 bis 1 300 m² umgesetzt werden. Dies ist auf die aktuell noch defizitäre Versorgungssituation des Stadtteils und dessen Abhängigkeit von angrenzenden Stadtteilen, bspw. dem benachbarten Fruchteburg oder der Innenstadt, zurückzuführen.

Die verkehrliche **Zielstellung für das Quartier** liegt auch im Sinne des Masterplan 100 % Klimaschutz darin, die Mobilität im Quartier möglichst nachhaltig zu gestalten. Dafür sollen der Anteil des MIV am Gesamtverkehr möglichst geringgehalten werden und der Umweltverbund gestärkt sowie durch eine attraktive Gestaltung alternativer Mobilitätslösungen eine nachhaltige und klimafreundliche Entwicklung des Verkehrs erzielt werden. Auch die festgelegten Vorgaben zur Umsetzung des Masterplan 100 % Klimaschutz wie die verpflichtende Solarenergienutzung und das Verbot fossiler Brennstoffe zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs werden im Quartier zukünftig eine wesentliche Rolle spielen. Aus verkehrlicher Sicht kann aus der Kombination der folgenden Komponenten eine optimale Alternative zum MIV vor Ort entwickelt werden:

- Stärkung des Radverkehrs inklusive Lastenradverleih
- Carsharing (mit Ankernutzung) im Quartier
- Attraktiver und bedarfsorientierter ÖPNV

Um junge Familien (und Pendler) als Zielgruppe für das Quartier zu erreichen, stehen Ruhe und damit verbunden eine hohe Lebens- und Aufenthaltsqualität bei der Quartiersentwicklung im Vordergrund. Das Zu-Fuß-Gehen und das Radfahren haben aufgrund der räumlichen Nähe von Conrebbersweg zur Emdener Innenstadt eine hohe Priorität und müssen durch entsprechende Maßnahmen zu den attraktivsten Verkehrsmodi im Quartier ausgebaut werden. Der ÖPNV hingegen wird, wie auch im restlichen Stadtgebiet, in Conrebbersweg eher eine ergänzende Erschließungsfunktion beibehalten. Wie diese Zielstellung vor Ort umgesetzt werden kann, wird nachfolgend erläutert. Die einzelnen Maßnahmen werden, wenn lokalisierbar, in Abbildung 51 dargestellt.

6.2.1 Pkw- und ruhender Verkehr im Quartier

Zur Anbindung des Neubauquartiers an den Bestand ist eine Hauptverkehrsstraße geplant, welche direkt durch das neue Quartier führt (vgl. Abbildung 48 rote Verbindung). Diese wird allerdings nur bei entsprechender Realisierung der Bauabschnitte und somit nach Bedarf umgesetzt. Zudem ist eine Bahnunterführung zum Neubaugebiet in Conrebbersweg in Verlängerung des Fruchteburger Wegs geplant, um den Stadtteil von zunehmendem Verkehr zu entlasten. Für die Realisierung der Unterführung schießt die Stadt Emden der Deutschen Bahn eine Summe von etwa 1 Mio. € vor, um das Bauvorhaben zu beschleunigen. Vom Baubeginn bis zur Fertigstellung wird von einem Zeitraum von ca. zehn Jahren ausgegangen. Zum Vergleich: der erste Bauabschnitt soll in ca. drei Jahren vollständig umgesetzt sein.¹¹³

Aktuell wird der von der Autobahn kommende Verkehr durch den Stadtteil Conrebbersweg geführt (vgl. Abbildung 48 gelbe Verbindung). Bei der Nachverdichtung ist davon auszugehen, dass sich der Durchgangsverkehr aufgrund der neuen Einwohner und der unmittelbaren Nähe der Autobahnauffahrt wahrscheinlich erhöhen wird.

Es ist geplant, dass sich dieser Verkehr auf die neue Hauptverkehrsstraße verlagert. Da sie direkt zur Autobahnauffahrt führt und eine Verlängerung in Richtung Emders Innenstadt darstellt, ist hier von einer hohen Verkehrslast auszugehen. Die geplante Verbindung ist jedoch für die überörtliche Anbindungsfunktion relevant und dient dem Regionalanschluss an die umliegenden Gemeinden. Von Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung, bspw. in Form einer Tempo-30-Zone, wird aufgrund der bereits beantragten GVFG¹¹⁴ Fördermittel für Straßen mit überregionaler Verbindungsfunktion abgesehen. Auch im Quartier selbst ist ohne entsprechende Maßnahmen aufgrund der großen EFH-Dichte von einem hohen Motorisierungsgrad und Verkehrsaufkommen auszugehen.

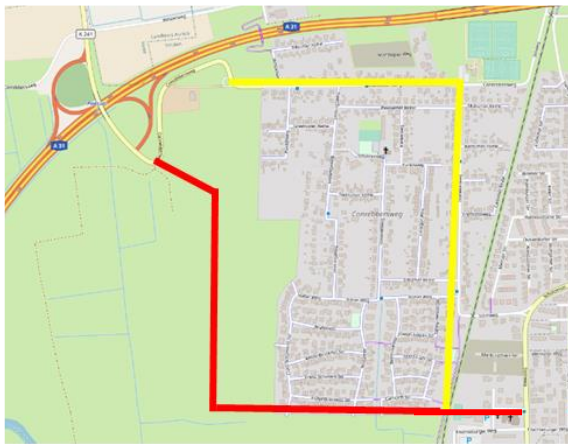


Abbildung 48: Geplante Hauptstraßen in Conrebbersweg

Daher ist es sinnvoll, alternative Mobilitätslösungen im Neubauquartier attraktiv und den Pkw-Verkehr verträglich zu gestalten, um eine hohe Aufenthaltsqualität vor Ort zu erzeugen. Eine Möglichkeit zur Realisierung für die Stadt Emden, bietet die **Aufstellung einer Stellplatzsatzung**, mit derer die Anzahl der erforderlichen Stellplätze reduziert oder sogar untersagt werden kann. Gemäß § 84 Abs. 2 der Niedersächsischen Bauordnung (NBauO) können niedersächsische Kommunen dies aus verkehrlichen oder städtebaulichen Gründen für ein bestimmtes Gemeindegebiet oder für bestimmte Nutzungen in einem Gemeindegebiet erwirken. Zudem haben Kommunen die Möglichkeit, Maßnahmen für alternative Mobilitätslösungen, wie z. B. die Schaffung von qualitativ hochwertigen Fahr-

radabstellplätzen oder die Errichtung von Carsharing-Stationen, an die Reduzierung des Stellplatzschlüssels zu knüpfen. Die Bauherren sind zur Umsetzung dieser Maßnahmen verpflichtet, wenn sie den Schlüssel der erforderlichen Stellplätze reduzieren wollen.

Als ein **Best-Practice-Beispiel** für die Reduzierung des Stellplatzschlüssels für ein Quartier kann die Lincoln-Siedlung in Darmstadt genannt werden. Mithilfe einer Einschränkungs- und Verzichtssatzung wurde ein reduzierter Stellplatzschlüssel von 0,65 je WE festgelegt. Die Stellplätze werden in Sammelgaragen untergebracht, welche sich maximal 300 m von den Wohngebäuden entfernt befinden. In unmittelbarer Nähe der Wohngebäude müssen 0,15 der 0,65 Stellplätze je WE platziert

¹¹³ vgl. Northwest-Zeitung Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG 2020

¹¹⁴ Gesetz über die Finanzhilfen des Bundes zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden (Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz – GVFG)

werden. Diese sind vorrangig für mobilitätseingeschränkte Personen und Ältere, Besucher sowie gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge vorgesehen.¹¹⁵

Die Stadt Emden besitzt derzeit keine Stellplatzsatzung. Grundsätzlich wird dies jedoch sowohl für das Neubauquartier in Conrebbersweg als auch darüber hinaus empfohlen, um die Schaffung von Parkmöglichkeiten und die damit verbundene Flächenversiegelung zu managen und nachhaltigen Verkehr zu fördern.

Um den öffentlichen Raum zu entlasten ist es sinnvoll, eine angemessene Anzahl von Stellplätzen im privaten Raum vorzuschreiben, allerdings geht damit einher, dass durch die vorhandenen Stellplätze zusätzliche Anreize gesetzt werden, um einen eigenen Pkw anzuschaffen. Daher ist eine Stellplatzsatzung mit einem reduzierten Stellplatzschlüssel eine sinnvolle Möglichkeit, um Anreize für die Nutzung des Umweltverbundes zu schaffen.

Je nachdem, ob das Ziel verfolgt wird, den Rad- und Fußverkehr oder den Umweltverbund möglichst stark zu fördern, sollte der Stellplatzschlüssel in der Satzung festgehalten werden. Durch die Erhöhung des Stellplatzschlüssels an Wohngebieten (im privaten Raum) werden die Fahrzeuge zwar im öffentlichen Raum reduziert, jedoch steigt damit auch die Attraktivität mehr Fahrzeuge anzuschaffen (Zweit- oder Drittwagen). Die Verlagerung des ruhenden Verkehrs auf den privaten Raum hat jedoch den Vorteil, dass die Sicherheit für Radfahrende erhöht wird, da Doorings-Unfälle vermieden werden. Soll jedoch der Umweltverbund stärker gefördert werden, ist es empfehlenswert festzulegen, dass in dem Quartier weniger Stellplätze als in konventionellen Wohngebieten (i. d. R. 1 - 2 Stellplätze pro WE) herzustellen sind.

Die Festlegung des Stellplatzschlüssels sollte unter Berücksichtigung der Richtzahlen für den Einstellplatzbedarf in Niedersachsen vorgenommen werden.¹¹⁶ Demnach sind bei EFH 1 – 2 Stellplätze, in MFH und sonstigen Gebäuden mit Wohnungen 0,5 - 2 Stellplätze je WE nachzuweisen. Es ist sinnvoll, im Neubauquartier Conrebbersweg einen Stellplatzschlüssel für EFH unter 1 zu wählen. Eine Orientierung am Beispiel Darmstadt mit 0,65 Stellplätzen je WE empfiehlt sich. Bei MFH und weiteren Wohngebäuden kann sich am unteren Richtwert für Niedersachsen von 0,5 je WE orientiert werden.

Insbesondere für mobilitätseingeschränkte Personen und Besucher sollte ein Anteil der insgesamt nachzuweisenden Stellplätze im öffentlichen Straßenraum in unmittelbarer Nähe zu den Wohngebäuden (straßenbegleitende Stellplätze) vorgehalten werden. Zusätzlich sollten im öffentlichen Straßenraum im Bereich der MFH Stellplätze, bspw. für Kurier-Express-Paket-Dienste (KEP-Dienste), berücksichtigt werden. Hierbei empfiehlt sich eine zeitliche Begrenzung des Parkvorgangs. Dies ist sinnvoll, damit die Stellplätze auch tatsächlich von der geplanten Zielgruppe genutzt und nicht durch die Anwohner belegt werden. Stellplätze für Menschen mit Behinderung sollten von der zeitlichen Einschränkung ausgenommen sein. Die übrigen nachzuweisenden Stellplätze sollten an **zentralen Parkplätzen**, bspw. auf Sammelparkplätzen oder in Sammelgaragen, in fußläufiger Entfernung (bis ca. 300 m¹¹⁷) untergebracht werden. Für den ersten Bauabschnitt eignet sich die Fläche nebst den Gewerbe- und Nahversorgungseinrichtungen, da hier aufgrund der verschiedenen Funktionen mit einem hohen Personenaufkommen zu rechnen ist und das Abstellen des Fahrzeugs mit weiteren Aktivitäten (Arbeit, Einkauf) verknüpft werden kann. Die exakte Positionierung der Parkplätze ist im Planungsprozess zu prüfen. Dies sollte stets unter Einbeziehung der Bevölkerung bzw. der potentiellen Bewohnerschaft des Quartiers erfolgen, um den Grad der Auto-reduzierung und die vor Ort bestehenden Möglichkeiten effizient herauszustellen.

¹¹⁵ vgl. Wissenschaftsstadt Darmstadt, Amt für Wirtschaft und Stadtentwicklung 2020

¹¹⁶ Die Richtzahlen dienen lediglich als Empfehlung und besitzen keine Verbindlichkeit.

¹¹⁷ Im Nahverkehrsplan der Stadt Emden wird flächendeckend im gesamten Stadtgebiet ein Radius von 300 Meter (Luftlinie) als zumutbare Distanz zum Stadtverkehr festgesetzt (vgl. Stadt Emden 2019b).

Mit der deutlichen Verringerung des verkehrsbezogenen Flächenverbrauchs sind neue Gestaltungsmöglichkeiten der Straßeninfrastruktur verbunden. Ausgehend von einer Fläche von 11,5 m² für einen Stellplatz im Freien¹¹⁸ können durch die Anwendung des empfohlenen reduzierten Stellplatzschlüssels im Neubauquartier ca. 1 485 m² Fläche eingespart und bspw. als Grünfläche genutzt werden.

Tabelle 15: Auswirkungen des reduzierten Stellplatzschlüssels auf die Stellplatzanzahl

Bebauungsform	Anzahl an WE	Anzahl der Stellplätze (Richtwert ¹¹⁹)	Anzahl der Stellplätze (Reduzierter Schlüssel ¹²⁰)	Anzahl der eingesparten Stellplätze
EFH	85	128	56	72
DHH/ RH	50	75	25	50
MFH	65	98	33	65
				129

Stellplatzangebot und -nachfrage sollten dabei stets durch die Stadt geprüft bzw. miteinander abgeglichen werden. So können ursprüngliche straßenbegleitende Stellplätze bspw. durch Grünflächen ersetzt oder vermehrt dem umweltfreundlichen Fuß- und Radverkehr gewidmet werden.

Nicht nur der ruhende Verkehr, sondern auch die **Zu- und Durchfahrten durch das Quartier** sind im Vorhinein zu regeln. Die Zufahrt mit dem Pkw in das Quartier sollte möglich sein, allerdings vorrangig nur durch wenige Erschließungsschleifen, wie die geplante Hauptverkehrsverbindung von der Autobahn in Richtung Emder Innenstadt. Es ist sinnvoll, kleinere Wohnstraßen auszuweisen, die mit dem Pkw zu bestimmten Zeiten (z. B. nachts) nicht oder nur mit geringeren Geschwindigkeiten (z. B. Tempo-30-Zone) befahren werden dürfen.

6.2.2 Radverkehr: Infrastruktur und Abstellanlagen

Aufgrund der geringen Entfernung des neuen Quartiers zur Innenstadt und wichtigen Infrastruktureinrichtungen (ca. 3 km) sowie zum VW-Werk Emden (ca. 6 km), einem der größten Arbeitgeber in der Region, stellt das Fahrrad eine komfortable und oft schnellere Alternative zum Pkw dar.

Um die Situation des Radverkehrs vor Ort zu verbessern, müssen entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden, damit das Fahrrad als Transportmittel attraktiv wird. Dies betrifft insbesondere eine **gute Radinfrastruktur** und **hochwertige Abstellmöglichkeiten**. Grundlegendes Ziel ist es, einen hohen Anteil des MIV auf den Radverkehr zu verlagern und das Fahrrad als Verkehrsmittel dem Pkw regulatorisch gleichzustellen. Entsprechende Effekte für den Radverkehr werden i. d. R. nur erreicht, wenn große Investitionen in die Radinfrastruktur getätigt werden. Hierfür bedarf es einer Prioritätenverschiebung in der Verkehrsplanung sowie einer Berücksichtigung und Erhöhung von entsprechenden Budgets für die Instandhaltung und den Ausbau von Radwegen in der Haushaltsplanung. Mit der Umsetzung des Masterplans Radverkehr 40 % verfolgt die Stadt Emden das Ziel, den Anteil des Radverkehrs am Gesamtverkehr von 28 %¹²¹ langfristig auf einen Wert von 40 % anzuheben. Auch im Masterplan 100 % Klimaschutz wird dem Radverkehr eine hohe Priorität

¹¹⁸ Normaler Einstellplatz im Freien: 2,3 x 5,0 m (vgl. Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen und Stellplätzen (Garagen- und Stellplatzverordnung – GaStplVO)).

¹¹⁹ Da der Richtwert in einer Spanne angegeben wird, wurde für den Vergleich der Durchschnitt gebildet. Dies bedeutet einen Richtwert für EFH von 1,5 und für MFH, DHH/RH von 1,25 Stellplätzen je WE.

¹²⁰ Für EFH wurde ein reduzierter Stellplatzschlüssel von 0,65 und für MFH, DHH/RH von 0,5 Stellplätzen je WE angenommen.

¹²¹ zuletzt erhoben 2007

eingräumt. So werden sicherer Platz für Radfahrer und stadtraumübergreifende Radwegeverbindungen sowie die Instandhaltung von öffentlichen Radverkehrsanlagen und der Ausbau von Fahrradabstellanlagen als Zielstellungen benannt.

Aufgrund des erwarteten, vergleichsweise hohen Verkehrsaufkommens auf der geplanten Hauptverkehrsverbindung von der Autobahn in Richtung Emder Innenstadt ist es sinnvoll, die aktuell von den Radfahrern hauptsächlich genutzte Strecke (vgl. Abbildung 49 gelbe Verbindung) zu fokussieren und die Radinfrastruktur entsprechend anzupassen. Insbesondere vor dem Hintergrund der anvisierten Zielgruppe (junge Familien), der im Umfeld des Quartiers befindlichen Schulen und der zahlreichen Querungen auf dieser Strecke spielen verkehrssichere Querungsanlagen eine wichtige Rolle, um die Verkehrssicherheit für die Radfahrenden gewährleisten zu können.

An der geplanten Hauptverkehrsstraße (vgl. Abbildung 49 rote Verbindung) ist derzeit ein Rad-schutzstreifen in Planung. Da dieser jedoch mit Sicherheitsrisiken, insbesondere für Kinder, verbunden ist, wird auf dieser Verbindung die Schaffung von geschützten Radfahrstreifen (vgl. Abbildung 50) empfohlen. Die Besonderheit an diesen ist, dass sie den Radfahrern aufgrund einer baulichen Barriere (z. B. Poller oder Blumenkübel) einen physischen Schutz vor dem Pkw-Verkehr bieten und durch eine ausreichende Breite ein Gefühl der Sicherheit vermitteln. Die Hervorhebung durch eine Signalfarbe macht zusätzlich auf den geschützten Radfahrstreifen aufmerksam und erhöht die Verkehrssicherheit.

Um gute Voraussetzungen für den Radverkehr zu schaffen, muss neben einer guten Radinfrastruktur im Quartier auch ein entsprechender Anschluss in die umliegenden Stadtteile ermöglicht werden, insbesondere in die Innenstadt und zu wichtigen Arbeitgebern. Um hier ein durchgehendes, sicheres und attraktives Wegenetz vorzuhalten, müssen breite und zügig befahrbare Verbindungen (Asphaltdecke) geschaffen werden. Die Radwege sollten zudem nicht an den Stadtgrenzen enden, sondern darüber hinaus auch umliegende Gemeinden einbinden. Es bietet sich die Schaffung einer Radschnellverbindung¹²² aus dem Quartier über (oder angrenzend an) die Innenstadt in Richtung VW-Werk an. Dies ist bereits in Planung (vgl. Abbildung 49 blaue Verbindung) und hat oberste Priorität bei der gesamten Radverkehrsplanung im Quartier. Dies geht mit der Zielsetzung des VW-Konzerns einher, für den Firmenstandort in Emden ein Alleinstellungsmerkmal zu schaffen und die komplette Produktionskette bis 2025 CO₂-neutral zu gestalten. Durch entsprechende Maßnahmen der Beschäftigtenmobilität (qualitativ hochwertige, überdachte Fahrradabstellanlagen; Jobrad-Leasing; Spinte und Duschen etc.) seitens VW in Kombination mit der Vorhaltung einer hochwertigen Radinfrastruktur werden die Beschäftigten dazu animiert, im Alltag zunehmend auf das Fahrrad als Fortbewegungsmittel zurückzugreifen. Dies betrifft auch weitere städtische Unternehmen und, speziell auf das Quartier Conrebbersweg bezogen, die geplanten Gewerbe- und Nahversorgungseinrichtungen.

¹²² Radschnellverbindungen werden in Entfernungsbereichen von fünf bis 15 km und mit 2 000 Personenbewegungen pro Tag geplant, vgl. FGSV 2014, S. 5

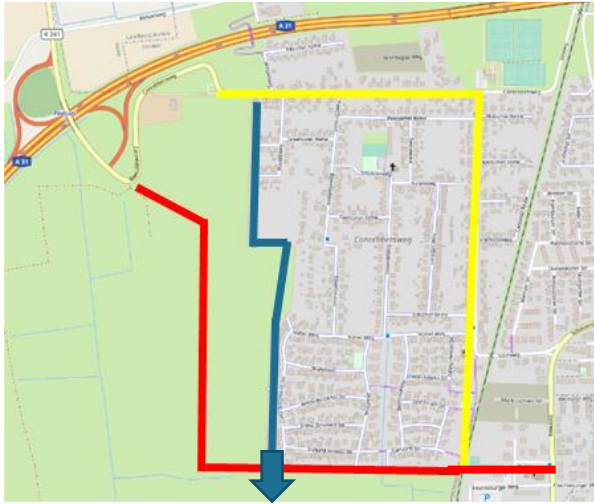


Abbildung 49: Radverkehrsverbindungen



Abbildung 50: Geschützte Radfahrstreifen

Besonders zu berücksichtigen sind die in Kapitel 5.1.2 genannten Anforderungen an die Radinfrastruktur. Bei der Neuplanung des Quartiers müssen diese Entwicklungen aktiv berücksichtigt werden.

Zudem sind öffentliche Fahrradabstellanlagen ein wesentlicher Faktor für einen attraktiven Radverkehr. Diese sollten qualitativ hochwertig, d. h. sicher und überdacht, sein und an wichtigen Zielen im Quartier, insbesondere am Gewerbestandort, an den Nahversorgungseinrichtungen und eingangsnah an den MFH platziert werden.

Weiterhin kann eine Fahrrad-Service-Station, an welcher Radfahrer ihre Fahrräder selbstständig warten und reparieren können, zur öffentlichkeitswirksamen Aufmerksamkeit und Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs beitragen. Es ist sinnvoll, die Station nahe der Gewerbe- und Naherholungsflächen zu platzieren, um durch das in diesem Bereich erwartete, vergleichsweise hohe Personenaufkommen (Arbeitnehmer, Kunden, Sammelparkplätze für Anwohner) das Angebot sichtbar zu machen und für das Fahrrad als attraktives Verkehrsmittel zu werben. Dabei sollte eine entsprechende Ausstattung mit Werkzeugen, bspw. zum Aufpumpen der Reifen oder Nachjustieren des Sattels oder der Bremsen, vor Ort nutzbar sein. Die Fahrrad-Service-Station kann bspw. durch die an dem Standort angesiedelten Unternehmen oder Nahversorgungsmieter bereitgestellt werden. Hierfür ist eine entsprechende Beratung und Sensibilisierung der Akteure durch die Kommune notwendig.

6.2.3 Lastenradverleih

Eine gute Ergänzung zum ÖPNV stellen öffentliche Fahrradverleihsysteme dar, die bspw. auch Besuchern als Alternative zum MIV dienen können. Aufgrund des großen EFH-Anteils im Neubauquartier ist von einem erhöhten Anteil an Privat-Fahrrädern auszugehen, sodass ein herkömmliches Bikesharing-Angebot in Conrebbersweg nicht sinnvoll ist.

Aufgrund des geplanten hohen Anteils an jungen Familien mit Kindern stellt der **Verleih von Lastenrädern** zum Transport von Einkäufen und größeren Gegenständen sowie zur Beförderung von Kindern im Quartier eine geeignete Alternative dar und kann ggf. über die Gewerbetreibenden und Nahversorgungsanbieter als Nebengeschäft verwaltet und finanziert werden. Die aktuell nächstgelegene Einkaufsmöglichkeit (Netto Markt) befindet sich in etwa 2 km Entfernung zum Quartier, weshalb das (Lasten-)Rad hier eine effektive und im Vergleich zum Pkw häufig schnellere Variante darstellt. Mit der Realisierung des ersten Bauabschnittes wird zudem im Quartier Conrebbersweg selbst eine Nahversorgungseinrichtung geschaffen. Auch in diesem Zusammenhang ist der Ausbau der Radinfrastruktur für eine komfortable und sichere Radverkehrsführung von großer Bedeutung.

Im Rahmen einer Testphase wird vorerst der Verleih von zwei bis drei Lastenrädern im Quartier empfohlen, um den Bewohnern die Möglichkeit zu geben, das Angebot ausprobieren zu können. Organisiert werden sollte dieser Lastenradverleih zunächst über einen lokalen Verein oder eine Fahrradwerkstatt, die im Quartier angesiedelt werden sollte.

Um die künftigen Bewohner, Kunden und Arbeitnehmer des Gewerbe- und Nahversorgungsstandortes gezielt an das Angebot heranzuführen, ist eine gute Organisation des Verleihprozesses wichtig. In den ersten vier bis sechs Wochen sollte eine Ansprechperson tageweise vor Ort zur Verfügung stehen, um bei ggf. auftretenden Fragen Hilfestellung zu leisten und für die Nutzung des Lastenrads zu sensibilisieren. Bei zunehmender Akzeptanz und Nutzung der Lastenräder kann der Lastenradverleih in ein konventionelles Sharing-Angebot umgewandelt und die Anzahl der Räder aufgestockt werden.

6.2.4 Carsharing

Carsharing soll dazu beitragen, den Verzicht auf den privaten Pkw zu erleichtern. Für das in enger Wohnbebauung geplante Neubauquartier Conrebbersweg bietet sich die Etablierung eines **stationären Carsharings** an. Dieses eignet sich insbesondere für Haushalte, die nicht zwingend auf einen eigenen Pkw angewiesen sind und deren gefahrene Jahreskilometer unterhalb von ca. 11 000 liegen. Vor allem durch die ggf. anfallende Stellplatzmiete (bei MFH und DHH/ RH), die mit der Nutzung des Carsharings anstatt eines Privat-Pkw entfällt, können die Carsharing-Nutzer*innen ihre Mobilitätskosten deutlich reduzieren.

Hierfür eignen sich die auf den Gewerbeflächen anzusiedelnden Unternehmen, die als Ankernutzer mit einbezogen werden sollten. Die Carsharing-Stationen sollten schnell erreichbar sein und eine ausreichende Anzahl an Fahrzeugen beherbergen. Mit der Realisierung des ersten Bauabschnittes, in dessen Rahmen Wohnraum für ca. 450 Personen geschaffen wird, wird die Errichtung einer Carsharing-Station empfohlen. Es ist sinnvoll, diese östlich des Gewerbe- und Nahversorgungsgebietes zu platzieren (vgl. Abbildung 51 ①). Dieser Standort eignet sich, da die Carsharing-Fahrzeuge in diesem Bereich für eine Vielzahl an potentiellen Nutzern (Kunden, Arbeitnehmer, Anwohner) sichtbar sind. Zudem befinden sich unmittelbar gegenüber MFH, bei denen i. d. R. ein geringerer Motorisierungsgrad erwartet wird im Vergleich zum EFH.

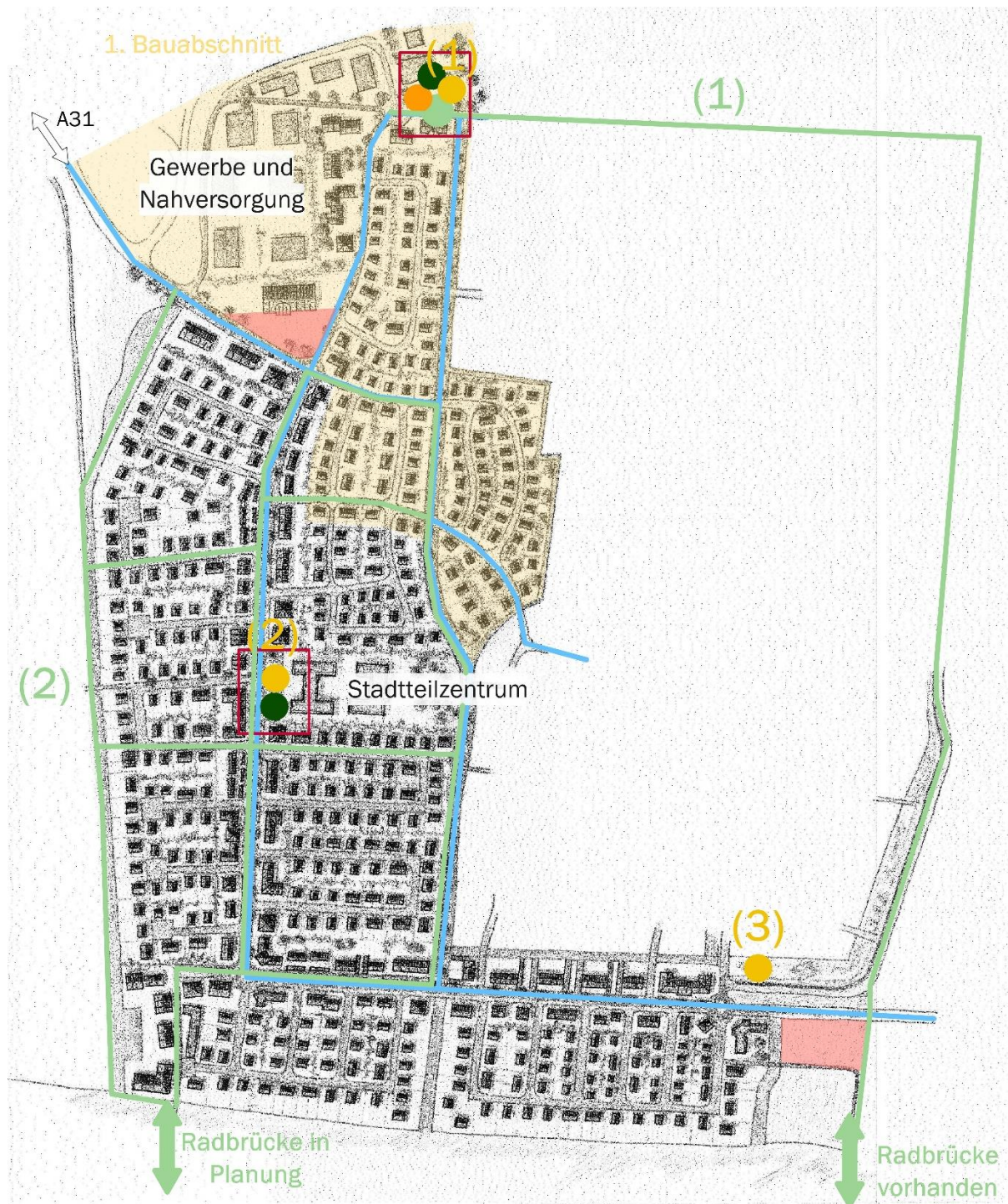
Bei der langfristigen Umsetzung weiterer Bauabschnitte, wird die Errichtung von insgesamt drei Carsharing-Stationen in Conrebbersweg empfohlen. Während eine weitere Station nahe des geplanten Stadtteilzentrums inmitten des Neubauquartiers sinnvoll ist (②), sollte bei Bedarf im Süden des Quartiers eine dritte Station geschaffen werden (③). Vorerst ist ein Carsharing-Stellplatz an jeder Station ausreichend. Perspektivisch, bei steigender Nachfrage und Einbeziehung von betrieblicher Nutzung, empfiehlt sich die Ausweisung eines weiteren Carsharing-Stellplatzes an jeder der drei Stationen.

Ein neues Carsharing-Angebot in einem Quartier benötigt etwa zwei bis vier Jahre, bis es sich vollständig etabliert hat und wirtschaftlich ist. Um dies zu erreichen, sollte bereits während der Bauphase auf das künftige Angebot in Conrebbersweg aufmerksam gemacht werden, um eine hohe Anzahl an potentiellen Nutzern zu akquirieren. Die Sensibilisierung der Bewohnerschaft spielt eine bedeutende Rolle und sollte stark durch die Bauunternehmen und Wohnungsbaugesellschaften sowie durch die Stadt angetrieben werden. Hierfür ist es wichtig, schon zu Beginn der Bauphase die entsprechenden Carsharing-Stellplätze zu kennzeichnen und, wenn möglich, die Fahrzeuge vor Ort zu platzieren, um das Angebot sichtbar zu machen. Mithilfe von regelmäßigen Einweisungen und einer Erprobung des Mietprozesses der Fahrzeuge vor Ort können ggf. bestehende Vorbehalte aufgelöst und Nutzungshürden gesenkt werden.

6.2.5 Bedarfsverkehr

Um das Neubauquartier optimal an seine Umgebung und an das bestehende ÖPNV-Netz anzuschließen, kann ein bedarfsorientiertes und ergänzendes Angebot, bspw. in Form von Kleinbussen wie in Kapitel 0 dargestellt wurde, eine sinnvolle Mobilitätslösung sein. Hierfür müssen, auch aufgrund des hohen Motorisierungsgrades vor Ort, besonders attraktive Bedingungen für den Bedarfsverkehr vorherrschen. Das bedarfsorientierte Angebot muss so gestaltet werden, dass es im Vergleich zum Pkw mit Blick auf die Stellplatzsatzung unkomplizierter nutzbar ist und somit eine attraktive Alternative darstellt.

Der Bedarfsverkehr sollte auf einer definierten Route durch das Quartier fahren und an festgelegten Haltestellen halten. Die Zufahrtsregelungen im Quartier wie z.B. Schwerpunkt auf wenige Erschließungsschleifen oder die Restriktion zu bestimmten Zeiten sollte für den Bedarfsverkehr ausgesetzt werden. Die Haltestellen, die auch virtuell sein können, müssen in fußläufiger Entfernung des Wohnsitzes liegen. Nur so kann eine Zeitersparnis im Vergleich zum Pkw erreicht werden, wenn die entsprechenden Zustiegsmöglichkeiten mehrheitlich in geringerer Entfernung als die Sammelplätze der Anwohner-Pkw liegen. Die Haltestellen sollten zudem an den Mobilitätsstationen und somit in Kombination mit den weiteren Mobilitätsangeboten platziert werden. Bereits zu Beginn der Bauphase empfiehlt sich eine entsprechende Haltestellenbeschilderung, um auf das geplante Angebot aufmerksam zu machen. Wichtig ist auch eine einfache Zugangsmöglichkeit zu dem Angebot, bspw. über die Bestellung per Anruf oder über eine Smartphone-App.



- | | |
|---|--|
| Sammelparkplätze | Carsharing-Station |
| Haupt-Erschließungsschleifen Pkw | Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge |
| Haupt-Routen Fahrrad | Mobilitätsstation |
| Fahrrad-Service-Station | |
| Lastenradverleih | |

Abbildung 51: Empfehlungen für das Quartier Conrebbersweg

6.2.6 Elektromobilität und Ladeinfrastruktur (LIS)

Um das Laden am Wohnort zu ermöglichen, wurden im vergangenen Jahr mit der KfW-Förderung gezielt Privatpersonen adressiert, Novellierungen im Wohnungsmodernisierungsgesetz beschlossen und über die Umsetzung der EU- Richtlinie 2018/44 diskutiert. Die Planung und Bereitstellung von Ladelösungen wird somit in der Quartiersplanung immer relevanter –auch für Conrebbersweg West. Bei der Planung der Gebäude sollten die Anforderungen, die durch Elektromobilität an die Stellplätze der Fahrzeuge und an das Stromnetz gestellt werden, berücksichtigt werden.

*Hierbei ist das **Gesetz zum Aufbau von Lade- und Leitungsinfrastruktur für Elektromobilität in Gebäuden (GEIG)** zu berücksichtigen.*

Demnach müssen bei allen Wohngebäuden mit mehr als fünf Stellplätzen alle Stellplätze mit Schutzrohren für Elektrokabel ausgestattet werden. Bei Nicht-Wohngebäuden mit mehr als sechs Stellplätzen muss jeder dritte Stellplatz mit Schutzrohren für Elektrokabel versehen und bei mehr als 20 Stellplätzen mindestens ein Ladepunkt errichtet werden. Der Gesetzesentwurf wurde im Februar 2021 beschlossen. Ein zeitnahes Inkrafttreten wird erwartet und sollte bei derzeitigen Planungen schon zwingend beachtet und in diesem Zusammenhang relevante Akteure, wie Wohnungsbaugesellschaften und Eigentümer, bei Quartiersplanungen eingebunden werden.

Die Regelungen des GEIG sollten auch in eine mögliche Stellplatzsatzung für die Stadt Emden übernommen werden. Sollte die Aufstellung einer Stellplatzsatzung aufgrund des hohen Verwaltungsaufwands nicht möglich sein, stellen §47 der NBO und die Vorgaben des GEIG, welches noch in diesem Jahr in Kraft treten wird, die Rahmenbedingungen für die Anzahl zu errichtender Stellplätze und deren Ausstattung mit Leerrohren, Leitungen und Ladepunkten.

Aufgrund des hohen EFH-Anteils ist von einer großen Anzahl an Privat-Pkw im Neubauquartier auszugehen. Wie bereits erwähnt, soll der Großteil der erforderlichen Stellplätze auf zentralen Sammelparkplätzen untergebracht werden. Hier sollten zwingend **Lademöglichkeiten** bzw. die entsprechende **Leitungsinfrastruktur** für Anwohner geschaffen werden. Hierbei sollte sich an den Regelungen des GEIG orientiert werden. Auch eine Lademöglichkeit für Pedelects, die im Masterplan 100 % Klimaschutz eine hohe Relevanz für die Stadt zugewiesen bekommen, ist sinnvoll.

In einem zweiten Schritt ist es denkbar, die Unternehmen und den Nahversorgungsanbieter im Norden des Quartiers sowie VW als großen Arbeitgeber in der Region anzusprechen und für die Errichtung von LIS zu sensibilisieren. Diese sollte in erster Linie Kunden zur Verfügung stehen. Es ist sinnvoll, frühzeitig in Absprache mit den künftigen Mieter*innen zu gehen, da bspw. große Supermarktketten zunehmend eigene LIS für Kund*innen zur Verfügung stellen (Cross-Selling-Effekte). Auch die Stellflächen, die für den Gewerbe- bzw. Nahversorgungsstandort geplant sind, sollten zu 20 % mit Lademöglichkeiten bzw. zu 100 % mit der erforderlichen Leitungsinfrastruktur ausgestattet werden. Zudem sieht der Masterplan der Stadt Emden vor, PV-Anlagen auf den Dachflächen der Gewerbetreibenden zu installieren. Dies wird mit dem Bebauungsplan für das Neubaugebiet in Conrebbersweg umgesetzt. So ergibt sich die Möglichkeit, erneuerbaren Strom für den Betrieb der potentiellen Ladestationen am Standort zu nutzen. Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen können für die Speicherkosten bei der Installation neuer bzw. bei der Nachrüstung bestehender PV-Anlagen einen Zuschuss von 40 % erhalten.¹²³

Eine detailliertere Planung zur Ertüchtigung von Stellplätzen mit Leitungen als Bestandteil der Ladeinfrastrukturprognose kann Kapitel 8.4.2 entnommen werden.

Bei der proaktiven Sensibilisierung sollte die Stadt die federführende Rolle einnehmen und bspw. durch die Organisation von Thementagen zu Elektromobilität und LIS Unternehmen gezielt ansprechen, informieren und beraten. In diesem Zusammenhang ist die Öffentlichkeitsarbeit seitens der

¹²³ Vgl. PV Magazin 2020

Stadt von großer Bedeutung. Ein erster Schritt in diese Richtung besteht in dem Vorhaben der kommunalen Verwaltung Emdens, bis Ende dieses Jahres den Fuhrpark auf Elektrofahrzeuge umzustellen. Dieses Ziel findet sich im Masterplan 100 % Klimaschutz wieder und wird von der Stadt Emden konsequent verfolgt und umgesetzt.¹²⁴

7 Elektromobilität in der lokalen Wirtschaft

Kernaussagen:

- Gewerbliche Flotten machen einen Großteil des Neuwagenmarktes aus, wodurch dies ein wichtiges Segment für die schnelle Adaption von Innovationen im Fahrzeugbereich wie der E-Mobilität ist
- Es bestehen eine Vielzahl von Fördermöglichkeiten für die Anschaffung und Installation von E-Pkw und Ladeinfrastruktur für Unternehmen
- Die Beteiligung durch die Emdener Unternehmen war mit 32,5 % sehr hoch. Dies deutet auf großes Interesse an der E-Mobilität hin. 20 % der Befragten setzen bereits E-Fahrzeuge ein
- Die lokale Emissionsfreiheit ist aus Sicht der Emdener Unternehmen der wichtigste Vorteil bei der Flottenelektrifizierung. Aber auch der Innovationscharakter und die bestehenden Förderanreize bewegen Unternehmen dazu, E-Fahrzeuge einzusetzen.
- Bei den Unternehmen besteht der Wunsch nach einer besseren Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur. Informationen zum bestehenden LIS-Angebot im Stadtgebiet sollte weiterverbreitet werden. Die Deckung des Ladebedarfes muss jedoch in erster Linie durch unternehmenseigene Ladeinfrastruktur erfolgen. Passende Produkte der Stadtwerke Emden sollten bei den lokalen Unternehmen stärker vermarktet werden. Weitere Hemmnisse, die derzeit noch von den Unternehmen gesehen werden, sind die Reichweitenrestriktion und die Ladedauer.
- Unternehmen sehen den höchsten Unterstützungsbedarf durch die öffentliche Hand zusammen mit einer stärkeren Informationsverbreitung beim weiteren Ausbau von Ladeinfrastruktur. Die Stadt oder eine zentrale Beratungsstelle kann durch Aufklärungsarbeit und positive Kommunikation für die Elektromobilität einen wichtigen Beitrag leisten, Unsicherheiten abzubauen und einen einfachen Informationszugang für die Unternehmen zu schaffen.
- Die Flottenelektrifizierung eignet sich insbesondere für Unternehmen, die überwiegend im Stadtverkehr unterwegs sind. Zudem erleichtern regelmäßige Fahrprofile und ausreichend lange Standzeiten die Planung von Ladevorgängen.
- Die deutliche Mehrheit der untersuchten Pkw im Rahmen der Potenzialanalyse können durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden.

Die betriebliche Mobilität ist ein sehr wirksames Mittel, um die Erreichung klimapolitischer Ziele zu unterstützen. Gewerbliche Flotten und Dienstwagen machen mehr als 60 Prozent des Neuwagenmarktes aus¹²⁵.

Zudem ist die Haltedauer bei gewerblichen Flotten oftmals geringer als im privaten Sektor, sodass Innovationen schneller adaptiert werden können.

Die Fahrprofile bieten ein hohes Potential, da über 80 % der Fahrten im Wirtschaftsverkehr durch Elektrofahrzeuge mit einer Reichweite von 120 km bereits abgedeckt werden können¹²⁶.

Die Stadt Emden möchte gewerbliche Unternehmen dabei unterstützen, ihre Fuhrparks zu elektrifizieren und Hilfestellungen geben. Daher wurde im zweiten Teil dieses Kapitels ein Handlungsleitfaden für Unternehmen entwickelt, den die Stadt Emden zukünftig als Grundlage für die Erstberatung von Unternehmen, die sich bislang bei der Vorgehensweise unsicher sind, nutzen kann, vgl. Kapitel 7.2.

¹²⁴ Vgl. Emdener Zeitung vom 03.03.2020

¹²⁵ Vgl. KBA 2018

¹²⁶ Vgl. Fraunhofer ISI 2014

Um bestehende Erfahrungen und Berührungspunkte der Unternehmen mit der E-Mobilität aufzunehmen, wurde wie bereits erwähnt eine **Online-Befragung** durchgeführt. Die Unternehmen konnten mitteilen, welche Hemmnisse sie sehen und an welcher Stelle sie sich noch Unterstützungsbedarf seitens der öffentlichen Hand wünschen. Dies bildet eine wichtige Grundlage für einen **Handlungsleitfaden zur Elektrifizierung von Fahrzeugflotten**, der im Kapitel 7.2 dargestellt wird. Dieser kann zukünftig, z.B. durch die Stadt oder die Stadtwerke genutzt werden, um Unternehmen bei der Flottenelektrifizierung beratend zu unterstützen. Aber Unternehmen können diesen Handlungsleitfaden auch eigenständig nutzen und anhand des dargelegten Vorgehens eigene Schritte zur Elektrifizierung gehen. Die Unternehmen wurden darüber hinaus zu ihrem Interesse zur Carsharing-Nutzung im Rahmen der betrieblichen Mobilität befragt, was bereits im Kapitel 5.2.3 aufgegriffen wurde. Außerdem wurde das Interesse an der Workshop-Teilnahme abgefragt, woraufhin Einladungen versandt wurden. In dem anschließenden **Workshop am 03.09.2020** („Elektromobilität in Unternehmensfuhrparks“) wurden gemäß dem genannten Unterstützungsbedarf und Hemmnisse folgende Themen verstärkt adressiert:

- aktuelle Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten,
- Ausbau und Angebot von Ladeinfrastruktur der Stadtwerke Emden sowie
- Ansätze und Möglichkeiten zur Umstellung von Fahrzeugflotten

Im Rahmen des Projektes ermöglichte die Stadt Emden **vier Unternehmen** die Durchführung einer **Potentialanalyse im Hinblick auf eine mögliche Fuhrparkelektrifizierung**. Als Bestandteil des Handlungsleitfadens zur Flottenelektrifizierung wird anhand dieser Untersuchungen beispielhaft dargestellt, welche Schritte die Unternehmen für die Umstellung durchführen können und welche Branchen- und Fuhrpark-Charakteristiken vorliegen, vgl. 7.2.

Vor dem Workshop „Elektromobilität in Unternehmensfuhrparks“ wurde bereits eine Potentialanalyse für den Fuhrpark der Stadtwerke vorgenommen, um die Umsetzungsschritte und exemplarische Analyse anhand eines konkreten Beispiels vorstellen zu können. Im Anschluss an den Workshop hatten die Unternehmen bis zum 25.09.2020 die Möglichkeit, über ein Onlineformular ihr Interesse an einer Potentialanalyse zu bekunden. Per Losverfahren wurden **drei Unternehmen** ausgewählt, die am 1.10.2020 benachrichtigt wurden. Aus Datenschutzgründen, werden diese Unternehmen nicht genannt. Die Unternehmen erhielten als Ergebnis eine Darstellung ihrer konkreten Potentiale zur Flottenelektrifizierung sowie unterstützende Hinweise zum Vorgehen bei der Umstellung.

7.1 Befragung der Unternehmen in Emden

Im Zeitraum vom **19.06. – 06.07.2020** wurden insgesamt 500 Unternehmen per E-Mail und Brief angeschrieben und hinsichtlich ihrer aktuellen Aktivitäten zur Umsetzung von Elektromobilität befragt.

Die Befragung verzeichnet einen Rücklauf von 32,5 % (162 Unternehmen), was auf ein großes Interesse seitens der Unternehmen in Emden schließen lässt.

7.1.1 Charakterisierung der Unternehmen nach Umsetzungsgrad der Elektromobilität

Die Beteiligung der Unternehmen zeichnet sich durch eine große Bandbreite der Branchen vom Dienstleistungssektor bis hin zur Bauwirtschaft aus. Die Mehrheit der Unternehmen waren Kleinst- und Kleinunternehmen mit bis zu 10 bzw. bis zu 50 Mitarbeiter*innen. Die Verteilung kann der nachstehenden Abbildung entnommen werden.

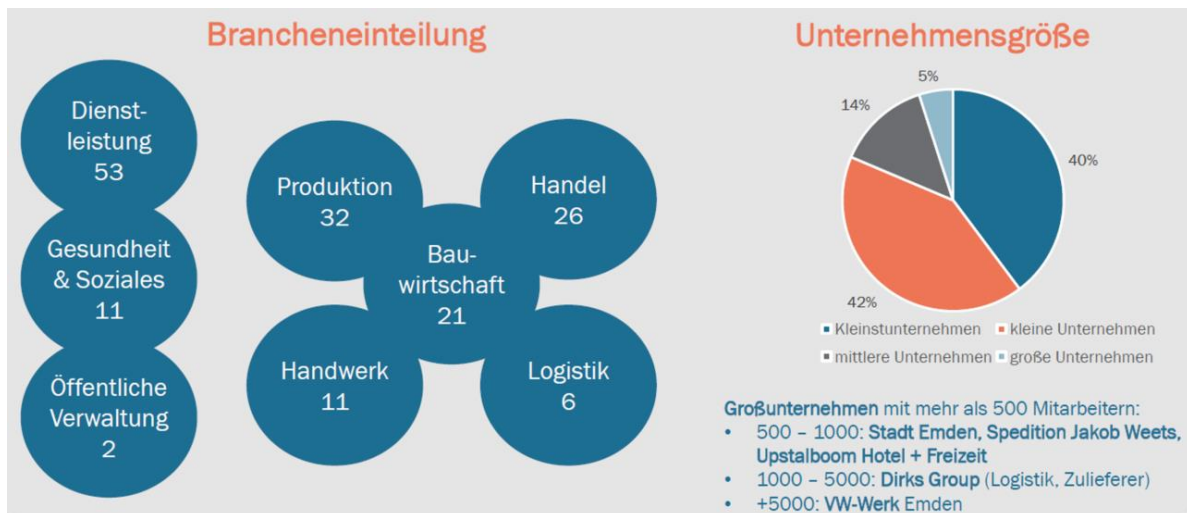


Abbildung 52: Charakterisierung der Teilnehmenden nach Branchen und Unternehmensgröße

Abbildung 53 zeigt, dass knapp 20% der Unternehmen die Elektromobilität bereits im eigenen Fuhrpark in Form von E-Pkw oder Pedelecs nutzen (**Gruppe 1**). Weitere 10 % haben bereits sehr konkrete Pläne zur Beschaffung von E-Fahrzeugen benannt (**Gruppe 2**). Dies spiegelt bereits reges Interesse an der Elektromobilität wider. Eine Vielzahl der Unternehmen (41,4 %) ¹²⁷ ist sich aktuell nicht sicher, ob sie E-Fahrzeuge im eigenen Fuhrpark einsetzen möchten (**Gruppe 3**). Etwas mehr als ein Viertel der Unternehmen planen jedoch keinen Einsatz (**Gruppe 4**).

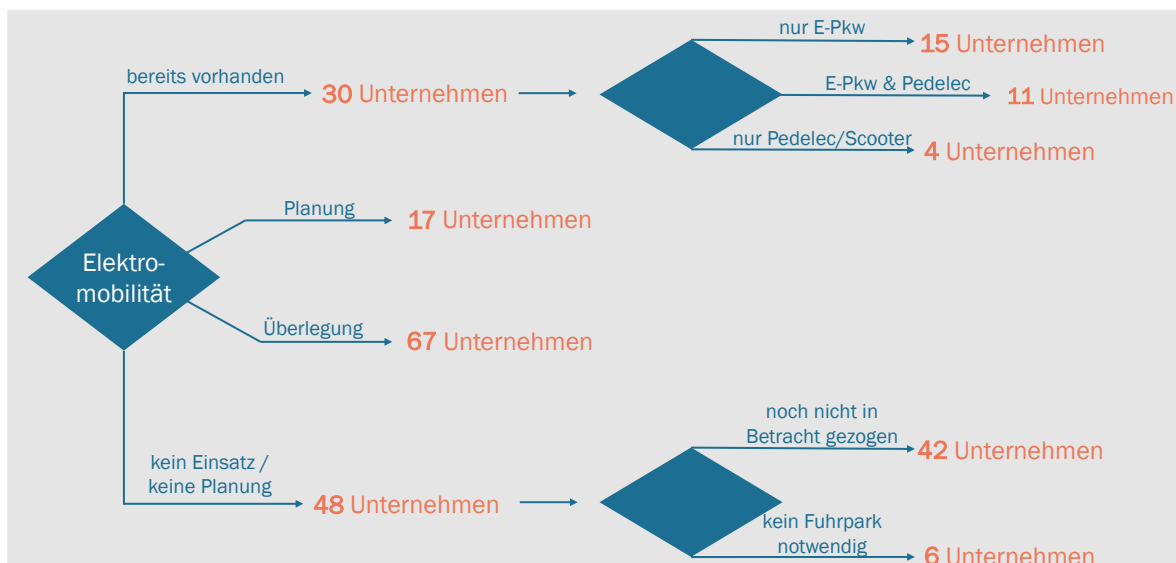


Abbildung 53: Charakterisierung der Teilnehmenden nach vorhandener Erfahrung und Interesse zur E-Mobilität

1. Gruppe: Unternehmen, die bereits E-Fahrzeuge einsetzen

Unternehmen, die bereits E-Mobilität im Fuhrpark integriert haben, zeigten generell ein positiveres Stimmungsbild im Vergleich zu den anderen Unternehmensgruppen. Zwei der Unternehmen sehen den Einsatz von E-Fahrzeugen als selbstverständlich und sinnvollste Antriebsart in der Region an:

- „Unser ZOE ist für den Einsatz Ostfriesland (380 Km Reichweite) das ideale Auto mit einem tollen Preis-Leistungsverhältnis und niedrigen Kosten bei Nutzung von eigenem Strom der Photovoltaikanlage. Gerechnet auf 12 500 km Jahresleistung bei 0,30 Euro

¹²⁷ Diese 67 Unternehmen haben bereits Überlegungen angestoßen, jedoch bislang ohne Aktivitäten.

Strom, würden sich die Stromkosten auf 550 € jährlich belaufen Versicherung wie konventioneller Pkw, 0 € Steuern!“

- *„Wir fahren Pizzen teilweise mit E Autos seit über 15 Jahren. Es ist nichts Neues für uns“*

Dennoch werden auch weiterhin Hindernisse von dieser Gruppe gesehen:

- Platz 1: Reichweitenrestriktion (20 Nennungen)
- Platz 2: langen Ladezeiten (15 Nennungen)
- Platz 3: fehlenden passenden Fahrzeugtypen (7 Nennungen)

Weniger Restriktionen sehen diese Unternehmen jedoch bei den Lieferzeiten oder der Technologiesicherheit.

Die Elektrifizierung erfolgte in Fuhrparks unterschiedlicher Größe: dies variiert zwischen 2 und 290 Fahrzeugen, wobei die Mehrheit der (teil-)elektrifizierten Unternehmen bislang weniger als 10 Fahrzeuge in der Flotte haben. 90 % der Unternehmen laden ihre E-Fahrzeuge an der unternehmenseigenen Infrastruktur, wobei nur zwei Unternehmen separate Ladesäulen errichtet haben.

2. Gruppe: Unternehmen, die aktiv planen E-Fahrzeuge in den nächsten 12 Monaten einzusetzen

Die Unternehmen der zweiten Gruppe, haben einen hohen Anteil leichter Nutzfahrzeuge und LKW im Fuhrpark, wobei die Elektrifizierung dieser nur von 2 Unternehmen mit Fokus auf für die leichten Nutzfahrzeuge geplant ist. Die Fuhrparkgröße der Unternehmensgruppe beläuft sich auf 1 – 32 Fahrzeuge.

Auch hier wurden die Reichweiten und die Dauer der Ladevorgänge als Hindernisse benannt. Mehr Unternehmen gaben zudem an, dass E-Fahrzeuge bislang aus finanziellen Gründen nicht angeschafft wurden. Die Mehrheit dieser Unternehmer planen die Anschaffung klassischer E-Pkw oder Pedelecs, s. nachstehende Abbildung.



Abbildung 54: Fahrzeugkategorien in geplanter Anschaffung

Die überwiegende Mehrheit (16 von 17) ist bereit Ladeinfrastruktur am unternehmenseigenen Parkplatz zu installieren. Kein Unternehmen gab an, in der Nähe öffentlicher Ladeinfrastruktur zu sein. Einige Male wurde die Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Emden hinsichtlich der Bearbeitungsdauer zur Installation von Wallboxen bemängelt.

3. Gruppe: Unternehmen, die über eine Anschaffung nachdenken

Unternehmen, die bislang nur über den Einsatz von E-Fahrzeugen nachgedacht haben, haben zu einem großen Teil ausschließlich Pkw im Fuhrpark (21), aber auch leichte Nutzfahrzeuge (28). Der Großteil der Fuhrparks besteht aus 10 oder weniger Fahrzeugen. 10 Unternehmen betreiben keinen Fuhrpark.

Über 80 % der Unternehmen sehen, ganz im Sinne der Klimaschutzziele der Stadt Emden, in dem Einsatz von E-Fahrzeugen die Möglichkeit, die lokalen Emissionen zu senken und einen Innovationscharakter sowie ein grünes Image nach außen zu tragen. Dies zeigt, dass die Emdener Unternehm-

mer dem Thema sehr positiv gegenüberstehen und ggf. aktuell noch die Marktentwicklung beobachten bis sie selbst aktiv werden. Auch hier sehen 36 Unternehmen die geringere Reichweite der Fahrzeuge als größtes Hindernis an, deutlich mehr schrecken jedoch die hohen Anschaffungskosten zurück. Zudem wird der **unzureichende Ausbau der Ladeinfrastruktur** von 40 Unternehmen bemängelt, was sich auch in den Freitextantworten widerspiegelt.

4. Gruppe: Unternehmen, ohne aktuellen Einsatz und Planung von Elektromobilität

Die Unternehmen ohne einen (teil-)elektrifizierte Fuhrpark oder Plänen in dieser Richtung, zeigen im Allgemeinen eine höhere Skepsis zu E-Fahrzeugen. Häufig sind die Fuhrparks dieser Unternehmen auch eher klein mit weniger als 20 Fahrzeugen¹²⁸. Gründe für die Nichtanschaffung sind in erster Linie eine mangelnde Umweltfreundlichkeit und das unzureichende Preis-Leistungsverhältnis.

Der Ausbau der Ladeinfrastruktur wird von vielen Unternehmen bemängelt. Zudem wurde von den Unternehmen angegeben, dass sie sehr hohe Laufleistung im eigenen Fuhrpark haben und der Einsatz von E-Fahrzeugen sich daher nicht eigne. Einige Unternehmen sprachen die fehlenden elektrischen Alternativen für Lkw bis 7,5 t an.

7.1.2 Vor- und Nachteile von E-Mobilität aus Sicht der befragten Unternehmen

Insgesamt überwiegt aus Sicht aller Unternehmen¹²⁹ die lokale Emissionsfreiheit als Einsatzgrund für E-Fahrzeuge in Fuhrparks: 62 % der Unternehmen gaben dies als hauptsächlichen Vorteil an. Lokale Unternehmen, die Strecken innerhalb der Stadt tätigen, können durch Elektromobilität und der damit wegfallenden Lärm- und Feinstaubbelastung die negativen Einflüsse auf Bewohner deutlich reduzieren.

Aber auch der Innovationscharakter und das Image wurde auf Platz 2 gewertet. Der Einsatz von E-Pkw senkt auf Dauer die Häufigkeit der notwendigen Wartungen durch eine geringere Anzahl an Verschleißteilen. Der Einsatz von Elektromobilität verschafft den Unternehmen ein grünes Image, welches neue, umweltbewusste Kundengruppen anziehen kann.

Die aktuellen Förderanreize stellen für Unternehmen einen weiteren Vorteil für die Flottenelektrifizierung dar (Platz 3). Insbesondere die aktuelle Erreichung der Gesetzesvorgaben und die bestehenden Steuervorteile hinsichtlich der Reduzierung der 1 % Regelung sind wesentliche Treiber der Elektromobilität. Zudem bietet die Ausschüttung der Innovationsprämie bei Unternehmen mit geringeren finanziellen Mitteln eine Möglichkeit eine Elektrifizierung des Fuhrparks umzusetzen.

Einige Unternehmen sehen außerdem die Flexibilität gegenüber mögliche, zukünftige Umweltzonen und Fahrverbote als Vorteil für eine Elektrifizierung an. Alle Angaben können der nachstehenden Abbildung entnommen werden.

¹²⁸ 35 Unternehmen besitzen 10 oder weniger Fahrzeuge. 29 der Unternehmen setzen leichte Nutzfahrzeuge ein und 4 Unternehmen Lkw.

¹²⁹ Über alle vorgestellten Gruppen

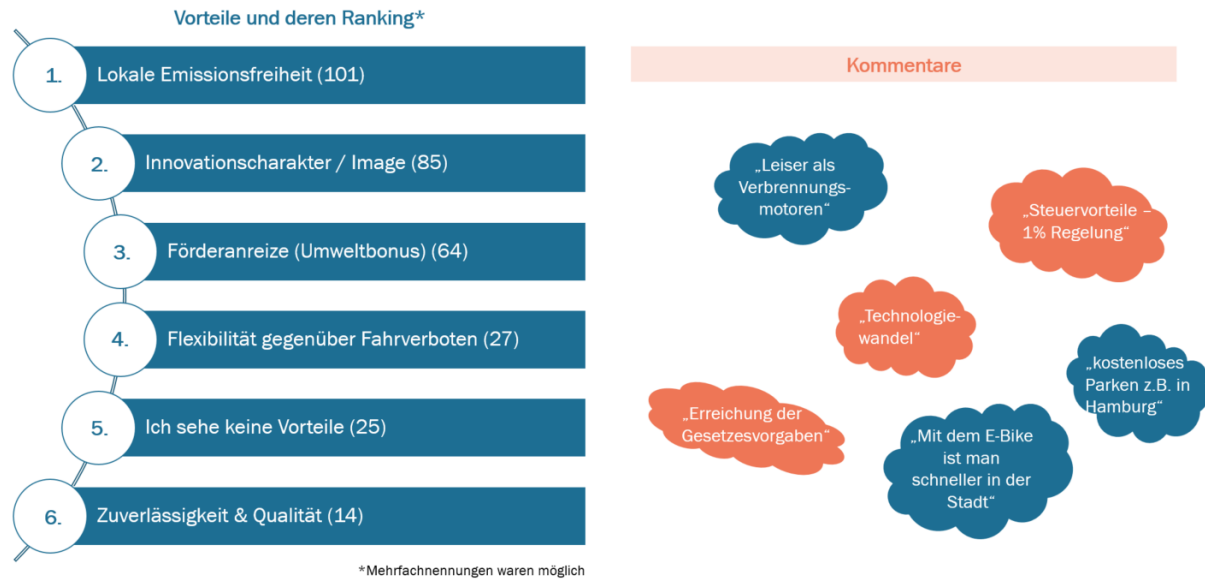


Abbildung 55: Vorteile der Nutzung von E-Fahrzeugen

Demgegenüber steht, als wesentliche Hemmnis bei der Beschaffung, der aktuelle Ausbau von Ladeinfrastruktur. Unternehmen laden in der Regel ihre Fahrzeuge insbesondere am eigenen Standort, sodass hier durch gezielte Informationsverbreitung, Übersichten zu bestehender öffentlicher Ladeinfrastruktur und Unterstützung der Unternehmen beim Ausbau von privater Ladeinfrastruktur am Unternehmensstandort erste Hemmnisse bzw. Berührungspunkte gelöst werden können.

In der Befragung wurde auch deutlich, dass vor allem kleinere Unternehmen, für die die Beschaffung von E-Fahrzeugen bereits eine hohe finanzielle Belastung darstellt, die zusätzlichen Kosten zur Ertüchtigung der Parkplätze mit der Ausstattung von Lademöglichkeiten scheuen. Als Beispiel für die Herausforderungen solcher kleineren Unternehmen wurde in der Befragung folgendes angegeben: ein Unternehmen parkt eigene Fahrzeuge in einem Parkhaus, in dem es monatliche Stellplatzgebühren bezahlt. Trotz mehrfacher Nachfragen, konnte bislang jedoch mit dem Betreiber keine Lösung zum Ausbau von Ladeinfrastruktur gefunden werden. Somit ist eine Beschaffung von E-Fahrzeugen aus Sicht des Unternehmens aktuell kaum möglich. Je nach zukünftiger Affinität zum Ausbau von LIS des Parkhausbetreibers, könnte dieser durch eine höhere Stellplatzmiete die Anschaffungskosten der LIS auf das Unternehmen (oder mehrere) umlegen, dabei sollten auch Fördermittel berücksichtigt und langfristig ein geeignetes Betreibermodell entwickelt werden. Für solche Fälle ist eine Aktivierung der Parkhausbetreiber sehr wichtig.

Wie bereits aus der vorangegangenen Gruppendarstellung hervorging, folgt bei 109 Unternehmen das Hindernis der Reichweitenrestriktion, gefolgt von der Ladedauer. Insbesondere bei Erstan-schaffung von E-Fahrzeugen stehen die Unternehmen aufgrund der höheren Aufwände für zusätzliche Ladeinfrastruktur vor großen Herausforderungen. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Hinderungsgründe nach deren Ranking.

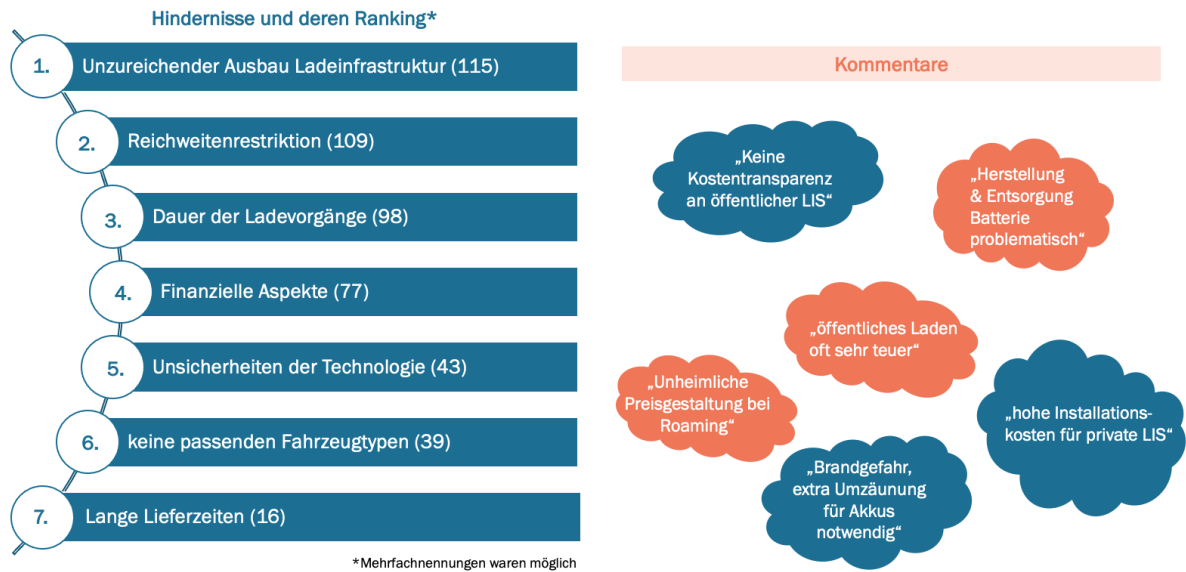


Abbildung 56: Hinderungsgründe bei der Anschaffung von E-Fahrzeugen.

7.1.3 Unterstützungsbedarfe seitens der öffentlichen Hand

Die Unternehmen wurden nach ihren Unterstützungsbedarfen seitens der öffentlichen Hand befragt. Dabei kristallisierten sich vier Handlungsfelder heraus:

- Ausbau Ladeinfrastruktur
- Förderung
- Information
- Alternative Wasserstoff

Die Anforderungen werden auch in Abbildung 57 dargestellt, wobei die Farbverläufe die Schnittmengen zwischen den Handlungsfeldern darstellen. In erster Linie wünschen die Unternehmen sich einen schnelleren Ausbau der Ladeinfrastruktur. Allgemein soll sich die Anzahl der Ladeinfrastruktur in der Innenstadt erhöhen, wobei insbesondere auch eine einheitliche Abrechnung gefordert wird. Der Wunsch nach einer langfristigen Förderung von Ladesäulen für Unternehmensstandorte sowie Zuschüsse für private LIS, aber auch generelle Subventionen durch die Stadt oder aber Anreize auf Bundesebene wie eine reduzierte Umsatzsteuer werden gefordert.

Die Aufklärungsarbeit und positive Kommunikation für die Elektromobilität sind relevante Punkte, damit weitere Anreize für eine Elektrifizierung geschaffen werden und Emden seiner Vorbildfunktion nachkommen kann. Auch die Förderung der Alternative Wasserstoff durch Forschung und Investitionen ist ein wichtiger Punkt, der jedoch die geringste Nennung verzeichnete.

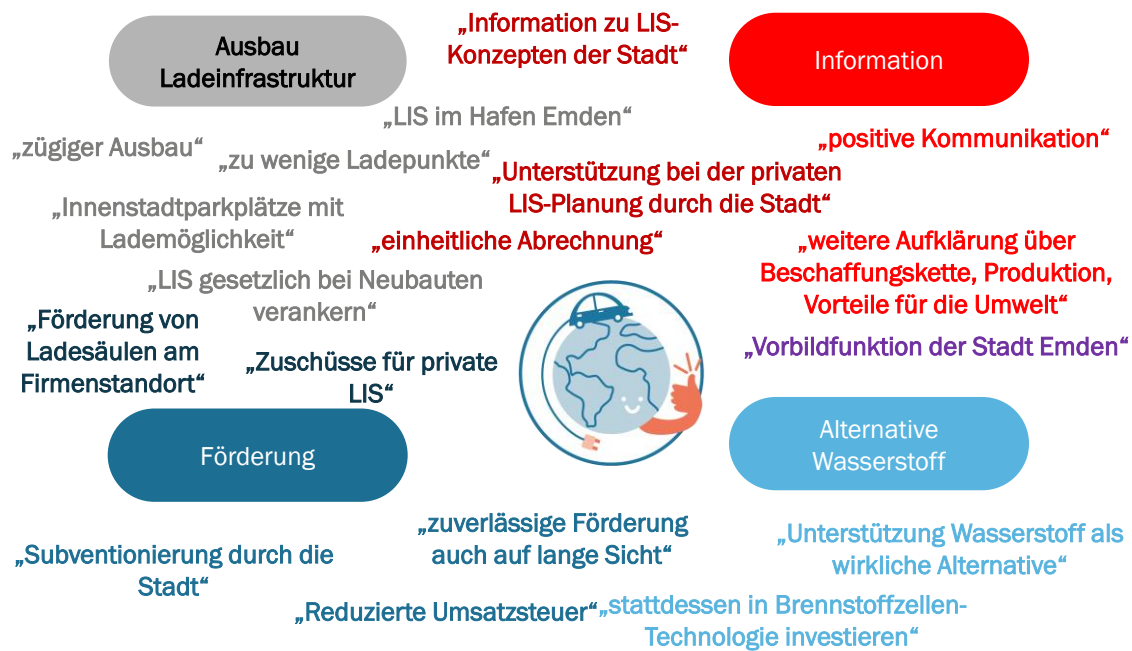


Abbildung 57: Unterstützungsbedarfe seitens der öffentlichen Hand aus Sicht der Unternehmen.

Unterstützung der Stadt Emden bei der Flottenelektrifizierung

Die Stadt Emden kann zusammen mit den Stadtwerken Unternehmen langfristig bei der Flottenelektrifizierung beratend unterstützen. Dafür sollte eine zentrale Beratungsstelle bzw. Ansprechperson für Unternehmen berufen werden oder diese Rolle an eine andere Institution wie den Stadtwerken weitergereicht werden. Über eine solche zentrale Beratungsstelle können Unternehmen an Informationen zu Themen rund um das Thema Elektromobilität gelangen. Durch diese zentrale Beratungsstelle sollten zunächst grundlegend die Vorteile von Elektrofahrzeugen dargelegt werden. Weiterhin sollten im Gespräch Potenziale im Unternehmen zur Integration von Elektromobilität diskutiert sowie Informationen zu Fördermöglichkeiten mitgegeben werden. Der entwickelte Handlungsleitfaden kann dafür als Grundlage dienen und den Unternehmen ergänzend zur Verfügung gestellt werden.

7.2 Handlungsleitfaden zum Vorgehen bei der Elektrifizierung von Gewerbeflotten

Neben dem Alltagsgeschäft bleibt oft nicht viel Zeit, um sich über neue Technologien wie z. B. die Elektromobilität zu informieren, wodurch eine hohe Unsicherheit entstehen kann. Der Handlungsleitfaden richtet sich deshalb in erster Linie auch an Fuhrparkmanager, die bislang keine oder nur geringe Erfahrung mit der Elektromobilität gesammelt haben und soll einen schnellen Einstieg in die Thematik ermöglichen. In diesem Handlungsleitfaden werden für Sie folgende Fragen knapper Form dargestellt:

1. Warum ist E-Mobilität für Unternehmen relevant?
2. Wie kann bei der Fuhrparkelektrifizierung vorgegangen werden?
3. Welche Best-Practices in Emden dienen als Inspiration?

Es werden außerdem Hinweise gegeben, wo Unterstützung eingeholt werden kann, wenn es z. B. um die Errichtung geeigneter Ladeinfrastruktur geht.

Es ist vorab sehr wichtig, dass die **Zuständigkeiten** innerhalb des Unternehmens geklärt werden, um eine reibungslose Umsetzung der aufgeführten Schritte zu ermöglichen. Meistens gibt es in Unternehmen eine Person, die für die Beschaffung und Organisation von Fahrzeugen zuständig ist. Diese Aufgabe kann bei großen Unternehmen durch einen Fuhrparkmanager oder Mobilitätsbeauftragten, bei kleineren auch durch andere Mitarbeiter*innen übernommen werden. In den letzten Jahren haben sich durch neue Antriebstechnologien auch neue komplexere Aufgabenfelder für die Fuhrparkverantwortlichen ergeben. Sie müssen dafür sorgen, dass der Fuhrpark ihres Unternehmens für die Zukunft gerüstet ist. Dabei müssen neben unternehmensspezifischen Entwicklungen u. a. die Emissionsziele des Bundes, des Landes Niedersachsen und der Stadt Emden sowie eventuelle Fahrverbote in Umweltzonen von Verbrennerfahrzeugen mit entsprechenden Schadstoffklassen im Einsatzbereich der Fahrzeuge berücksichtigt werden. In Niedersachsen haben Hannover und Osnabrück bereits Umweltzonen geschaffen, die eine Befahrung der Innenstadt lediglich mit Schadstoffklasse 4 (Grüne Plakette) erlaubt.¹³⁰

7.2.1 Warum ist E-Mobilität für Unternehmen relevant?

Wie bereits im Kapitel 1 dargestellt wurde, sind die Pkw-Neuzulassungen im Bereich der rein batterieelektrischen Fahrzeuge (BEV) und der Plug-in-Hybride (PHEV) gestiegen. Maßgeblich für das starke Wachstum der Neuzulassungen waren die aktuellen Förder- und Steuerbedingungen, die nochmal deutlich attraktiver gestaltet wurden. Aber auch die aktuell verfügbare Ladeinfrastruktur nimmt stetig zu, sodass Reichweitenängste schneller überwunden werden können. Das Unternehmen Chargemap stellt, als Ladekartenanbieter mit hoher Interoperabilität im Ladeverbund, Informationen zum aktuellen LIS-Ausbaustand bereit. Für Deutschland waren im **Oktober 2020 ca. 20 848 Ladestationen mit 68 453 Ladepunkten** eingetragen.¹³¹ Offizielle Statistiken der Bundesnetzagentur listen hingegen zum 3.12.2020 Informationen zu 16.992 öffentlichen Ladestationen mit 33 249 Ladepunkten in ganz Deutschland (davon 11 % Schnellladepunkte). Dies entspricht den gemeldeten, öffentlich zugänglichen Ladestationen, wodurch Unterschiede zustande kommen können.¹³² Für das Land Niedersachsen werden 1 809 Ladestationen mit 3 450 Ladepunkten¹³³ ausgewiesen (Stand 11/2020), während in der Stadt Emden selbst 22 Ladestationen mit 54 Normal- und drei Schnellladepunkten (Stand 10/2020). Das Land Niedersachsen stellt regelmäßig die

¹³⁰ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe/feinstaub/umweltzonen-in-deutschland#1-wie-ist-der-aktuelle-stand-der-umweltzonen>

¹³¹ <https://de.chargemap.com/about/stats>

¹³² https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulenkarte/Ladesaeulenkarte_node.html

¹³³ <https://automotive.nds.de/ladeatlas-niedersachsen/>

Ladeeinrichtungen, die das Anzeigeverfahren der Bundesnetzagentur abgeschlossen haben zur Verfügung:

https://map.strassenbau.niedersachsen.de/service/app.php/application/e_mobilitaet

Folgende sieben Gründe sprechen für die Einführung von Elektrofahrzeugen im eigenen Fuhrpark:

1. Elektrofahrzeuge tragen zum Klimaschutz bei!



Der Umstieg auf Elektrofahrzeuge ist, aufgrund der eingesparten Kohlenstoffdioxid-, Feinstaub- und Lärm-Emissionen im Vergleich zu Verbrennerfahrzeugen insbesondere in Ballungsräumen, ein aktiver Beitrag zum Klima- und Umweltschutz. Bei geeigneten Einsatzprofilen und einem hohen Anteil an regenerativ erzeugten Energien ist der Effekt besonders hoch.

2. Elektrofahrzeuge sind gut fürs Image!



Elektromobilität erhält in der Öffentlichkeit eine überwiegend positive Resonanz*. Entsprechende Hinweise an den Fahrzeugen, wie z. B. „100% elektrisch“, unterstreichen den innovativen Charakter von Unternehmen und erzielen eine positive Öffentlichkeitswirkung.

3. Flottenfahrzeuge eignen sich besonders zur Elektrifizierung!



Gewerbliche Flotten und Dienstwagen machen mehr als 60 % des Neuwagenmarktes aus.** Zudem ist die Haltedauer bei gewerblichen Flotten oftmals geringer als im privaten Sektor, sodass Innovationen schneller adaptiert werden können. Die Fahrprofile bieten ein hohes Potenzial, da über 80 % der Fahrten im Wirtschaftsverkehr durch Elektrofahrzeuge mit einer Reichweite von 120 km bereits abgedeckt wären.***

* <https://docplayer.org/11481957-Ecar-studie-zur-akzeptanz-der-elektromobilitaet.html>

** https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Halter/fz_n_halter_archiv/2018/2018_n_halter_dusl.html?nn=2594996

*** https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2014/Get_eReady.pdf

4. Elektrofahrzeuge sind praxistauglich!



In der öffentlichen Diskussion werden rein elektrische Fahrzeuge teilweise als noch nicht praxistauglich und für die Nutzungsbedürfnisse vieler Pkw-Besitzer als nicht geeignet eingeordnet. Dies basiert auf den Gewohnheiten und Erfahrungen mit konventionellen Fahrzeugen. Die über ein Jahrhundert gewachsene Infrastruktur mit konventionellen Fahrzeugen und zugehörigen Unternehmen muss im Elektromobilitätsbereich erst aufgebaut werden. E-Pkw sind aktuell praxistauglich und können die Anforderungen an Mobilität erfüllen. Geänderte Abläufe, wie das Laden beim Parken und nicht zwingend an Tankstellen, erfordern eine längere Umstellung.

5. Elektrofahrzeuge sind wirtschaftlich!



Der finanzielle Aspekt ist für Unternehmen sehr wichtig bei der Anschaffung von Fahrzeugen. Elektrofahrzeuge sind heute bereits wirtschaftlich sinnvoll, da Betriebskosten durch das Tanken von Strom anstelle von Diesel oder Benzin geringer ausfallen und auch Wartungskosten durch deutlich weniger Verschleißteile reduziert sind.

Einen Kostenrechner, mit dem Sie die verursachten Kosten elektrischer und nicht-elektrischer Fahrzeugmodelle bzgl. Anschaffung und Betrieb vergleichen können, finden Sie auf folgenden Webseiten:

<https://www.e-stations.de/elektroautos/kostenrechner>
<https://efahrer.chip.de/kostenrechner>

6. Elektrofahrzeuge werden gefördert!

Sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene stehen Ihnen viele Förderprogramme zur Verfügung. Einen Überblick zu aktuell laufenden Förderprogrammen oder ergänzenden Unterstützungsmaßnahmen des Bundes zum Thema Elektromobilität und Ladeinfrastruktur finden Sie auf der Homepage zur Elektromobilitätsförderung des BMWI.****

Für Informationen auf Landesebene nutzen Sie die Webseite der Automotive Agentur Niedersachsen.

Nachstehend finden Sie aktuelle Förderprogramme, die Sie nutzen können (Stand 11/2020)

7. Elektrofahrzeuge eignen sich für Ihr Unternehmen!

Ob ein Elektrofahrzeug günstiger und umweltfreundlicher als ein vergleichbares konventionelles Fahrzeug ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Hohe Jahreslaufleistungen kompensieren die höheren Emissionen bei der Batterieherstellung. Die gleichzeitig niedrigen Betriebskosten (v. a. Strom und Instandhaltung) sorgen dafür, dass die höheren Anschaffungskosten bei hohen Laufleistungen kompensiert werden.

Weitere Eignungskriterien und Erläuterungen finden Sie ebenfalls nachstehend!

****<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/rahmenbedingungen-und-anreize-fuer-elektrofahrzeuge.html>

Aktuelle Fördermöglichkeiten für gewerbliche FlottenBundesförderung

Seit Juni 2020 wird beim Erwerb eines Elektrofahrzeuges zusätzlich zum seit Juli 2016 bestehenden Umweltbonus eine Innovationsprämie gezahlt, wodurch sich der Anteil des Bundes verdoppelt. In der nachfolgenden Tabelle sind die derzeit gültigen Fördersätze für Elektrofahrzeuge mit einem Nettolistenpreis von unter 40 000 € dargestellt (gültig bis Ende 2021, Stand 11/2020):

	Bundesanteil	Herstelleranteil	Kaufprämie
Batterieelektro- oder Brennstoffzellenfahrzeug	6 000 €	3 000 €	9 000 €
Von außen aufladbares Hybridelektrofahrzeug	4 500 €	2 250 €	6 750 €

Für Fahrzeuge mit einem höheren Nettolistenpreis gelten andere Fördersätze. Bitte informieren Sie sich über die jeweils aktuellen Fördermöglichkeiten auf der Webseite des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).¹³⁴

Im Sommer 2020 gab es einen **Förderaufruf E-Nutzfahrzeuge für KMU und Handwerker** im Rahmen des Corona- Konjunkturprogrammes gemäß der Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI. Es wird ein weiterer Call für 2021 erwartet. Förderantragsberechtigt sind KMU und Handwerksunternehmen. Für E-Fahrzeuge der Fahrzeugklassen N1, N2, N3 werden die Mehrkosten bis zu 40 % gefördert. Für die entsprechende LIS sind die Anschaffungskosten förderfähig, jedoch nicht die Tiefbau-, Netzanschluss- oder Installationskosten. Die Antragstellung erfolgt im „Windhundverfahren“. Die Nachfrage der KMU und Handwerker war sehr hoch, so dass mit einem weiteren Call 2021 gerechnet werden kann.¹³⁵

Neben der Unterstützung bei der Anschaffung von Elektrofahrzeugen werden diese auch steuerlich gefördert. Ab der Erstzulassung sind rein elektrische Fahrzeuge für zehn Jahre von der **Kfz-Steuer**

¹³⁴ https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Neuen_Antrag_stellen/neuen_antrag_stellen.html

¹³⁵ <https://www.now-gmbh.de/foerderung/foerderprogramme/elektromobilitaet/>

befreit. Diese Regelung galt ursprünglich bis Ende 2020, wurde jedoch im September 2020 bis 2030 verlängert.

Elektrisch angetriebene **Firmenwagen**, die von den Beschäftigten privat genutzt werden können, müssen anstelle des 1 % des Bruttolistenpreises wie bei Verbrennerfahrzeugen nur mit 0,25 % **besteuert** werden, für Plug-In Hybride gilt ein Steuersatz von 0,5 %. Dabei wurde die Kaufpreisgrenze (Bruttolistenpreis) auf 60.000 € erhöht. Bis 2030 gilt das Laden privater Elektrofahrzeuge beim Arbeitgeber nicht als geldwerter Vorteil.

Ab 2020 unterstützt die Bundesregierung im Rahmen des Corona-Konjunkturprogramms die Umstellung der im Gesundheits- und Sozialwesen eingesetzten Fahrzeugflotten auf Elektrofahrzeuge. Für dieses Flottenaustauschprogramm Sozial & Mobil werden auf Basis des bestehenden BMU-Förderprogramms Erneuerbar Mobil 200 Millionen € zur Verfügung gestellt.¹³⁶

Nach §7c Einkommenssteuergesetz gilt für Elektronutzfahrzeuge und E-Lastenräder außerdem:

(1) Bei neuen Elektronutzfahrzeugen im Sinne des Absatzes 2 sowie elektrisch betriebenen Lastenfahrrädern im Sinne des Absatzes 3, die zum Anlagevermögen gehören, kann im Jahr der Anschaffung neben der Absetzung für Abnutzung nach § 7 Absatz 1 eine Sonderabschreibung in Höhe von 50 Prozent der Anschaffungskosten in Anspruch genommen werden.

Landesförderung Niedersachsen

Auch das Land Niedersachsen möchte die Elektromobilität in Zukunft stärker fördern und plant Förderprogramme für bspw. den Aufbau von privater Ladeinfrastruktur in Betrieben in Niedersachsen. Die Förderrichtlinie wurde zum aktuellen Zeitpunkt (Stand 11/2020) noch nicht veröffentlicht, kann aber unter dem folgenden Link verfolgt werden: <https://automotive.nds.de/foerderung/>

Wie die Umfrage bei Fuhrparkbetreibern/verantwortlichen (s.o.) ergab, ist die neben der Förderung von E-Fahrzeugtechnologie durch die öffentliche Hand auch eine Förderung der LIS von großem Interesse bzw. essentiell für die Elektrifizierung des Fuhrparks. Die Fördermöglichkeiten für LIS werden ausführlich in Kap. 10 vorgestellt.

Eignungskriterien

Elektrofahrzeuge eignen sich aufgrund der heute noch begrenzten Reichweiten (durchschnittlich 350 km) insbesondere für Unternehmen, deren Fahrzeuge überwiegend im Stadtverkehr eingesetzt werden und somit Kurzstrecken fahren. Der Stadtverkehr mit zahlreichen Beschleunigungs- und Abbremsphasen eignet sich besonders für den Einsatz von Elektrofahrzeugen.

Regelmäßige Fahrprofile erleichtern die Planung der Ladevorgänge und ermöglichen eine gewisse Routine, die den Beschäftigten wiederum Vertrauen in die Technologie gibt. Ausreichend lange Standzeiten sind vorzuhalten, sodass die Fahrzeuge wieder einsatzbereit geladen werden können.

Die Nutzung von selbsterzeugtem Strom, der z. B. über eine Photovoltaik-Anlage gewonnen werden kann, ist zu empfehlen, um ökonomische und ökologische Ziele schneller zu erreichen.

Als Grund für die Notwendigkeit der Elektrifizierung von Fuhrparkfahrzeugen kann jedoch z. B. auch das Fahrziel gelten. In den nächsten Jahren drohen in vielen Städten Fahrverbote für Diesel-Fahrzeuge, später für alle Verbrennerfahrzeuge. Unternehmen, die z. B. Kundenfahrten in diese Städte unternehmen, sollten deshalb frühzeitig den Umstieg auf Elektrofahrzeuge prüfen.

¹³⁶ https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Schlaglichter/Konjunkturpaket/2020-06-03-eckpunktepapier.pdf?__blob=publicationFile

7.2.2 Wie kann bei der Fuhrparkelektrifizierung vorgegangen werden?

Welche Schritte nun konkret von den Fuhrparkverantwortlichen bei der Flottenelektrifizierung berücksichtigt werden müssen, wird für die Unternehmen nun im vorliegenden Kapitel dargestellt. Einen Überblick bietet Abbildung 58. Die Schritte werden nachfolgend auch genauer erläutert.



Abbildung 58: Vorgehen bei der Fuhrparkelektrifizierung

1. Lassen Sie sich zu aktuellen Fördermöglichkeiten beraten!

Bevor Sie ein Elektrofahrzeug beschaffen, sollten Sie sich über aktuelle Fördermöglichkeiten informieren.

Die Förderangebote von Bund und Land werden kontinuierlich erweitert und neue Aufrufe gestartet. Eine Übersicht zu aktuellen Fördermöglichkeiten von Elektrofahrzeugen und Ladeinfrastruktur erhalten Sie auf der Website der *Automotive Agentur Niedersachsen*:

<https://automotive.nds.de/foerderung/>

Häufig gibt es Voraussetzungen, die erfüllt werden müssen, um die maximale Fördersumme zu erhalten bzw. um grundsätzlich als Fördermittelempfänger berechtigt zu sein. Lassen Sie sich beraten, damit gewährleistet ist, dass Sie die Fördersumme auch erhalten.

2. Fuhrparkanalyse

Wenn Elektrofahrzeuge in die eigene Flotte integriert werden sollen, ist das Vorgehen anders als bei der Anschaffung von konventionellen Fahrzeugen!

Durch die begrenzte Reichweite und notwendige Ladeinfrastruktur stellen sich die Abläufe bei der Nutzung und Planung etwas anders dar. In einem ersten Schritt sollten Sie sich eine **Fahrzeugliste** mit relevanten Nutzungs- und Fahrzeugspezifika zusammenstellen. Dies erleichtert es später passende Elektrofahrzeuge zu finden. Elektrofahrzeuge mit Anhängerkupplung sind z. B. insbesondere in den unteren Preissegmenten aktuell nicht vertreten bzw. Anhängelasten sind nicht mit denen von Verbrennerfahrzeugen zu vergleichen. Ebenso selten vertreten sind Elektrofahrzeuge mit Allradantrieb. Die technischen Voraussetzungen von Elektrofahrzeugen sind hier jedoch grundsätzlich kein Hindernis, sodass sich der Markt auch dahin weiterentwickeln wird. Es sollte deshalb stets ein **aktueller Marktabgleich** erfolgen.

Informationen zum Emissionsstandard sowie zum Fahrzeugalter können bei der Entscheidung helfen, welche der Fahrzeuge in der Flotte zuerst ausgetauscht werden sollen.

Fahrzeugspezifisch sind die folgenden Informationen relevant:

- Fahrzeugmodell und Fahrzeugklasse,
- Zwei-Rad-Antrieb oder Allradantrieb,
- benötigte Anhängerlast,
- benötigte Zuladung (besonders bei Nutzfahrzeugen),
- besondere Ausstattungsmerkmale,
- Emissionsstandard und Fahrzeugalter.

Wichtig ist dabei zu vermerken, ob die erfassten Fahrzeuganforderungen zwingend erforderlich sind oder ob darauf verzichtet werden kann.

Zudem sind zur Bewertung Ihrer Fahrzeuge die folgenden nutzungsspezifischen Kennwerte relevant:

- Jahreslaufleistung,
- tägliche Gesamtfahrleistung im Kilometerraster,
- zurückgelegte Distanz des Fahrzeuges pro Weg,
- regelmäßiger Abstellort über Nacht und am Tag (z. B. Betriebsgelände, öffentlicher Parkplatz, bei Mitarbeitenden Zuhause etc.),
- Standzeiten,
- Einsatzzweck.

Nutzen Sie für die Erfassung der Kennwerte die **Fahrtenbücher** der Fahrzeuge. Sind keine Fahrtenbücher vorhanden, empfiehlt es sich, zum Zweck der Datenerfassung zumindest über einen Zeitraum von einem Monat eine Liste mit den gefahrenen Kilometern und Standzeiten zu führen. Eine einfache Strichliste, in der in Kilometerrastern abgestrichen wird, wie häufig eine Strecke am Tag gefahren wird, kann Ihnen bei der Einschätzung der Elektrifizierbarkeit der Fahrzeuge helfen. Die Kilometerraster sollten sich dabei an den marktüblichen Reichweiten von Elektrofahrzeugen orientieren.

Die regelmäßigen Fahrten gehen somit aus der monatlichen Erfassung hervor. Zusätzlich sollten unregelmäßige Fahrten ergänzt werden, um aufgrund der häufig über das Jahr saisonal schwankenden Fahrzeugnutzung ein möglichst vollständiges Bild über das Fahrprofil zu erhalten. Entscheidend dafür, ob ein Fahrzeug elektrifizierbar ist, sind die **gefahrenen Streckenlängen** sowie die **Nutzungszeiten**. Die gefahrenen Streckenlängen sollten die maximale Reichweite des Fahrzeuges nicht bzw. nur selten überschreiten.

Als Faustregel ist es vertretbar, wenn einmal im Monat eine Strecke zu absolvieren ist, welche die Reichweite des Elektrofahrzeugs überschreitet. Für diese längeren Strecken kann dann auf ein noch existierendes Verbrennerfahrzeug in der Flotte zurückgegriffen, der öffentliche Personenverkehr genutzt oder eine Zwischenladung an öffentlicher Ladeinfrastruktur eingeplant werden.

Die **Standzeiten** sind für die Ladevorgänge relevant, da sichergestellt werden muss, dass zwischen zwei Fahrten oder über Nacht ausreichend Zeit zum Aufladen des Elektrofahrzeuges bleibt. Ein Elektrofahrzeug mit einer Reichweite von 250 km benötigt ca. 5 h, um den leeren Akku mit 11 KW vollständig wieder aufzuladen.

Sofern Ihr Unternehmen einen größeren Fuhrpark unterhält (> 15 Fahrzeuge), empfiehlt sich eine **professionelle Fuhrparkanalyse** durch ein Beratungsunternehmen. Im Ergebnis erhalten Sie eine detaillierte Analyse des Optimierungs- und Elektrifizierungspotenzials basierend auf Ihren unternehmensspezifischen Voraussetzungen und den realen Fahrtenbuchdaten.

3. Welche Elektrofahrzeuge eignen sich für unser Unternehmen? - Fahrzeugkonfiguration

Bevor die Elektrofahrzeuge beschafft werden, muss entschieden werden, ob die Elektrofahrzeuge zusätzlich zu den Verbrennerfahrzeugen betrieben werden oder diese direkt ersetzen sollen. Bei einem direkten Austausch sollte darauf geachtet werden, dass keine finanziellen Nachteile durch einen vorzeitigen Verkauf entstehen. Bei Leasing- oder Mietfahrzeugen besteht gegebenenfalls die Möglichkeit, die Verträge entsprechend anzupassen.

Ob ein BEV oder ein PHEV angeschafft werden soll, ist von den Fahrprofilen und Einsatzzwecken abhängig. Der Vorteil von BEV ist der geringe Energieverbrauch und das hohe Potenzial zur Emissionssenkung. Insbesondere bei innerstädtischem Verkehr mit vielen Stop-and-go-Phasen kann das volle Potenzial entfaltet werden. BEV fahren lokal emissionsfrei und sind weitaus leiser und wartungsärmer als PHEV.¹³⁷ Jedoch sind die Reichweiten begrenzt und die Betankung der Fahrzeuge dauert entscheidend länger. PHEV eignen sich für Fahrprofile mit vielen Kurzstrecken bis 50 km und gelegentlichen Langstrecken, die länger sind als die marktüblichen Reichweiten der BEV. Dabei sollte der Anteil der elektrisch gefahrenen Streckenanteile bei ca. 70 % liegen. Sollte bei Langstreckenfahrten keine Zeit für Zwischenladungen zur Verfügung stehen, stellen Plug-in-Hybride eine echte Alternative dar. Problematisch ist hingegen, dass Plug-in-Hybride die Nachteile beider Antriebskonzepte in sich vereinen. So besteht weiterhin der hohe Wartungsaufwand des Verbrennungsmotors und die schwere Batterietechnik verschlechtert die Umweltbilanz bei nicht-elektrischen Fahrten.¹³⁸ Aus diesem Grund sollten primär BEV beschafft werden.

Weitere Informationen zu den Antriebstechnologien finden sie unter:

<https://www.pkw-label.de/alternative-antriebe>

Das entscheidende Kriterium bei der Prüfung, ob ein Elektrofahrzeug die zu fahrenden Strecken bewältigen kann, ist die Reichweite. Die Tabelle zeigt die gängigen Reichweiten der Fahrzeugklassen im Jahr 2020.

Fahrzeugklasse	Reichweite*	Beispiele
Kleinstwagen	195 km	VW e-Up, Seat-Mii electric
Kleinwagen	275 km	Renault Zoe, BMW i3
Kompaktwagen	350 km	VW ID3, Nissan Leaf
Mittelklasse	400 km	Tesla Model 3, Polestar 2
Oberklasse	400 km	Tesla Model S
Hochdachkombi	150 km	VW e-Caddy, Renault Kangoo ZE
Kleinbus	250 km	Nissan e-NV 200
Leichte Nutzfahrzeuge	100 km	VW e-Crafter, Mercedes e-Sprinter

** Die tatsächliche Reichweite hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie z. B. der gefahrenen Geschwindigkeit, dem Fahrverhalten sowie den Witterungs- und Fahrstreckenbedingungen. Die in der Tabelle angegebene Reichweite beschreibt die maximale Reichweite der Beispielfahrzeuge für den „Worst-Case“ im Winter bei aktivierter Klimaanlage im Stadtverkehr.*

Da in den kommenden Jahren Reichweitensteigerungen zu erwarten sind, sollten Sie sich in regelmäßig aktualisierten Datenbanken im Internet über aktuell verfügbare Elektrofahrzeuge informieren.

Eine Übersicht der gängigen Elektrofahrzeuge findet sich unter den folgenden Webseiten:

¹³⁷ <https://www.pkw-label.de/alternative-antriebe/elektrofahrzeuge-bevphevrevev>

¹³⁸ <https://www.autozeitung.de/hybrid-phev-elektroautos-bev-vorteile-nachteile-196028.html>

<https://ev-database.de>
<https://efahrer.chip.de/elektroautos>

Die Beladung des Fahrzeuges hat maßgeblichen Einfluss auf die Reichweite. Hohe Zuladungen zusätzlich zum Fahrgewicht können die Reichweite stark einschränken und müssen bei der Fahrzeugbeschaffung bedacht werden.

4. Ladeinfrastruktur

Der Markt für Ladeinfrastruktur ist in den vergangenen Jahren stetig gewachsen, sodass eine breite Auswahl an Wallboxen und Ladestationen zur Verfügung steht. Webseiten, wie <https://efahrer.chip.de/>, stellen aktuelle Testberichte und Kaufempfehlungen für Ladeinfrastruktur bereit.

Es ist wichtig, die **Kompatibilität** zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur zu prüfen, da Ladestecker und maximale Leistung von der Wallbox vorgegeben werden. Viele Hersteller bieten Komplettpakete mit passenden Ladesystemen an. In Europa hat sich der Typ 2-Stecker als Standard durchgesetzt. Weiterführende Informationen zu den verschiedenen Stecker-Variationen finden Sie unter: https://www.mobilityhouse.com/de_de/ratgeber/elektromobilitat-ladekabelarten-und-steckertypen

Um die Sicherheit zu gewährleisten, muss in jeder Wallbox ein Leitungsschutzschalter und ein Fehlerstrom-Schutzschalter zwingend enthalten sein. Je nach Anschlussleistung am Standort, kann das gleichzeitige Laden der Elektrofahrzeuge zu Kapazitätsengpässen führen. Dem kann durch ein **Lademanagement** entgegengewirkt werden. Voraussetzung dafür ist, dass die Wallbox mindestens das OCCP 1.6 Protokoll unterstützt. Als grobe Orientierung lässt sich festhalten, dass ein Lademanagement ab einer Fuhrparkgröße von ca. fünf Fahrzeugen sinnvoll ist, da hier die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Ladens steigt. Je nach Anschlussleistung des Betriebes kann es jedoch auch vorher notwendig sein, die Leistung an den Wallboxen zu begrenzen, um teure Lastspitzen zu vermeiden. Die Prüfung der Anschlussleistung und benötigten Leistung erfolgt gemeinsam mit den Stadtwerken Emden.

Bei **Dienstwagen mit privater Nutzung** muss auch an die Installation der Ladeinfrastruktur bei den Mitarbeitenden zu Hause gedacht werden. Der Gesetzgeber ermöglicht hier eine pauschale Abrechnung oder das Ablesen eines Stromzählers für die Berechnung beim Arbeitgeber.

Für das Laden an **öffentlicher Ladeinfrastruktur** besteht die Möglichkeit des sogenannten Ad-Hoc-Ladens. Sie können direkt an der Ladesäule den geladenen Strom per Kreditkarte oder mit ähnlichen Zahlungsmethoden bezahlen. Beim Ad-Hoc-Laden sind die Tarife meist teurer im Vergleich zu Ladekarten-Anbietern, welche es Ihnen ermöglichen über eine Rechnung an Ladesäulen von unterschiedlichen Betreibern zu laden.

Ladekarten, die es von verschiedenen Anbietern gibt und an Ladesäulen von unterschiedlichen Betreibern genutzt werden können, bieten die Möglichkeit, je nach Nutzungsintensität günstigere Ladetarife zu erhalten. Es ist darauf zu achten, einen Ladekartenanbieter zu wählen, der die Ladestationen im Aktionsraum der Fuhrparkfahrzeuge beinhaltet.

Möchten Sie **Lademöglichkeiten auch für Ihre Kunden** anbieten, können Sie als Unternehmen auf Ihrem Gelände eine Ladelösung errichten und Strom gegen eine Nutzerpauschale oder gratis als Serviceleistung bereitstellen.

Alternativ ist es auch möglich, dass Externe (wie Kunden, Beschäftigte, andere Personengruppen) mit einer eigenen Ladekarte, die direkt vom Energieversorger vergeben wird, an der Lademöglichkeit ihr Fahrzeug laden. Die Kunden erhalten dann monatlich eine Abrechnung über die verbrauchte Strommenge. Diese erscheint bilanziell dann nicht auf Ihrer Rechnung, sodass sie keinen finanziellen Nachteil durch die Nutzung der LIS von Externen haben. Die Stadtwerke bieten sogar die Möglichkeit, dass Sie über ein Provisionsmodell von der Erhöhung der Stromabsatzmengen

profitieren und sich dadurch über einen gewissen Zeitraum Ihre Investitionskosten sogar verringern bzw. schneller amortisieren.

Informieren Sie sich auch hier zu Fördermöglichkeiten. Nehmen Sie Kontakt mit Ihrem lokalen Energieversorger, den Stadtwerken Emden, auf und besprechen Sie die Details. Die Stadtwerke können die Wartung und Abrechnung im Hintergrund z.B. über den Ladeverbund abwickeln und bringen das technische Know-how mit. Sie als Unternehmer schließen einen Vertrag mit dem Energieversorger, der den Betrieb übernimmt.

5. Beschaffung

Bei der Beschaffung von Elektrofahrzeugen und Ladeinfrastruktur sollten die Lieferzeiten beachtet werden, die bei manchen Herstellern bis zu zwölf Monate betragen können.¹³⁹

Es existieren verschiedene Modelle zur Beschaffung von Elektrofahrzeugen. Dabei werden Fahrzeug und Batterie getrennt voneinander betrachtet. Die Wahl des Beschaffungsmodells hat auf die finanzielle Förderung keinen Einfluss. Folgende Optionen stehen zur Auswahl:

- Fahrzeugkauf und Batteriekauf,
- Fahrzeugkauf und Batteriemiete,
- Fahrzeugleasing und Batterieleasing.

Fahrzeugkauf und Batteriekauf

In diesem Modell werden Fahrzeug und Batterie gemeinsam erworben. Entscheidend ist hierbei die Garantie der gekauften Batterie. BMW hat eine Gewährleistungsfrist von acht Jahren bei einer maximalen Laufleistung von 160 000 km.¹⁴⁰ Auch VW garantiert, dass die Batterien der ID.3-Familie nach 160 000 km noch über 70 % ihrer nutzbaren Kapazität verfügen.¹⁴¹ Zudem übernimmt der Hersteller i. d. R. keine eigenverschuldeten Schäden an der Batterie und der Besitzer trägt das komplette Restwertrisiko am Ende des Nutzungszeitraumes.

Eine Marktanalyse der ING-Bank kommt zu dem Entschluss, dass es für Elektrofahrzeuge möglich ist, den Großteil ihres ursprünglichen Wertes zu behalten und dass sich die Restwertentwicklung von Elektroautos weiterhin auf dem Niveau von vergleichbaren Verbrenner-Modellen bewegen wird.¹⁴²

Fahrzeugkauf und Batteriemiete

Dieses Modell ist weniger flexibel, da der Fahrzeughalter durch die Batteriemiete vertraglich gebunden ist. Dies ist beim Verkauf des Fahrzeuges hinderlich, da der Batteriemietvertrag dem neuen Käufer überschrieben werden muss. Dafür ist der Fahrzeughalter in den meisten Fällen abgesichert, indem eine Mindestkapazität von 80 % auf die Batterie gewährt wird und sich somit das Risiko bezüglich der Batterielebensdauer reduziert. Dies wirkt sich auch positiv auf den Restwert des Fahrzeuges aus. Dennoch besteht auch bei diesem Modell Unsicherheit hinsichtlich der Restwertentwicklung. Höhere Laufleistungen führen i. d. R. zu höheren Mietgebühren.

Fahrzeugleasing und Batterieleasing

In diesem Modell werden Fahrzeug und Batterie für eine meist monatlich zu zahlende Leasingrate für einen begrenzten Zeitraum überlassen. Das Fahrzeug und die Batterie gehen nicht in das Eigentum des Fahrzeughalters über. Das Risiko der Batteriegarantie entfällt und das Fahrzeug kann

¹³⁹ <https://www.carwow.de/ratgeber/elektroauto/lieferzeiten-elektroautos>

¹⁴⁰ <https://www.electrive.net/2020/01/03/bmw-uebernimmt-garantie-auf-i3-akku-fuer-160-000-km/>

¹⁴¹ <https://www.electrive.net/2019/06/17/vw-gibt-acht-jahre-garantie-auf-die-batterie-des-id-3/>

¹⁴² <https://www.ing.de/binaries/content/assets/pdf/ueber-uns/presse/carsten-brzeskis-blog/2019/ing-economic-analysis-elektro-auto-bilanz.pdf>

zu planbaren Kosten über einen definierten Zeitraum genutzt werden. Da die Zeiträume des Leasings generell kurz sind, kann der Leasingnehmer stets aktuelle und innovative Fahrzeuge nutzen. Zu Beginn des Leasings fallen im Vergleich zum Kauf eher geringe Kosten an. Jedoch stehen durch den Leasing-Vertrag höhere Betriebskosten zu Buche. Dabei kann sich der Leasingnehmer zwischen einem Restwertleasing und einem Kilometerleasing entscheiden. Die gängigste Form ist dabei das Kilometerleasing, bei dem die Leasingrate abhängig von der monatlichen Laufleistung ist. Im Vertrag wird eine voraussichtliche Jahreslaufleistung festgelegt. Je höher die Laufleistung, desto höher die Rate. Wird die Rate über- bzw. unterschritten, müssen Leasingnehmende entsprechend nachzahlen bzw. bekommen einen Teil der Rate erstattet.¹⁴³

Weiterführende Informationen finden Sie unter: <https://www.leasingmarkt.de/ratgeber/restwert-leasing-oder-kilometerleasing-vergleich>

Um den Umweltbonus des Bundes zu erhalten, geht der Leasingnehmer mit einer Sonderzuzahlung in Höhe des Umweltbonus in Vorleistung. Die Sonderzuzahlung wirkt sich auf die monatliche Leasingrate aus, die entsprechend niedriger ausfällt. Ist das Auto auf den Leasingnehmer zugelassen, kann er den Umweltbonus beantragen und erhält nach erfolgreicher Prüfung die Kosten für die Sonderzuzahlung zurück.¹⁴⁴

Weitere Informationen finden Sie unter: <https://www.leasingmarkt.de/ratgeber/umweltbonus>

6. Umsetzung der Elektrifizierung

Die Elektrifizierung des Fuhrparks sollte in Stufen erfolgen. Beginnen Sie mit wenigen Fahrzeugen und steigern Sie den Elektrifizierungsgrad mit zunehmender Akzeptanz und Erfahrung der Mitarbeitenden. Starten Sie mit einem Fahrzeug aus ihrem Fahrzeugpool bzw. ersetzen Sie ein Fahrzeug, auf das mehrere Mitarbeitende Zugriff haben.

Mit Auslieferung des Elektrofahrzeugs sollte die Ladeinfrastruktur bereits installiert sein. Planen Sie je Elektrofahrzeug einen eigenen Ladepunkt ein. Dabei kann eine Wallbox bis zu zwei Ladepunkte haben. Je nach Nutzung der Fahrzeuge kann zunächst sogar auch ein Ladepunkt für mehrere Fahrzeuge ausreichend sein, wenn die Fahrzeuge aufgrund geringer Fahrleistung nicht täglich geladen werden müssen.

Bei größeren Fuhrparks und Fahrzeugpools ist die Nutzung einer Buchungs- und Verwaltungssoftware zu empfehlen.

Den Mitarbeitenden sollten in einer Schulung die Besonderheiten bei der Nutzung der Elektrofahrzeuge nahegebracht werden. Diese steigert die Akzeptanz und mindert Vorbehalte und Hemmnisse.

Neben der Betrachtung des reinen Fuhrparks sollte auch die Gesamtmobilität betrachtet werden. So können kurze Fahrten bis 10 km (Hin- und Rückweg) beispielsweise auch mit einem Pedelec oder dem ÖPNV absolviert werden. Dadurch können sich auch Einsparpotenziale im Fuhrpark ergeben und Kosten eingespart werden.

¹⁴³ <https://www.leasingmarkt.de/ratgeber/restwertleasing-oder-kilometerleasing-vergleich>

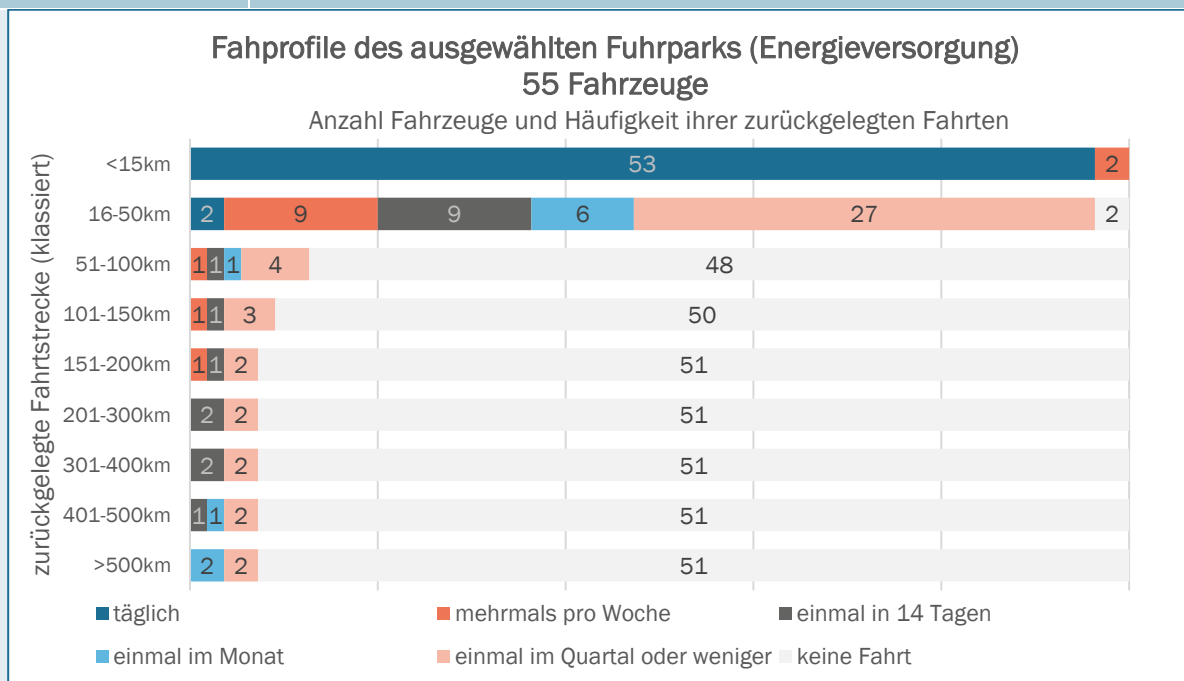
¹⁴⁴ <https://www.autobild.de/artikel/leasing-elektroauto-16761449.html>

7.2.3 Welche Beispiele in Emden dienen als Inspiration?

Zahlreiche Unternehmen setzen heute bereits erfolgreich Elektrofahrzeuge in ihrem Fuhrpark ein. Dabei kann es sich um Pkw, LNFZ, Lkw, Pedelecs oder andere Kleinfahrzeuge handeln. Genutzt werden sowohl reine Elektrofahrzeuge als auch Plug-in-Hybride.

Auf Basis der Potentialanalyse wird nachfolgend anonymisiert dargestellt, welche Handlungsmöglichkeiten die untersuchten Unternehmen nun konkret haben, um ihre Flotte zu elektrifizieren.

Branche	Energieversorgung
Status Quo	• 55 Fahrzeuge im Fuhrpark betrachtet ○ Kleinst-/ Klein-/ Kompaktwagen: 13 ○ Pick-Up/ SUV: 2 ○ Hochdachkombi/ Van: 22 ○ Transporter/ leichte Nutzfahrzeuge: 18 ○ Ø 8.500 km pro Jahr / Fahrzeug • Alle Fahrzeuge werden auf innerbetrieblichen Stellplätzen abgestellt • Bereits 5 vollelektrische Fahrzeuge in täglicher Nutzung ○ 3 Kleinst-, 1 Kompaktwagen und 1 Hochdachkombi, ○ 2 weitere Elektrofahrzeuge für 2021 bestellt ○ 8 Ladepunkte nutzbar
Herausforderung	• Teilweise hohe Anhängelasten • Bereitschaftsdienst
Datengrundlage	• Spezifische Fahrzeugdaten (wie Fahrzeugtyp, Antriebsart, Ein-/Aufbauten, Abstellort usw.) • Fahrprofil pro Fahrzeug (Kilometerraster, Jahreslaufleistung, maximale Fahrleistung & Ø Anzahl Fahrten pro Tag)



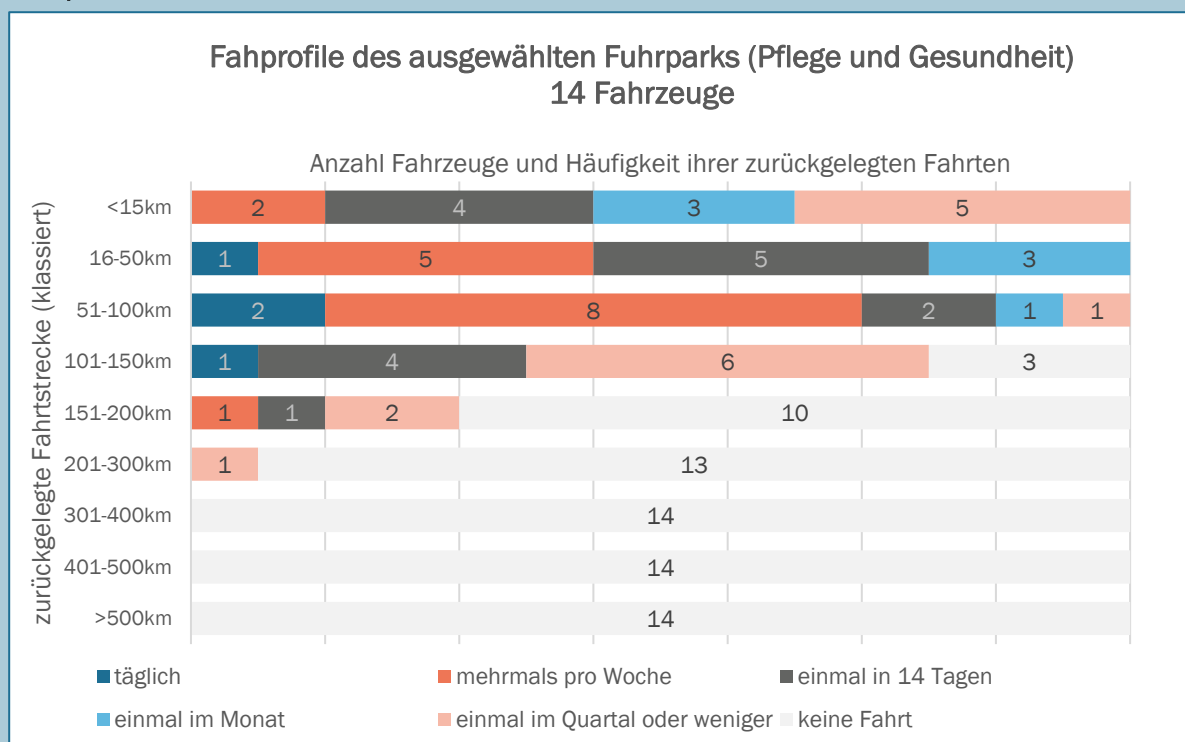
Lesehilfe:

51 Fahrzeuge fahren nie eine Strecke zwischen 201 und 300 km, 2 einmal in 14 Tagen und 2 maximal einmal im Quartal. Eine Strecke zwischen 301 und 400 km legen ebenfalls nur 2 Fahrzeuge einmal in 14 Tagen und 2 Fahrzeuge maximal einmal im Quartal zurück. Diese 4 Fahrzeuge müssen nicht dieselben Fahrzeuge sein, wie bei Strecken zwischen 201 und 300 km.

Elektrifizierungspotential (Ergebnis)	• 46 von 55 Fahrzeugen sind für eine Ersetzung mit elektrischem Antrieb geeignet • 44 Fahrzeuge eignen sich für eine Ersetzung als vollelektrisches Fahrzeug • 2 Pick-Up/ SUV eignen sich für eine Ersetzung als teilelektrisches Fahrzeug (Plug-In-Hybrid) • 9 Fahrzeuge für Elektrifizierung ungeeignet ○ 2 Fahrzeuge für Langstrecken ○ 2 Nutzfahrzeuge mit Anhängelast 2,0t ○ 5 Nutzfahrzeuge mit Anhängelast 3,0t
Handlungsempfehlung Elektrifizierung 	• Stufenweise Elektrifizierung (analog zu jeweiliger Haltedauer) und Einführung von einem Testfahrzeug bei Nutzfahrzeugen • Schulung von Mitarbeitenden oder Abteilungen, welche bislang keine Erfahrungen mit BEV gesammelt haben ○ Intern gesammelte Erfahrungen nutzen ○ Elektroantrieb „erfahren“ ○ Ziel: Abbau von Vorbehalten, Erproben von • Nutzung von Fördermöglichkeiten, Sammelbestellungen und Angeboten (bspw. von Fahrzeugherstellern) zur Kostenreduktion • Mit zunehmender Erfahrung im Umgang mit Elektrofahrzeugen (beispielsweise bei erneuter vollelektrischer Ersetzung) auf bedarfsgerechte Dimensionierung der Batterie achten (tatsächlich notwendige Reichweite)
Handlungsempfehlung Ladeinfrastruktur 	• Bei Ertüchtigung Kostendegression nutzen (gleichzeitiger Ausbau mehrerer Ladepunkte) • 1:1 Verteilung beachten (je Fahrzeug einen Ladepunkt) ○ Einsatzbereitschaft der BEV muss stets gewährleistet sein ○ Geringer Anzahl Ladepunkte nur durch detaillierte Analysen (Datengrundlage Fahrtenbuch) berechenbar • Ausbau von eigener Ladeinfrastruktur ○ Analog zu Elektrofahrzeug ○ 3,7kW Ladeleistung für Betrieb ausreichend, Ausbau von 11 kW mindestens vorbereiten (zukunftsicher) ○ Ladelastrmanagement zwingend nutzen • Nutzung von Fördermöglichkeiten • Perspektivisch: Mitarbeitenden und Gästen vermehrt Lademöglichkeiten am eigenen Standort anbieten

Branche	Pflege und Gesundheit
Status Quo	14 Fahrzeuge für ambulante Pflege betrachtet - Kleinstwagen: 6 - Kleinwagen: 8 - Ø 16.500 km pro Jahr/ Fahrzeug - Teilweise nutzen 2 Mitarbeitende ein Fahrzeug (eigenverantwortliche Übergabe) - Fahrzeuge werden im öffentlichen Parkraum abgestellt und Mitarbeitenden auch nach Dienstschluss zur Nutzung überlassen Mittel-/ Langfristig zentraler Abstellort in der Nähe des Standortes möglich (Lademöglichkeit & Effizienzgedanke)
Datengrundlage	- Spezifische Fahrzeugdaten (wie Fahrzeugtyp, Antriebsart, Ein-/Aufbauten, Abstellort usw.) - Digitale Fahrtenbücher (6 Monate) - Fahrten werden zu „Tageskilometer“ zusammengefasst → Laden generell außerhalb der Arbeitszeit

Fahrprofil

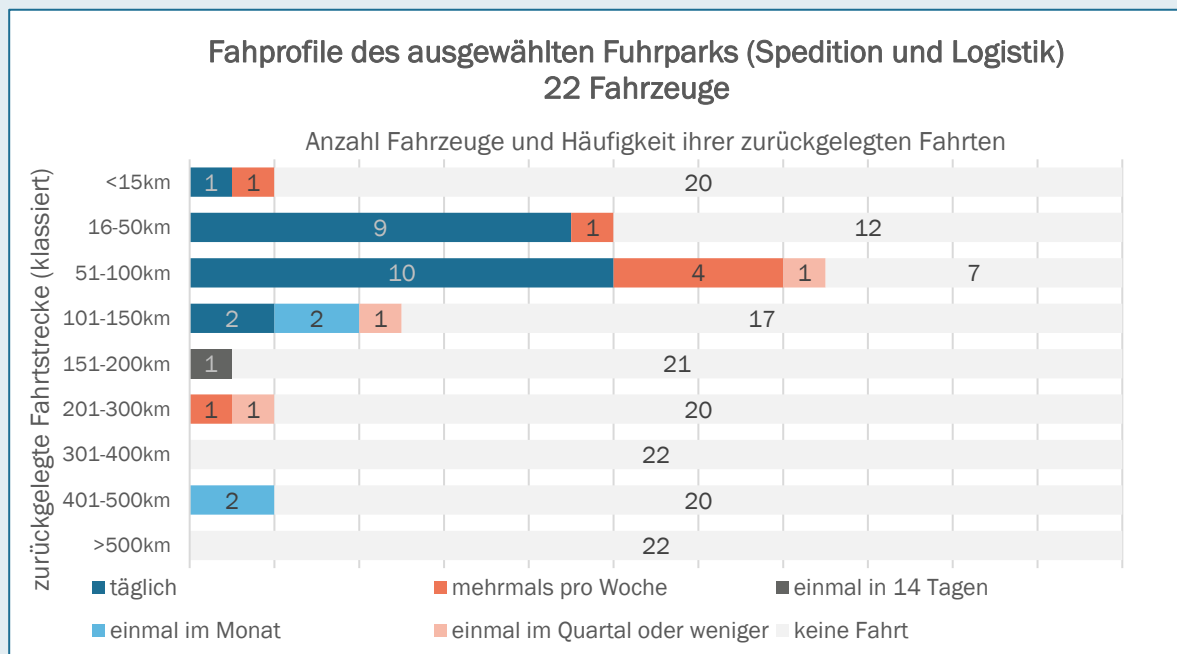
Lesehilfe:

10 Fahrzeuge fahren nie eine Strecke zwischen 151 und 200 km, 1 mehrmals pro Woche, 1 einmal in 14 Tagen und 2 maximal einmal im Quartal.

Eine Strecke zwischen 201 und 300 km legt nur ein Fahrzeug maximal einmal im Quartal zurück. Dieses Fahrzeug muss nicht eines der Fahrzeuge sein, wie bei Strecken zwischen 151 und 200 km.

Elektrifizierungspotential (Ergebnis)	• 8 von 14 Fahrzeugen sind aufgrund ihrer Fahrprofile für eine Ersetzung mit elektrischem Antrieb geeignet • 10 Fahrzeuge sind <u>potentiell</u> für eine Ersetzung als vollelektrisches Fahrzeug geeignet (Fahrtstrecken kleiner als vollelektrische Reichweite) ○ 8 Fahrzeuge entsprechen einem für E-Fahrzeuge passendem Fahrprofil und öffentlicher LIS (22 kW) im Umfeld (max. 4 km) → geeignet für Elektrifizierung ○ 2 Fahrzeuge entsprechen einem für E-Fahrzeuge passendem Fahrprofil aber <u>ohne öffentlicher LIS</u> im direkten Umfeld (nächste LIS in 7 km Entfernung) identifiziert → aktuell ungeeignet für Elektrifizierung • 4 Fahrzeuge mit längeren Fahrten (kein passendes Fahrprofil) → ungeeignet für Elektrifizierung
Handlungsempfehlung Elektrifizierung 	• Schrittweise Elektrifizierung der Flotte ○ Testfahrzeug am Standort (für alle Mitarbeitenden nutz- bzw. ausleihbar zum Sammeln von Erfahrungen) ○ Unter Berücksichtigung der Lademöglichkeiten vor Ort ○ Beteiligung von Mitarbeitenden • Schulung der Mitarbeitenden (Abbau von Vorbehalten, bspw. durch gesammelte Erfahrungen mit Testfahrzeug) ○ Ladevorgang ○ Reichweitenangst • Nutzung von Fördermöglichkeiten z.B. „Sozial & Mobil“, BAFA-Förderung etc. (Kostenreduktion) • Mit zunehmender Erfahrung im Umgang mit Elektrofahrzeugen (beispielsweise bei erneuter vollelektrischen Ersetzung) auf bedarfsgerechte Dimensionierung der Batterie achten (tatsächlich notwendige Reichweite)
Handlungsempfehlung Ladeinfrastruktur 	• Nutzung von öffentlicher Ladeinfrastruktur ○ Ladekarte der „Stadtwerke Emden“ nutzen (>70% nahegelegener Ladestationen nutzbar) • Ausbau von Ladeinfrastruktur am Standort ○ Ansprache Flächeneigentümer ○ Ansprache Stadtwerke für Beratung und Aufbau ○ Nutzung von Fördermöglichkeiten ○ Bei Ertüchtigung Kostendegression nutzen (sofern mehrere Ladepunkte aufgebaut werden, sollen diese gleichzeitig Ausgebaut werden; ggf. Zusammenschluss mit nahegelegenen Unternehmen) ○ 1:1 Verteilung beachten (je Fahrzeug einen Ladepunkt) ○ 3,7kW Ladeleistung für Betrieb derzeit ausreichend, Ausbau von 11 kW mindestens vorbereiten (zukunftssicher) • Option auf Ladelastrmanagement (ab 6 Ladepunkten)

Branche	Spedition und Logistik
Status Quo	22 Fahrzeuge an 3 Standorten betrachtet - Klein- und Kompaktwagen: 7 - Mittelklassewagen: 8 - SUV: 6 - Oberklassewagen: 1 - Ø 22.800 km pro Jahr / Fahrzeug - Alle Fahrzeuge werden auf innerbetrieblichen Stellplätzen abgestellt >85% der Fahrzeuge werden als Dienstwagen für Einzelpersonen genutzt - Bereits Aufbau von Ladesäulen an den Standorten geplant (ca. 1 Fahrzeug pro Ladepunkt)
Herausforderung	Dienstreisen/ Langstrecken
Datengrundlage	- Spezifische Fahrzeugdaten (wie Fahrzeugtyp, Antriebsart, Ein-/Aufbauten, Abstellort usw.) - Fahrprofil pro Fahrzeug (Kilometerraster, Jahreslaufleistung, maximale Fahrleistung & Ø Anzahl Fahrten pro Tag)

Fahrprofil**Lesehilfe:**

20 Fahrzeuge fahren nie Strecken zwischen 401 und 500 km, 2 einmal im Monat. Eine Strecke zwischen 201 und 300 km legen ebenfalls nur 2 Fahrzeuge zurück, davon 1 mehrmals pro Woche und 1 maximal einmal im Quartal. Diese beiden Fahrzeuge müssen nicht dieselben Fahrzeuge sein, wie bei Strecken zwischen 401 und 500 km.

Elektrifizierungspotential (Ergebnis) Detaillierergebnisse	19 von 22 Fahrzeugen sind für eine Ersetzung mit elektrischem Antrieb geeignet 19 Fahrzeuge eignen sich für eine Ersetzung als vollelektrisches Fahrzeug 6 von 7 Klein- und Kompaktwagen 6 von 8 Mittelklassewagen 6 von 6 SUV 1 von 1 Oberklassewagen → bis auf einen Kompakt- und einen Oberklassewagen sind vollelektrische Reichweiten von 150 km ausreichend (abbildbar durch nahezu jedes aktuelle Elektrofahrzeug) 4 Fahrzeuge für Elektrifizierung ungeeignet (längere Fahrten)
---	--

Handlungsempfehlung Elektrifizierung

- **Schrittweise Elektrifizierung der Flotte**
 - Testfahrzeug pro Standort
 - Ersetzung analog geplanter Haltedauer
 - Beteiligung von Mitarbeitenden
- **Schulung bzw. Motivation der Mitarbeitenden** (Abbau von Vorbehalten/ Sammeln von Erfahrungen, Interner Austausch)
 - Ladevorgang
 - Reichweitenangst
- Nutzung von Fördermöglichkeiten und ggf. **Steuererleichterungen bei Dienstwagen** (für die Arbeitnehmer*innen)
- Mit zunehmender Erfahrung im Umgang mit Elektrofahrzeugen (beispielsweise bei erneuter vollelektrischen Ersetzung) auf **bedarfsgerechte Dimensionierung der Batterie** achten (tatsächlich notwendige Reichweite)

Handlungsempfehlung Ladeinfrastruktur

- **Ausbau von Ladeinfrastruktur an allen Standorten**
 - Nutzung von Fördermöglichkeiten
 - Bei Ertüchtigung Kostendegression nutzen (gleichzeitiger Ausbau mehrerer Ladepunkte)
 - 1:1 Verteilung beachten (je Fahrzeug einen Ladepunkt)
 - 3,7kW Ladeleistung derzeit ausreichend, 11 kW zukunftsicher
 - Option auf Ladelastrmanagement (ab 6 Ladepunkte pro Standort)
 - Mitarbeitende und Geschäftskunden berücksichtigen
- **Ergänzend: Nutzung von öffentlicher Ladeinfrastruktur**
 - Ladekarte der „Stadtwerke Emden“ nutzen (>70% nahegelegener Ladestationen nutzbar)

8 Ladeinfrastruktur in Emden

Kernaussagen:

- Aufgrund der Leasing- und Kaufangebote sowie dem geplanten großflächigen LIS-Ausbau am VW-Standort wird der Markthochlauf in Emden und in der Region Ostfriesland schneller steigen als im restlichen Bundesgebiet.
- In Szenario II werden im Jahr 2030 1 760 private und 662 öffentliche Ladevorgänge pro Tag in Emden prognostiziert. Es bedarf dafür ca. 237 öffentlich zugängliche AC- Ladepunkte und ca. 15 DC-Ladepunkte (vgl. hierzu Kapitel 8.3).
- Der Ausbau von LIS sollte dort gefördert werden, wo eine Grundauslastung gegeben ist und Nutzer*innen für ihre alltäglichen Wege parken. Daher sollten insbesondere an Einkaufs- und Freizeiteinrichtungen potenzielle Akteure und Investoren für LIS aktiviert und beraten werden.
- Um auch Privatpersonen für die Anschaffung und Nutzung von LIS zu sensibilisieren und die Elektromobilität weiter zu fördern, sollten diese ebenfalls umfassend beraten werden. Dafür sind Stadtwerke Emden Erstansprechpartner, wenn es um Produkte und Dienstleistungen sowie um Verknüpfungen mit Speicherlösungen und PV-Anlagen geht.
- Wohnungswirtschaft und Unternehmen sollen mit Fördermaßnahmen unterstützt werden, um den Bürger*innen und Arbeitnehmer*innen eine Grundsicherheit durch Lademöglichkeiten zu Hause bzw. am Arbeitsplatz zu bieten.
- Bei Neubauprojekten sollten die Vorgaben des Gebäudeelektromobilitätsinfrastrukturgesetzes berücksichtigt werden. In den neu geplanten Quartieren am Conrebbersweg sowie am Ültje Gelände besteht Ladebedarf durch Anwohner, so dass mindestens 5 % der Anwohnerstellplätze mit Wallboxen ausgestattet werden sollten.
- Einheitliche bzw. untereinander kompatible Zahlungsmethoden fördern die Barrierefreiheit sowie die Transparenz von Ladevorgängen und sind daher bei der Errichtung von Lademöglichkeiten zu forcieren.
- Aufgrund der hohen Anzahl an Ein- und Zweifamilienhäusern in Emden haben viele Bewohner*innen die Möglichkeit, zu Hause zu laden. Daher sollten die Kosten für den Strom an öffentlichen Ladestationen nicht verhältnismäßig stark oberhalb der hauseigenen Stromtarife liegen.
- Bewohner*innen ohne eigenen Stellplatz sollte eine wohnortnahe Ladelösung bereitgestellt werden. Betrifft dies Quartiere, die für einen wirtschaftlichen Betrieb nicht optimal sind, soll der Ausbau von der Stadt finanziell mitgetragen werden.
- Bewohner*innen sollten die Möglichkeit bekommen, Standortwünsche zu melden. Eine Ausweitung dieser Meldemöglichkeit kann auch für Flächeneigentümer greifen, die ihre Flächen für öffentlich zugängliche LIS bereitstellen möchten.

Wie bereits im Masterplan 100 % Klimaschutz für Emden festgehalten wurde, soll der Ladeinfrastrukturausbau in Emden vorangetrieben werden, um die Elektromobilität langfristig im Stadtgebiet zu verankern und die Mobilität nachhaltiger zu gestalten. Emden hat unter anderem durch den VW-Standort großes Potential eine Vorreiterrolle einzunehmen. Durch die Zusammenarbeit mit VW konnten im Rahmen des Projektes Impulse einer Modellregion Ostfriesland angestoßen werden. Dies wird im Kapitel 8.5 dargelegt. Die Methodik der Ladeinfrastrukturprognose mittels des genutzten Prognosemodells GISELIS kann dem Anhang 12.4 entnommen werden.

8.1 Aktuelle Situation der Elektromobilität in der Stadt Emden

Zu Beginn des Jahres 2020 waren laut Kraftfahrtbundesamt (KBA) 24 613 Pkw in der Stadt Emden zugelassen (davon 92 % private und 8 % gewerbliche Halter). Da die Kauf- und Leasingangebote für VW-Mitarbeiter*innen auf große Akzeptanz stoßen, ist der tatsächliche (E-) Pkw-Bestand deutlich größer. Diese Fahrzeuge sind zwar in Wolfsburg und nicht in Emden zugelassen, fahren jedoch im Emder Stadtgebiet, so dass von einem tatsächlichen Pkw-Bestand von ca. 26 589 ausgegangen werden kann. Davon waren im Jahr 2020 227 elektrifizierte Pkw (E-Pkw), was einem E-Pkw-Anteil von 0,85 % entspricht. Damit liegt Emden heute schon deutlich über den bundesweiten Durchschnitt, der im Jahr 2020 bei 0,5 % lag.

Dies entspricht einem Motorisierungsgrad von 533 Pkw pro 1 000 Einwohner*innen (der Bundesdurchschnitt beträgt 573 Pkw pro 1 000 Einwohner*innen).

In der Stadt Emden befinden sich derzeit (Stand 01/2021) 24 Ladestationen mit 57 Normalladepunkten und acht Schnellladepunkten.

Auf einen Ladepunkt kommen demnach vier E-Pkw, was unter dem bundesweiten Durchschnitt von fünf E-Pkw liegt. Basierend auf einer Routing-Analyse wurde die mittlere Distanz zur nächsten Ladestation berechnet, welche bei 1,46 km und damit unter dem bundesweiten Durchschnitt von 4,6 km liegt (vgl. Abbildung 59). Da die Erreichbarkeit von Lademöglichkeiten für Besucher*innen und Bewohner*innen heute schon so gering ist, bewirkt ein weiterer LIS-Ausbau bzw. die Nachverdichtung von Standorten eine höhere Sichtbarmachung und attraktive Positionierung der elektromobilen Angebote im Stadtgebiet.

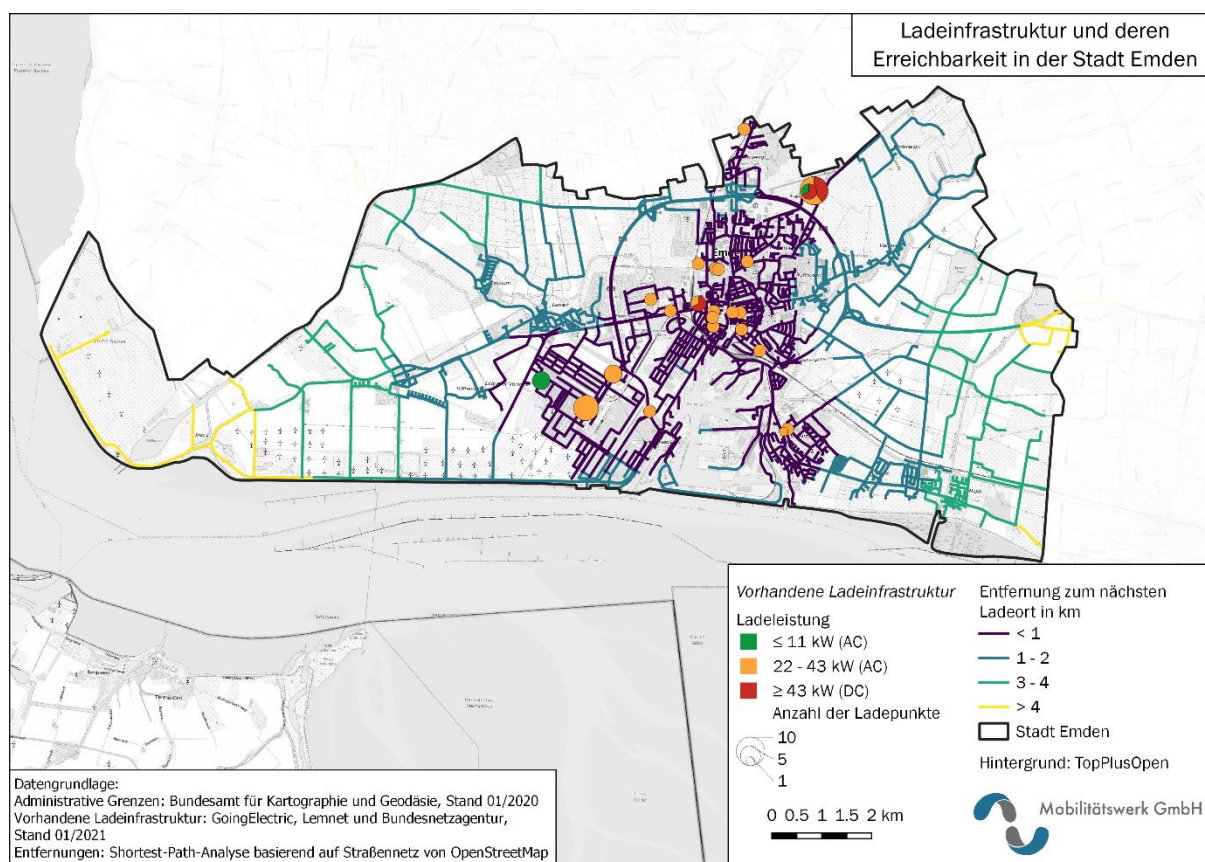


Abbildung 59: Ladeinfrastruktur und deren Erreichbarkeit in der Stadt Emden

Es befinden sich noch keine H₂-Tankstellen, jedoch eine Erdgastankstelle im Stadtgebiet. Der Ausbau von H₂-Tankstellen aus grünem Wasserstoff ist zeitnah geplant (vgl. Kapitel 8).

Die nachfolgende Tabelle 16 ordnet Kennwerte zur Elektromobilität in der Stadt Emden in einen landes- und bundesweiten Vergleich ein. Die Anzahl zugelassener E-Pkw liegt in der Stadt Emden deutlich über dem landes- und über dem bundesweiten Schnitt. Die Anzahl an Ladestationen pro 1 000 Einwohner*innen ebenso. Hinsichtlich der mittleren Distanz zur nächsten Ladestation weist Emden eine deutlich geringere Entfernung gegenüber Land und Bund auf. Der hohe Anteil von Einfamilienhäusern über dem bundesweiten Schnitt liefert einen relevanten Indikator zur potentiellen Verfügbarkeit privater Ladepunkte in Form von Wallboxen am heimischen Carport. Damit einher geht die Möglichkeit der Installation privater LIS, was insbesondere im Markthochlauf bei noch geringem LIS-Anteil im (halb-)öffentlichen Raum eine attraktive Voraussetzung für die Elektromobilität darstellt. In Kombination mit PV-Anlagen und der aktuellen KfW-Förderung für private Ladelösungen ergibt sich für Privatpersonen eine hohe Attraktivität in der Nutzung eines E-Pkw.

Tabelle 16: Vergleich der Kennzahlen zur Elektromobilität

	Stadt Emden	Niedersachsen	Deutschland	Kommunen des Typs Mittel- stadt
E-Pkw-Anteil in % (Stand 01/2020)	0,85	0,43	0,5	0,46
Mittlere Distanz zur nächsten Ladestation in Kilometer	1,46	4,45	4,57	2,03
Ladestation pro 1 000 Einwohner*innen	0,44	0,28	0,28	0,88
E-Pkw pro Ladepunkt	3,98	4,01	4,62	4,11
LIS pro 100 Kilometer Straße	5,50	2,37	3,24	4,35
Einfamilienhausanteil in %	53,12	58,07	44,84	45,36

8.2 Methodik

Die detaillierte Beschreibung des Modells GISelIS ist dem Anhang 12.4 zu entnehmen. Nachstehend sind die Annahmen zu den Szenarien und den zu berücksichtigenden Ladeleistungen abgebildet.

8.2.1 Grundlegende Informationen zu LIS

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

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

Neben der verfügbaren Ladeleistung am Ladepunkt ist ebenfalls relevant, welche Leistung auf Seiten des Fahrzeuges unterstützt wird. Fahrzeuge, die nur einphasig bis 4,6 kW laden können, laden auch an einem Ladepunkt mit 22 kW verfügbarer Ladeleistung nicht mit mehr als 4,6 kW.

Die Entwicklung auf dem Automobilmarkt zeigt, dass die Ladeleistungen vieler E-Pkw-Modelle kleiner sind, da dadurch auch die Batteriegrößen und das Gewicht der Fahrzeuge geringer sind. Mit einem kleineren Gewicht und geringeren Ladeleistungen können die Fahrzeugpreise für E-Pkw dementsprechend auch niedriger gestaltet werden (vgl. Abbildung 60). Insbesondere im Klein- bis Mittelklassensegment gehen die Ladeleistungen zurück. Diese befinden sich bei ca. 7,4 kW. Die Notwendigkeit von beschleunigten Ladeleistungen im Bereich zwischen 22 und 50 kW nimmt somit ab.

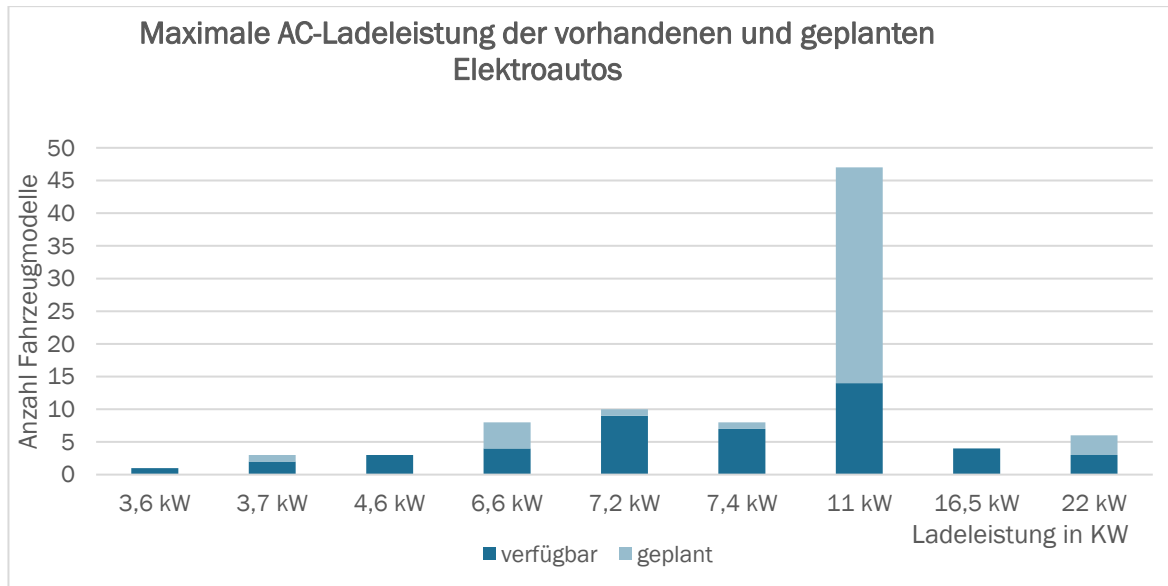


Abbildung 60: Maximale AC-Ladeleistung der marktverfügbaren und angekündigten E-Pkw

Notwendige Ladeleistung/-geschwindigkeit und Ausstattung von LIS

- Befindet sich diese LIS an einem Ort, an dem Aufenthaltsdauern von mehreren Stunden oder länger üblich sind (z. B. Restaurants, Freizeiteinrichtungen, Übernachtungsunterkünfte) ist einphasiges Laden mit bis zu 4,6 kW aus Sicht der Nutzer*innen ausreichend.
- An Standorten mit kürzerer Standdauer von ca. 15 bis 60 Minuten (z. B. Supermärkte, weitere Point of Sales (PoS)) sollte dreiphasiges Laden forciert werden und damit Ladeleistungen von 11 kW zur Verfügung stehen.
- Um eine einheitliche Nutzbarkeit mit verschiedenen Fahrzeugen zu gewährleisten, wird eine Ausstattung mit 22 kW auch in Hinblick auf zukünftige Fahrzeuge als sinnvoll erachtet.
- Standorte, an denen ausschließlich geladen wird, um Reichweite für die Weiterfahrt zu erlangen (insbesondere an Autobahnen, Bundes- und Landstraßen) benötigen Schnellladeinfrastruktur. Ladeleistungen von 50 kW werden dabei zwar als ausreichend erachtet, wirklich praktikabel sind aus Sicht der Nutzer*innen jedoch Ladeleistungen zwischen 100 und 150 kW, um einen relevanten Reichweitzuwachs in weniger als 30 Minuten zu generieren.
- Die Bereitstellung von DC-LIS ist oftmals teurer als AC-LIS, da oftmals Netzausbaukosten mit der Bereitstellung von DC-LIS einhergehen und höhere Ladeleistungen bereitgestellt werden, weshalb auch die Preissetzung an DC-Ladepunkten höher ist als an AC-Ladepunkten.
- An Normalladestationen sollte der Typ-2-Standard vorhanden sein. Schnellladestationen sollten, um einen diskriminierungsfreien Zugang auch für ältere Fahrzeuggenerationen zu gewährleisten, sowohl über einen Combined Charging System (CCS)- als auch über einen Chademo-Anschluss verfügen.
- An Standorten mit hoher Frequentierung und langer Aufenthaltsdauer sollte eine entsprechend hohe Anzahl an Ladepunkten vorhanden sein, um ausreichende Kapazitäten bereitstellen zu können. Unter Berücksichtigung der steigenden Fahrzeugzahlen kommt dem eine hohe Relevanz zu.

Dementsprechend werden folgende sechs Ladecenter für die Prognose des Ladebedarfes in Emden mit entsprechenden Ladeleistungen betrachtet:

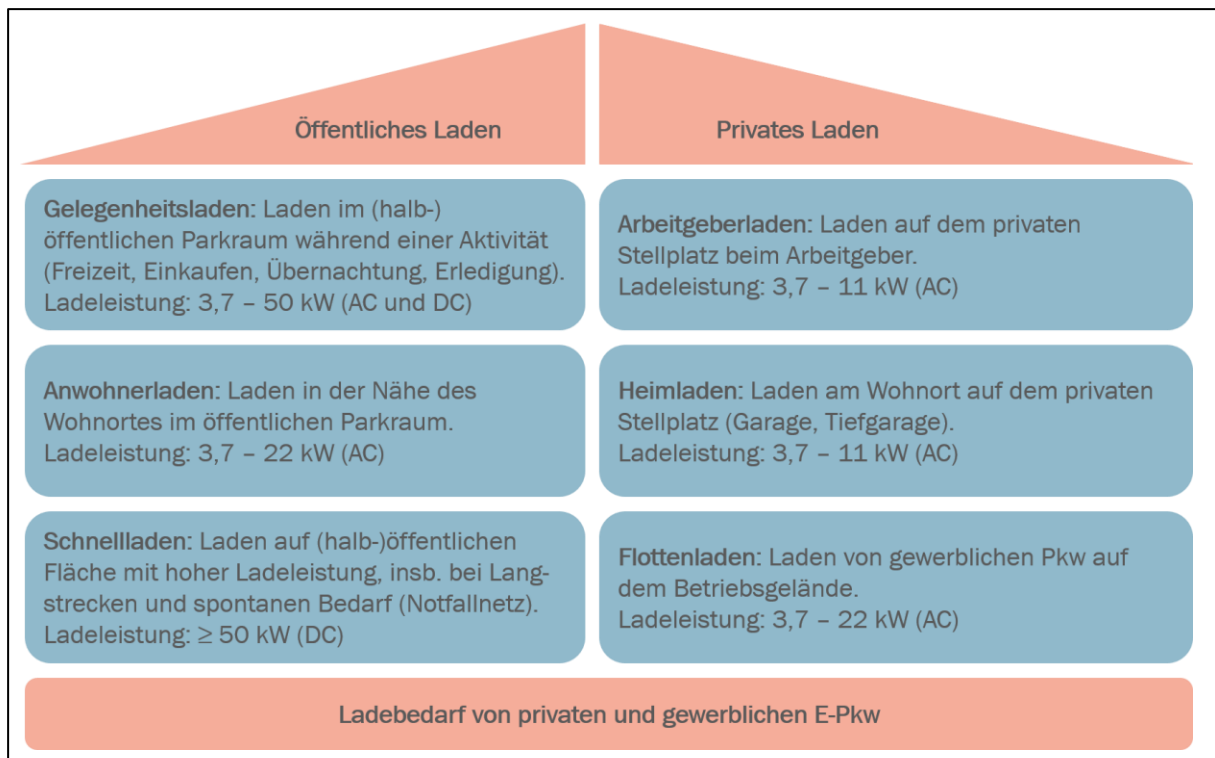


Abbildung 61: Differenzierung der Ladecluster nach Zugänglichkeit des Standortes

8.2.2 Szenarien

Um Unsicherheit in der Prognose abzubilden, wurden drei Szenarien unter Berücksichtigung von politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie Strategien und Aktivitäten der Hersteller und der lokalen Gegebenheiten berücksichtigt. In allen Szenarien wird der Einfluss von VW als relevanter Treiber der Elektromobilität berücksichtigt. Neben den absoluten Zahlen an E-Pkw ist für eine Modellierung des Ladebedarfes der Anteil der unterschiedlichen Fahrzeugkonzepte (BEV und PHEV) relevant. Auch die zur Verfügung stehenden Produktions- und Akkukapazitäten am Markt fließen ein.

Daraus wurden die folgenden drei Szenarien abgeleitet:

- Das **Szenario I** geht von einem moderaten elektrischen Neuzulassungsanteil von 50 % bis 2030 in Emden aus. Aufgrund der fallenden Batteriepreise und einer gut ausgebauten öffentlichen LIS setzen sich BEV mit einem Marktanteil von 65 % gegenüber den PHEV bis 2030 durch. Dank hoher Reichweiten erzielen PHEV einen hohen elektrischen Fahrtanteil von rund 50 %. Die Kauf- und Leasingangebote von VW stoßen weiterhin auf große Akzeptanz. Der Anteil der gekauften bzw. geleasteten E-Fahrzeuge beträgt im Jahr 2030 60 %.
- Das **Szenario II** geht von fallenden Batteriekosten und damit sinkenden Fahrzeugkosten sowie steigenden Reichweiten für E-Pkw aus. Es bestehen mäßig staatliche Förderungen und der Neuzulassungsanteil im E-Pkw-Segment beträgt im Jahr 2030 60 %. PHEV behalten noch ihre Daseinsberechtigung. Somit wird der reine BEV-Anteil bis 2030 mit 70 % den E-Neuwagenanteil dominieren. Der Anteil der gekauften bzw. geleasteten E-Fahrzeuge durch VW-Mitarbeiter*innen beträgt 85 %.
- Das **Szenario III** geht von schnell fallenden Batteriekosten und damit sinkenden Fahrzeugkosten bzw. steigenden Reichweiten sowie verschärften CO₂-Grenzwerten aus, was zu einem hohen elektrischen Neuzulassungsanteil von 75 % der Pkw entspricht, die in Emden zugelassen werden. Aufgrund der geringen Batteriekosten und eines zügigen flächendeckenden Aufbaus eines europaweiten Schnellladenetzes werden PHEV langfristig aus dem

Markt verdrängt und daher reine BEV bis 2030 mit 80 % den E-Neuwagenanteil dominieren. Der Anteil der gekauften bzw. geleasteten E-Fahrzeuge durch VW-Mitarbeiter*innen beträgt 85 %.

8.3 Prognoseergebnisse

Die nachfolgenden Prognoseergebnisse beziehen sich auf das mittlere Szenario II. Werden attraktive Rahmenbedingungen für Elektromobilität seitens der Stadt Emden gesetzt, ist ein Anstieg darüber hinaus möglich. Die betrachteten Szenarien beschreiben die Spannweite der möglichen Ergebnisse und orientierten sich an einem wirtschaftlichen Betrieb von LIS, so dass die Anzahl der daraus resultierenden empfohlenen Ladepunkte als Mindestgrößen zu verstehen sind, die zur Deckung dieses öffentlichen Ladebedarfes notwendig sind.

8.3.1 Elektrofahrzeuge

Für die Stadt Emden steigt die Anzahl der E-Pkw von derzeit 227 (Stand 01.01.2020) bis zum Jahr 2025 auf 3 629 Fahrzeuge an. Im Szenario II werden bis 2030 für die Stadt Emden 6 992 E-Pkw erwartet, was einem E-Pkw-Anteil von 27,4 % entspricht, wobei der Durchschnitt in Deutschland bei 22 % und in Niedersachsen bei 21 % liegen wird. Je nach Entwicklung der Fahrzeugpreise, Batterietechnologie, Rohstoffpreise, politischen Fördermaßnahmen und anderen Einflussfaktoren ist ein höherer oder niedrigerer Marktanteil möglich.

Tabelle 17: Prognose der erwarteten E-Pkw (Szenario II)

Jahr	BEV	PHEV	Anteil der E-Pkw am Pkw-Bestand in %
2020	115	112	0,85
2025	1 996	1633	13,1
2030	4 195	2 797	27,4

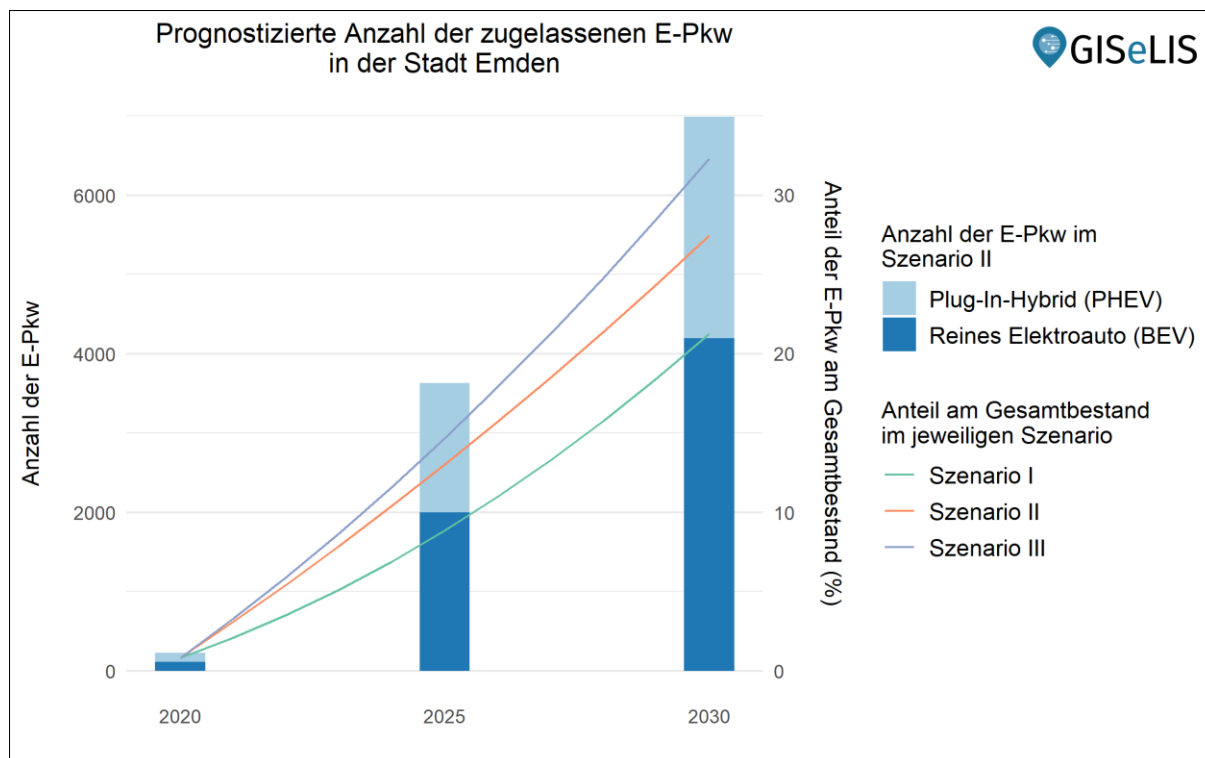


Abbildung 62: Prognostizierte Anzahl der zugelassenen E-Pkw im Szenario II sowie am Gesamtbestand für alle Szenarien

Um den Ladebedarf dieser erwarteten E-Fahrzeuge decken zu können, wurden daraus die täglich zu erwartenden Ladevorgänge für das Jahr 2030 abgeleitet. Nach Ladecluster differenziert, werden diese Ergebnisse nachstehend für alle Szenarien ausgegeben.

8.3.2 Lademöglichkeiten am Wohnort

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

1. Da die Verfügbarkeit von LIS im öffentlichen Raum von Wohngebieten derzeit noch sehr gering, die Lademöglichkeit am Wohnort allerdings für die Mehrheit der Nutzer*innen der wichtigste Ladeort ist, stellt der Ausbau von LIS in Wohnquartieren eine wichtige Voraussetzung für den Markthochlauf der Elektromobilität dar, um gleiche Zugangsvoraussetzungen zu schaffen.
2. *Begünstigend wirken sich die Verfügbarkeit eines privaten Stellplatzes und damit die Möglichkeit zur Installation einer Wallbox aus. Der vergleichsweise hohe Anteil von Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern im Stadtgebiet Emdens von 53 % (Bundesdurchschnitt: 45 %) und die aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Installation von Lademöglichkeiten führen dazu, dass das private Laden am Wohnort für den Großteil der Einwohner*innen möglich ist.*

Die nachstehenden Abbildungen geben einen Überblick zur Verteilung des Anwohner- und Heimladens in Emden.

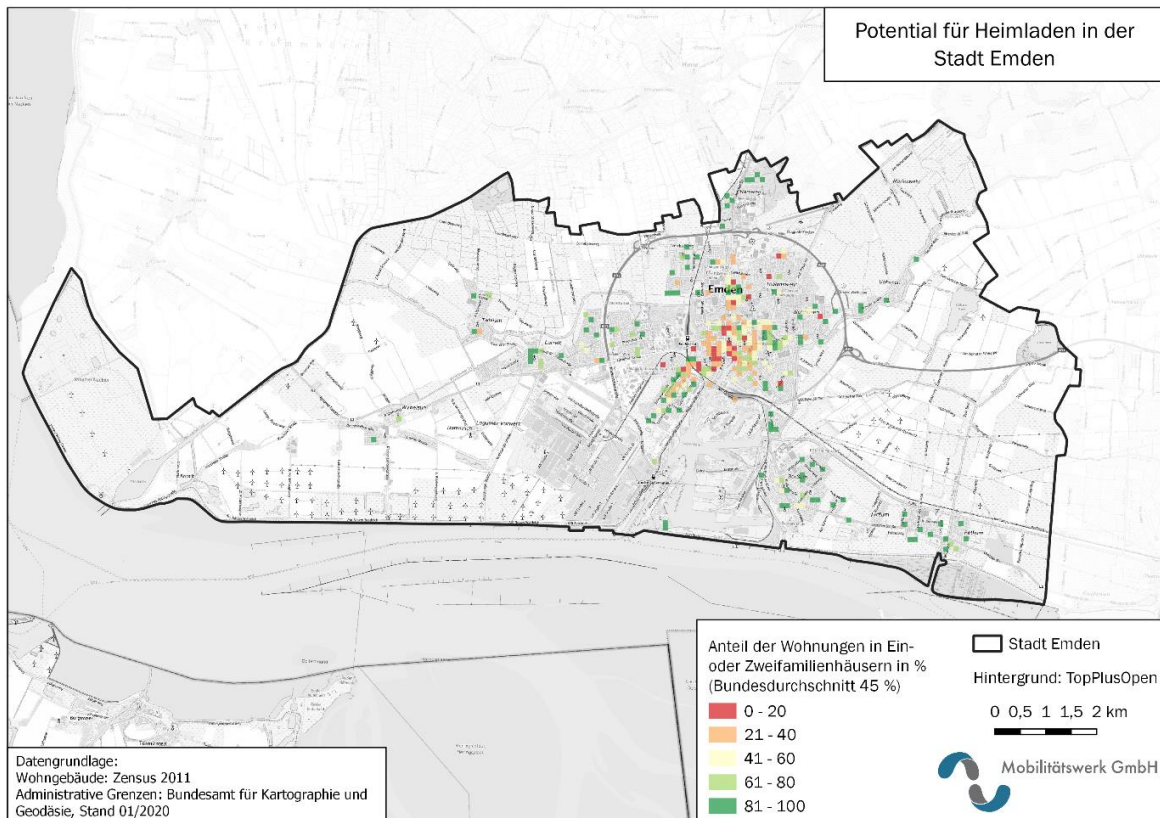


Abbildung 63: Potenzial für Heimladen in der Stadt Emden

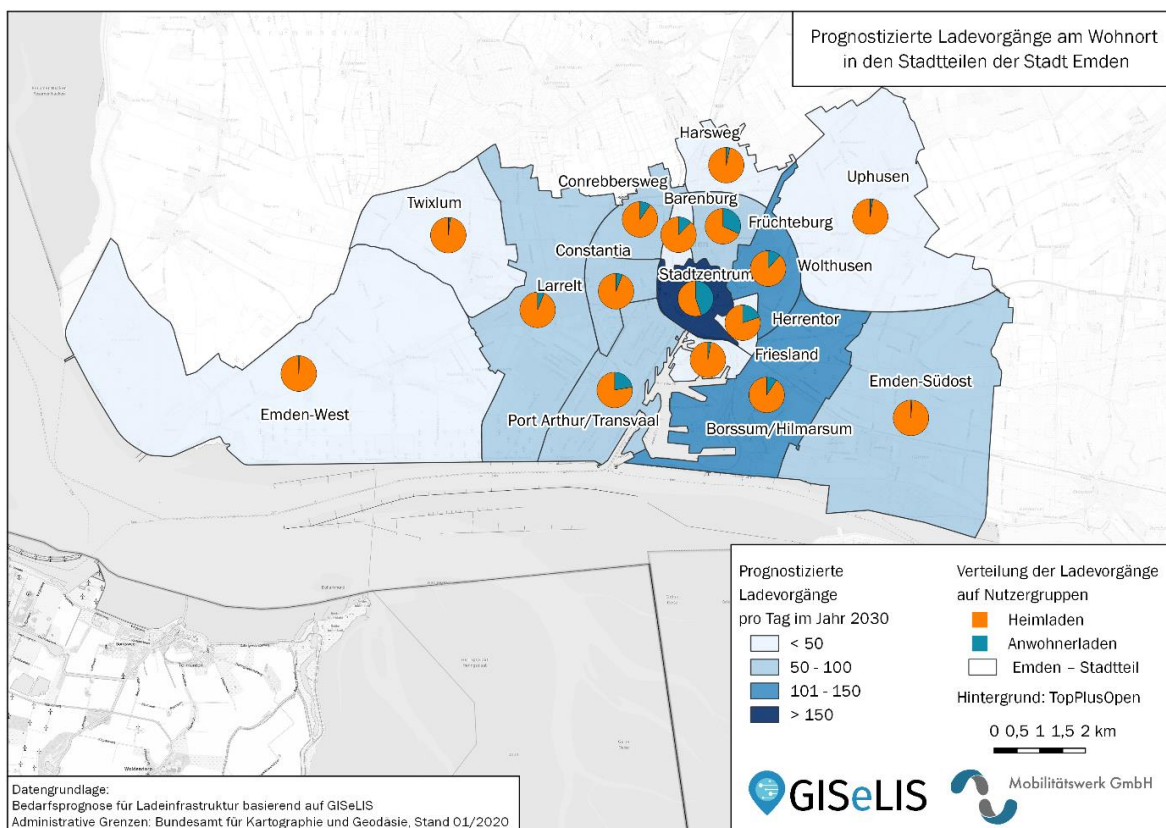


Abbildung 64: Anteil des Anwohner- und Heimladens nach Stadtteilen in Emden

Für das **Heimladen** ergeben sich folgende tägliche Ladevorgänge im Jahr 2030:

- Es werden im Szenario II ca. 1 046 Ladevorgänge pro Tag durch Heimladen erwartet. Dies entspricht einem Strommehrbedarf von ca. 6 410 MWh im Jahr 2030.

Für Anwohner*innen ohne eigenen Stellplatz ist die Bereitstellung von LIS in Wohnortnähe essenziell. Diese kann sich maximal 800 m vom Wohnort entfernt befinden, um von Anwohner*innen genutzt zu werden. Die Umsetzung von Anwohnerladekonzepten werden in Kapitel 8.4.3 erläutert. Für das Anwohnerladen ergeben sich folgende tägliche Ladevorgänge:

- Es werden im Szenario II ca. 200 Ladevorgänge pro Tag durch Anwohnerladen erwartet. Dies entspricht einem Strommehrbedarf von ca. 1 160 MWh im Jahr 2030.

8.3.3 Laden am Arbeitsplatz

Das Arbeitgeberladen ist nach dem Heimladen der einfachste und meist der finanziell attraktivste Ladeort für private Nutzer*innen. Lange Standzeiten dominieren und die Verfügbarkeit ist meist gut. Fahrzeuge stehen an Arbeitstagen oft lang und können daher auch mit geringen Ladegeschwindigkeiten laden. Zudem liegen die Standzeiten meist in den Spitzenzeiten der PV-Erzeugung.

Dadurch, dass das Laden beim Arbeitgeber keinen geldwerten Vorteil darstellt und steuerbefreit ist, besteht eine hohe Attraktivität für das Laden beim Arbeitgeber. Voraussetzung dafür ist, dass sich die Ladelösung auf dem Grundstück des Arbeitgebers befindet und der Strom kostenlos oder vergünstigt abgegeben wird.

Für die Prognose der Ladevorgänge beim Arbeitgeber im Jahr 2030 ergeben sich für die Stadt Emden folgende Ergebnisse:

- Es werden im Szenario II ca. 385 Ladevorgänge pro Tag durch Arbeitgeberladen erwartet. Dies entspricht einem Strommehrbedarf von ca. 3 050 MWh im Jahr 2030.

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

Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, ist Emden für die umliegenden Städte und Gemeinden eine relevante Pendlerdestination. Mit 19 824 Einpendler*innen und 4 842 Auspendler*innen herrscht ein deutlich positiver Pendlersaldo. Bei einer Einwohnerzahl von ca. 49 913 Einwohner*innen stellen die Pendler*innen einen relevanten Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen dar. Insbesondere die Unternehmensstandorte sollten bei der LIS-Errichtung für Pendler*innen im Fokus stehen. Neben der Mitarbeiterbindung und der Steuerbefreiung ist es möglich, dass E-Pkw umgeparkt werden können und Ladepunkte nicht über längere Zeiträume blockiert werden, wie dies beispielsweise an P+R-Stellplätzen oder Bahnhöfen der Fall ist. Den Arbeitnehmer*innen ist es an diesen Standorten nicht möglich, die Fahrzeuge umzuparken. So werden über längere Zeiträume Ladepunkte blockiert und können erst nach Feierabend freigegeben werden. Ein wirtschaftlicher Betrieb von LIS an diesen Standorten gestaltet sich demnach schwierig. Die Unternehmen in Emden sollten für die Errichtung von LIS für die Mitarbeitenden sensibilisiert, informiert und aktiviert werden. Die Pläne des VW-Werkes Emden sowie die Ergebnisse der Unternehmensbefragung (vgl. Kapitel 7.1) zeigen,

dass die Unternehmen bereits sensibilisiert sind und viele Unternehmen in Emden bereits aktiv sind. Der Austausch der Unternehmen untereinander sollte weiter verstärkt werden, um die Potenziale weiter auszuschöpfen und LIS an Unternehmen für Mitarbeiter*innen bereitzustellen.

8.3.4 Gelegenheitsladen

Das Gelegenheitsladen umfasst das Laden während einer Aktivität (z. B. Einkauf, Arztbesuch, Ausflug). Dieser Ladevorgang kann im öffentlichen Straßenraum oder im halböffentlichen Raum stattfinden. Dabei handelt es sich i. d. R. um privat bewirtschaftete Flächen, welche uneingeschränkt oder begrenzt öffentlich nutzbar sind (z. B. Parkhäuser, Einzelhandel, Tankstellen). In Emden kommt dem Laden während des Einkaufs im halböffentlichen Bereich eine hohe Relevanz zu. Tages- und Übernachtungsgäste sind auf die Verfügbarkeit von LIS am Zielort angewiesen. Den touristischen Aktivitäten entsprechend ist LIS an Ausflugszielen, Restaurants und insbesondere an Hotels und Herbergen von hoher Relevanz (vgl. Abbildung 65).

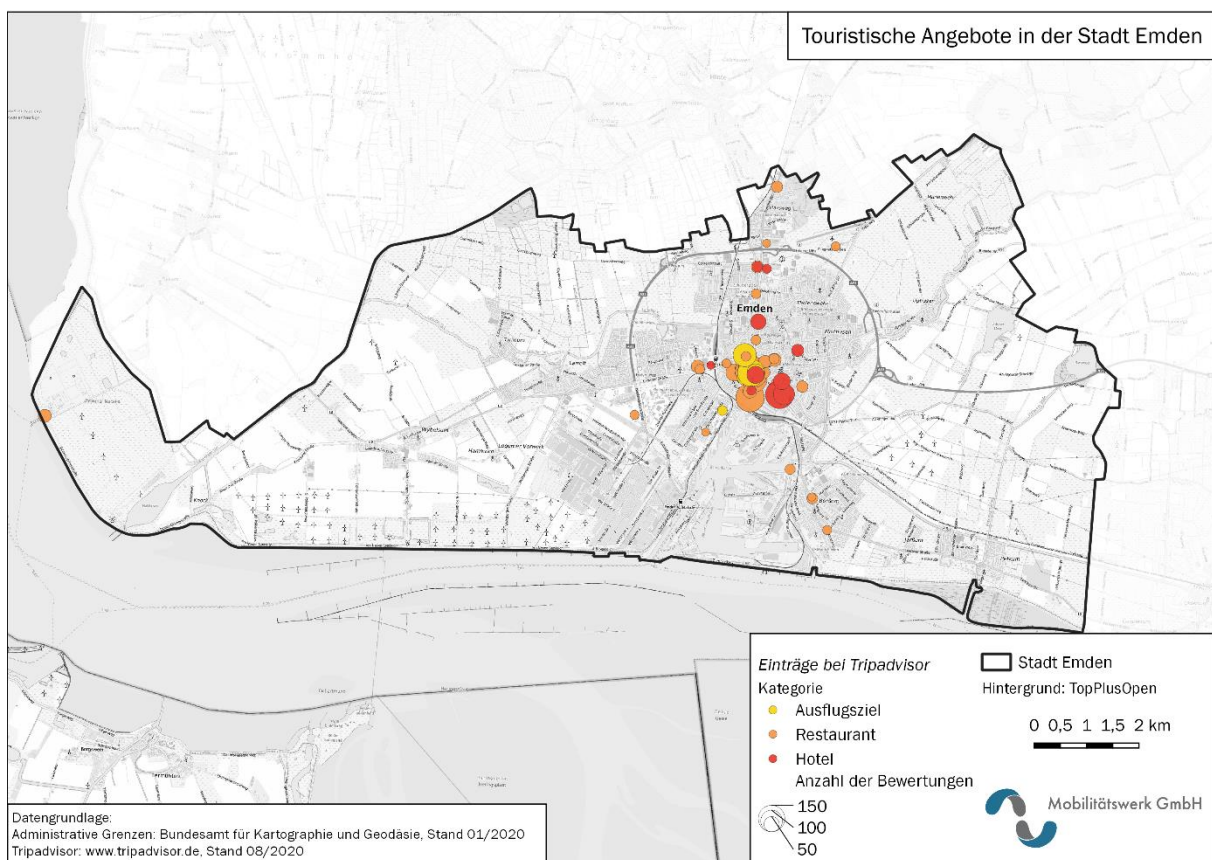


Abbildung 65:touristische Angebote in der Stadt Emden

Die Prognosewerte der öffentlichen Normalladevorgänge können sich durch attraktive Angebote, wie z. B. kostenfreies Laden oder Freizeit- und Einkaufsmöglichkeiten in der Umgebung der Standorte, deutlich erhöhen bzw. bei ungünstigen Rahmenbedingungen reduzieren. Ob das kostenlose Laden an Einzelhandelsstandorten zur Kundenbindung langfristig angeboten werden kann, ist fraglich. Zum beginnenden Markthochlauf stellt dies jedoch ein attraktives Service-Angebot dar. Ladevorgänge können aufgeteilt werden, sodass bei Gelegenheit geringe Mengen an Strom nachgeladen werden, obwohl dies nicht notwendig ist. Entscheidend sind die Verfügbarkeit und ggf. die Kosten für einen Ladevorgang. Die Ladevorgänge können auch an Schnellladeinfrastruktur erfolgen, wenn dies zu ähnlichen Konditionen angeboten wird. Jedoch bringen DC-Ladepunkte deutlich höhere Kosten bei der Installation, insbesondere beim Netzanschluss, mit sich. Diese Kosten werden i. d. R. durch höhere Tarife an die Kund*innen weitergegeben. Für die Prognose der Ladevorgänge durch Gelegenheitsladen im Jahr 2030 ergeben sich für die Stadt Emden folgende Ergebnisse:

Es werden im Szenario II ca. 362 Ladevorgänge pro Tag durch Gelegenheitsladen erwartet. Dies entspricht einem Strommehrbedarf von ca. 1 430 MWh im Jahr 2030.

8.3.5 Schnellladen

Der Schnellladung kommt durch die hohe Ladeleistung und die damit verbundene kurze Ladedauer bezüglich der Reichweitenertüchtigung eine wichtige Rolle zu. Dies ist eine Voraussetzung für längere Fahrten, aber auch Spontan-/Notfallladen im Stadtgebiet. Im Prognosezeitraum wird LIS auch mit deutlich höheren Ladeleistungen von 150 bis 350 kW erwartet. Schnellladevorgänge werden insbesondere bei langen Fahrdistanzen durch Zwischenladungen generiert, also in der Nähe von Bundesautobahnen und Bundesstraßen. Da die Bundesautobahn A 31 um das Stadtgebiet verläuft, kann eine Verlagerung des Ladebedarfes erfolgen.

Insbesondere durch die sehr hohe Verkehrsmenge entlang der A 31 sowie auf der Bundesstraße B 210 und den Unternehmen, die teilweise auf Schnellladeinfrastruktur angewiesen sind, ergibt sich ein erhöhtes Potenzial für Schnellladen entlang der Autobahnzufahrten und an Unternehmensstandorten im Hafengebiet. Je nach Bestandsanteil von PHEV, Reichweiten von BEV und Gebühren an Schnellladepunkten kann die Anzahl der Ladevorgänge von den Prognosen abweichen.

Für die Prognose der Schnellladevorgänge im Jahr 2030 ergeben sich für die Stadt Emden folgende Ergebnisse:

- Es werden im Szenario II ca. 100 Ladevorgänge pro Tag durch Schnellladen erwartet. Dies entspricht einem Strommehrbedarf von ca. 844 MWh im Jahr 2030.

8.3.6 Flottenladen

Das Flottenladen beschreibt das Laden von gewerblich zugelassenen E-Pkw auf dem Firmengelände. Für die Prognose im Jahr 2030 ergeben sich für Emden folgende Ergebnisse:

Es werden im Szenario II ca. 289 Ladevorgänge pro Tag durch Flottenladen erwartet.

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

1. Die Jahresfahrleistung von gewerblichen Pkw liegt mit ca. 24 500 Kilometern deutlich über der von privaten Nutzer*innen mit 12 300 Kilometern.¹⁴⁵ Damit sind entsprechend auch der Stromverbrauch und die Anzahl der benötigten Ladevorgänge höher.
2. Der Anteil der gewerblichen Halter ist bei E-Pkw in Deutschland sehr hoch (bei BEV 49 % und bei PHEV 58 %).¹⁴⁶ Dieser Anteil wird sich zwar in den kommenden Jahren verringern, jedoch weiterhin deutlich über dem Anteil von gewerblichen Halter*innen am gesamten Pkw-Bestand von 10 % liegen.
3. Die Ladeorte von privat genutzten Pkw können sehr unterschiedlich sein. Gewerbliche Pkw hingegen werden meist so beschafft, dass die Akkukapazitäten für die tägliche Nutzung ausreichen und das Laden aus Kostengründen am Unternehmensstandort durchgeführt werden kann. Nur ein geringer Teil von Dienstwagen wird (im Rahmen der privaten Nutzung) am Wohnort oder an (halb-)öffentlicher LIS geladen.

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

¹⁴⁵ vgl. BASt 2014

¹⁴⁶ Diese Zahlen sind vom KBA nur auf Bundesebene verfügbar.

8.3.7 Energiemengen und Strombedarf

Für die Prognose des Strombedarfs durch Elektrofahrzeuge wurden private und gewerbliche Pkw berücksichtigt, jedoch keine Lkw oder Busse. Das Laden von gewerblichen Pkw auf dem Firmengelände (betriebliches Laden) kann je nach Fuhrpark variieren und sich anteilig auf andere Ladeorte verlagern. Ausgehend von einem jährlichen Stromverbrauch eines BEV von ca. 2,6-4,4 MWh und eines PHEV von ca. 1,4-2,4 MWh (je nach Szenario und Halter), werden der Gesamtverbrauch und dessen räumliche Verteilung anhand der Ladevorgänge berechnet. Ein Ladeverlust in Höhe von 10 % ist bereits berücksichtigt. Die Prognosen zum Strommehrbedarf wurden für die jeweiligen Ladeorte bereits in ausgegeben. Zusammengefasst wird der Mehrbedarf durch Elektromobilität in MWh pro Jahr für alle Szenarien ausgegeben:

Nachfolgend wird die Entwicklung des Szenario II genauer beschrieben. Durch die schrittweise Elektrifizierung des MIV wird in der Stadt Emden im Szenario II ein zusätzlicher Strombedarf von 132 MWh im Jahr 2020 erwartet, welcher bis auf **14 900 MWh** im Jahr 2030 ansteigt (vgl. Abbildung 8). Vergleicht man dies mit dem Stromverbrauch von Niedersachsen pro Kopf, ergibt sich für die Stadt Emden ein prozentualer Anstieg i. H. v. 4,5 % bis zum Jahr 2030.

Der zusätzliche Strombedarf durch E-Pkw im Jahr 2030 entspricht ungefähr der Jahresleistung von 5 080 PV-Anlagen. In der Stadt Emden befinden sich rund 13 700 Wohngebäude. Würde sich auf 35 % aller vorhandenen Wohngebäude eine PV-Anlage befinden, könnte damit der durch E-Pkw entstehende Strombedarf vollständig gedeckt werden.

Der Strombedarf von Privathaushalten beträgt in der Stadt Emden derzeit rund 77 900 MWh¹⁴⁷ pro Jahr und wird sich durch das Laden an der hauseigenen Wallbox um 184 MWh im Jahr 2021 erhöhen, was einem Mehranteil von 0,24 % entspricht. Bis zum Jahr 2030 steigt der zusätzliche Strombedarf durch das private Laden auf 6 410 MWh, was einem Mehranteil gegenüber dem derzeitigen Stromverbrauch von Haushalten i. H. v. 8,2 % entspricht.

Durch das Gelegenheitsladen wird bis 2030 ein jährlicher Strombedarf von 1 430 MWh erwartet (zuzüglich 1 160 MWh durch Anwohnerladen), an Schnellladestationen von 844 MWh und beim Arbeitgeber von weiteren 3 200 MWh. Der Privatkundenbereich ist bezüglich des Strombedarfs durch Elektromobilität mit einem Anteil von 43 % das größte Geschäftsfeld.

¹⁴⁷ Stromverbrauch pro Kopf in Niedersachsen, vgl. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2018

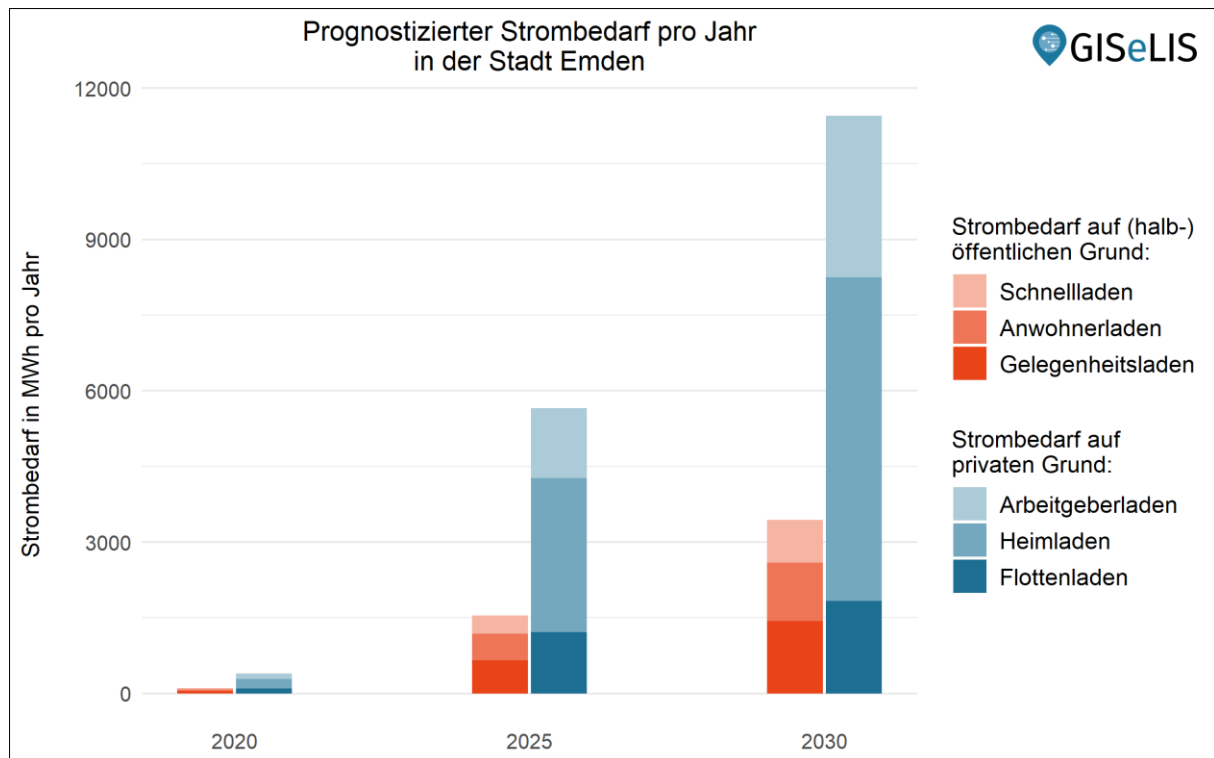


Abbildung 66: Prognostizierter Strombedarf pro Jahr in der Stadt Emden im Szenario II

Um diesen Mehrbedarf an Strom durch erneuerbare Energien zu decken, wird im Folgenden der derzeitige Stand der Produktion von Erneuerbaren Energien (EE) im Stadtgebiet von Emden betrachtet und ob dieser in Zukunft den erhöhten Strombedarf der Elektromobilität bedienen kann. Dafür wurde der Masterplan Klimaschutz 100% der Stadt Emden aus dem Jahr 2017 sowie das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur berücksichtigt.¹⁴⁸

Mit zunehmenden Markthochlauf stellt der Strombedarf von Elektrofahrzeugen eine besondere Herausforderung für die Mittel- und Niederspannungsnetze dar. Daher sollen im Folgenden die Auswirkungen des Heimladens auf das Stromnetz näher untersucht werden. Eine Herausforderung stellt dabei die Erstellung eines repräsentativen Lastprofils dar. Da aktuell die Anzahl an Elektrofahrzeugen noch gering ist und ebenso die Zahl der empirischen Studien zum Ladeverhalten, ist derzeit noch kein repräsentatives Lastprofil für Ladesäulen entwickelt. Ähnlich wie bei Lastprofilen von Gewerbekunden (G0 – G7) ist es wichtig, eigene Lastprofile für unterschiedliche Ladeorte (Wallbox am Wohnort, Ladestation beim Arbeitgeber, Schnellladestation am Rasthof u.v.m.) zu entwickeln.

Die folgende Abbildung 67 vergleicht die Standardlastprofile H0 und G3 der SWE mit einem neu erstellten Lastprofil zum Mobilitätsverhalten. Basierend auf Mobilitätstagebüchern des Deutschen Mobilitätspanels (MOP) des BMVI wurden dazu die Ankunftszeiten von Werktätigen am Wohnort ausgewertet. Wie erwartet liegt hier der Peak zwischen 16:00 – 18:00 (vgl. Abbildung 68). Dieser Peak ist zwar auch im H0-Lastprofil sichtbar, aber weniger ausgeprägt. Das G3-Lastprofil hingegen zeigt eine stärkere Gleichverteilung über den Tag mit einem Peak gegen 11:00. Für öffentliches Laden ist dieses Lastprofil daher geeignet, für privates Laden an der Wallbox ist das H0-Lastprofil vorzuziehen bzw. die Entwicklung eines neuen Profils empfehlenswert.

Die Lastprofile in Abbildung 67 basieren jeweils auf einer prognostizierten Anzahl von rund 1050 Ladevorgängen pro Tag (Szenario II im Jahr 2030). Hierbei wird von einer mittleren Ladedauer von

¹⁴⁸ Bundesnetzagentur (2020b)

5 h bei einer Ladeleistung von 5 kW ausgegangen. Die Gleichzeitigkeit wird hierbei mit 0 angesetzt, es handelt sich also um ein idealisiertes Lastprofil.

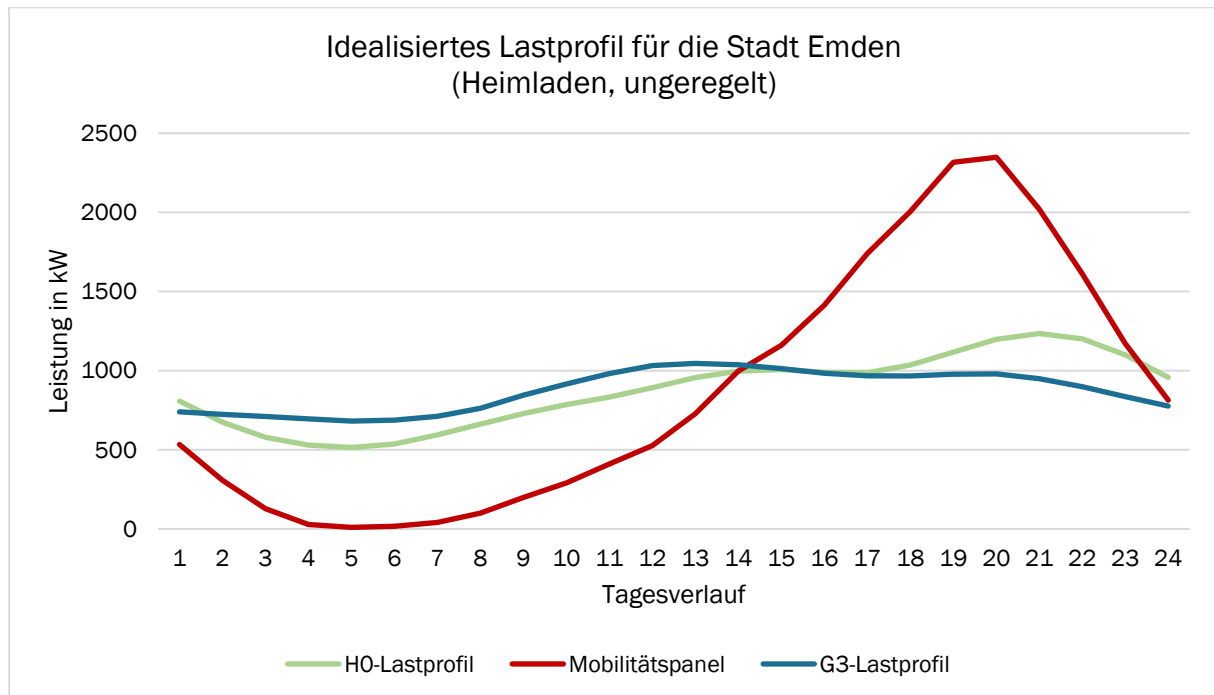


Abbildung 67: Idealisiertes Lastprofil für die Stadt Emden (Heimladen, ungeregelt)

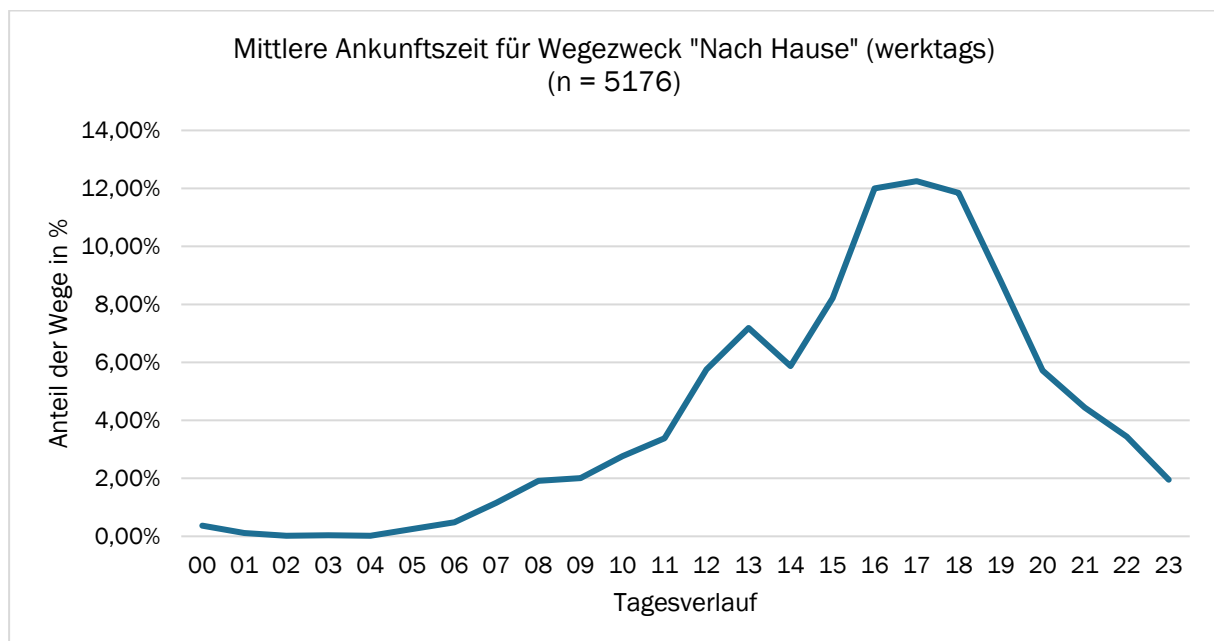


Abbildung 68: Mittlere Ankunftszeit für Wegezweck "Nach Hause" (werktags, Beschäftigte), Quelle: Mobilitätspanel

Derzeitiger Stand Stromproduktion EE-Anlagen

Der Masterplan Klimaschutz 100% der Stadt Emden konnte im Jahr 2017 eine Leistung der EE-Anlagen von 180,8 MW festhalten, was einer jährlichen Stromproduktion von ca. 469 GWh entsprach.¹⁴⁹ Die dem Masterplan zugrundeliegende Energie- und THG-Bilanz wurde für das Jahr 2013

¹⁴⁹ Stadt Emden (2010)

ermittelt. Laut dem Marktstammdatenregister lag die Leistung 2013 ähnlich - bei 179 MW. Die Stromproduktion entfällt zu 70 % auf Windkraft, 28 % Biobrennstoffe und zu 2 % auf Photovoltaik. Mit dieser Menge konnte damals schon der gesamte Strombedarf in Emden gedeckt werden. Rein rechnerisch wurde sogar mehr Strom produziert als verbraucht wurde (106 %).

Betrachtet man die Strombedarfe aus dem Masterplan Klimaschutz, wird in diesem bis 2050 von einem sinkenden Gesamtstromverbrauch ausgegangen. Ein steigender Stromverbrauch wird nur in den Bereichen Wärmepumpen und Mobilität prognostiziert. Im Bereich der Mobilität wird von einem Gesamtstromverbrauch von 45,8 GWh/a im Jahr 2050 ausgegangen.

Im Masterplan wird jedoch davon ausgegangen, dass sich der jährliche Strombedarf pro Einwohner von 2013 mit ca. 1.299 kWh auf 1 000 kWh im Jahr 2050 verringert. Vergleicht man dies aber mit dem jährlichen Stromverbrauch pro Kopf in Niedersachsen, liegt dieser bei 1 600 kWh. Dieser Wert wurde im Zuge der Strombedarfsprognose herangezogen. Dies würde im Gegensatz zu 2013 eine Erhöhung im Bereich der Haushalte um ca. 13 GWh jährlich bedeuten.

Durch den o.g. steigenden Marktanteil an E-Pkw wird für Ende 2020 ein Mehrbedarf in Höhe von 0,13 GWh im Vergleich zum Vorjahr erwartet. Laut dem Marktstammdatenregister liegt die Stromerzeugung der EE-Anlagen in Emden 2020 bei einer Leistung von ca. **235 MW**, was einer Steigerung von 30 % zu 2013 entspricht. Damit können jährlich ca. 587 GWh Strom gewonnen werden, was einem Zuwachs von ca. 117 GWh entspricht. Dieser wurde vor allem in den Bereichen der Windkraft- und Photovoltaikanlagen erzielt. Die Produktion beläuft sich zu 74 % auf Windkraft, 24 % Biobrennstoffe und 2 % Photovoltaik. Stellt man diesen Zuwachs in der Stromerzeugung (117 GWh) dem erhöhten Verbrauch in den Bereichen Haushalt (13 GWh), Elektromobilität (0,13 GWh) und wahrscheinlich weiteren geringen Zuwächsen in den Bereichen Mobilität und Wärmepumpen seit 2013 entgegen, zeigt sich, dass wie auch schon 2013, der gesamte Strombedarf aus eigenen EE-Anlagen aktuell gedeckt werden kann. Weiterhin wird eine Erhöhung des Überschusses an Strom im Gegensatz zum Bedarf deutlich.

Prognose Stromproduktion EE-Anlagen 2030

Nachfolgend wird die Entwicklung der Stromproduktion durch EE-Anlagen bis 2030 betrachtet. Dabei werden Potenziale vor allem in den Bereichen Windkraft und Photovoltaik gesehen.

Die Entwicklung der Installation von Photovoltaik-Anlagen in den letzten 10 Jahren zeigt, dass Anlagen mit einer Leistung von <1.000 kW (vor allem auf Hausdächern) deutlich gestiegen sind und bis 2030 auch ein weiterer Ausbau zu erwarten ist. Es wird bis 2030 mit einem Anstieg der installierten Leistung von 21 MW gerechnet. Dies entspricht ungefähr einer jährlichen Produktion von 17,5 GWh.

Darüber hinaus kann durch die Entwicklung von Solarparks der Anteil an Solarstrom weiter steigen. So ist bspw. ein Solarpark in Planung, dessen Strom aber größtenteils für die Erzeugung grünen Wasserstoffs mittels eines Elektrolyseurs genutzt werden soll.¹⁵⁰

Weiterhin ist die Erhöhung der Stromproduktion durch Onshore-Windkraftanlagen im Stadtgebiet von Emden zu erwarten. Dies kann durch Zubau oder Repowering von alten Anlagen erfolgen. Betrachtet man den Trend der vergangenen 10 Jahre, kann sich die installierte Leistung bis 2030 um knapp 70 MW erhöhen. Dabei ist zu erwähnen, dass der Ausbau neuer Windkraftanlagen (WKA) aufgrund von Flächennutzungskonkurrenzen kaum als realistisch zu sehen ist. Der Austausch von älteren Anlagen durch neuere leistungsstärkere WKA stellt jedoch ein realistisches Einsatzszenario dar.

¹⁵⁰ Statkraft Markets GmbH (2020)

Im Vergleich zu 2020 kann dies Steigerung der jährlichen Stromproduktion um 155 GWh bedeuten. Selbst wenn der Ausbau ganz entfiel oder geringer ausfallen würde, kann der Strommehrbedarf der Elektromobilität dennoch ausreichend gedeckt werden.

Durch den prognostizierten leichten Rückgang der Bevölkerungszahl¹⁵¹ kann mit einer Stagnation bzw. einem Rückgang des Strombedarfs von Haushalten gerechnet werden. Aufgrund von Effizienzsteigerungen wird ein Rückgang des Gesamtstrombedarfes bis 2030 als wahrscheinlicher angenommen.

Dahingegen zeigen die o.g. Prognoseergebnisse, dass 2030 ein Anstieg des Strombedarfs durch die Elektromobilität von jährlich ca. 14,9 GWh erwartet werden kann. Dieser Mehrbedarf könnte schon jetzt durch die EE-Anlagen in Emden gedeckt werden.

Die Bereitstellung von Ökostrom stellt für die Deckung des Ladebedarfes somit keine allzu Herausforderung dar. Es ist lediglich mit vereinzelt Netzverstärkungen zu rechnen, um Lastspitzen zu vermeiden. Die Stadtwerke Emden haben dazu bereits eine separate Studie erstellt. Die Verteilung des Stroms auf Niederspannungsebene wird ab 2025 eine Herausforderung darstellen, so dass in vereinzelt Planungsgebieten mit einer Netzverstärkung zu rechnen ist.

8.3.8 Treibhausgas- und Ökobilanz

Zahlreiche Studien belegen die bessere Klimabilanz von E-Pkw gegenüber Verbrennern, wobei sich die einzelnen Ergebnisse je nach Datengrundlage und Annahmen signifikant unterscheiden. Bei der Erstellung der Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) wird einerseits zwischen direkten Emissionen unterschieden, welche bei der Nutzung des Fahrzeugs lokal entstehen. Diese liegen bei Diesel-Pkw im Mittel bei 170 g CO₂-Äquivalent (CO₂e), bei BEV fallen keine Emissionen an. Lediglich bei PHEV entstehen je nach elektrischem Fahrtanteil mehr oder weniger direkte Emissionen. Andererseits entstehen bei allen Fahrzeugen indirekte Emissionen, welche bei der Rohstoffgewinnung, Produktion, Energiebereitstellung und Entsorgung anfallen. Da BEV deutlich höhere THG-Emissionen bei der Herstellung und Entsorgung aufweisen als Verbrenner (ca. 13,2 t CO₂e gegenüber 7,5 t CO₂e), haben E-Pkw erst ab einer Laufleistung zwischen 60 000 und 80 000 km eine bessere Gesamtklimabilanz als Verbrenner. Die indirekten Emissionen von E-Pkw übersteigen daher die von Verbrennern, werden jedoch durch die Einsparungen der direkten Emissionen überkompensiert (vgl. Abbildung 69). Je nach Annahme der Lebensfahrleistung, des Strommixes und weiterer Faktoren variiert folglich die THG-Gesamtbilanz. In der vorliegenden Berechnung wird von einer Lebensfahrleistung von 200 000 km ausgegangen. Entscheidend für die THG-Bilanz von E-Pkw ist weiterhin der Strommix, mit welchem das Fahrzeug betrieben wird. Aktuell beläuft sich die Klimawirkung der Stromerzeugung in Deutschland im Mittel auf 570 g CO₂e pro kWh, bei PV-Anlagen liegt sie bei 101 g und bei Windenergie bei 12 g pro kWh. Daher wurden in der folgenden Analyse zwei Szenarien mit a) dem nationalen Strommix und b) mit 100 % Ökostrom durchgeführt. Elektromobilität besitzt ein großes Potential zur Reduzierung der Luftschadstoffemissionen im Straßenverkehr. Abbildung 9 zeigt den prognostizierten Rückgang der THG-Emissionen durch E-Pkw gegenüber einem konventionellen Fahrzeugbestand bezogen auf den gesamten Lebenszyklus in Emden. Dabei wird zwischen direkten und indirekten Emissionen unterschieden.

Für die Stadt Emden ergeben sich erhebliche ökologische Einspareffekte, die sich im Jahr 2030 im moderaten Szenario beim erwarteten Strommix auf ca. 5 060 t CO₂ und bei der Verwendung von Ökostrom auf ca. 10 000 t CO₂ belaufen.

¹⁵¹ Landesamt für Statistik Niedersachsen (2020). Dies entspricht den aktuellen Bevölkerungsprognosen für Emden. Änderungen durch attraktive Neubaugebiete oder unvorhersehbare Bevölkerungszuwächse sind hiervon nicht abgedeckt.

Durch den erwarteten Anteil an E-Pkw ergibt sich im Szenario II eine Einsparung von 7 % beim erwarteten Strommix gegenüber einem ausschließlich konventionellen Pkw-Bestand und von 14 % bei der Verwendung von Ökostrom.

In Kapitel 4.4.6 werden die Einsparungspotenziale der Elektrifizierung der Emder ÖPNV dargelegt. Die komplette Elektrifizierung des Emder ÖPNVs im Jahr 2031 sorgt dafür, dass rund 208 000 Liter Diesel gegenüber der aktuellen Situation eingespart werden können. **Dies entspricht einer CO₂-Ersparnis von rund 551 t pro Jahr.**

Unter der Voraussetzung, dass LIS mit Strom aus EE bzw. Ökostrom betrieben wird und der ÖPNV komplett elektrifiziert wird, ergibt sich ein **gesamtes Einsparpotenzial von 10 551 t CO₂ im Jahr 2030**. Somit stellt der Umstieg auf Elektromobilität einen relevanten Ansatz für lokale Emissionseinsparungen und den Klimaschutz in der Stadt Emden dar.

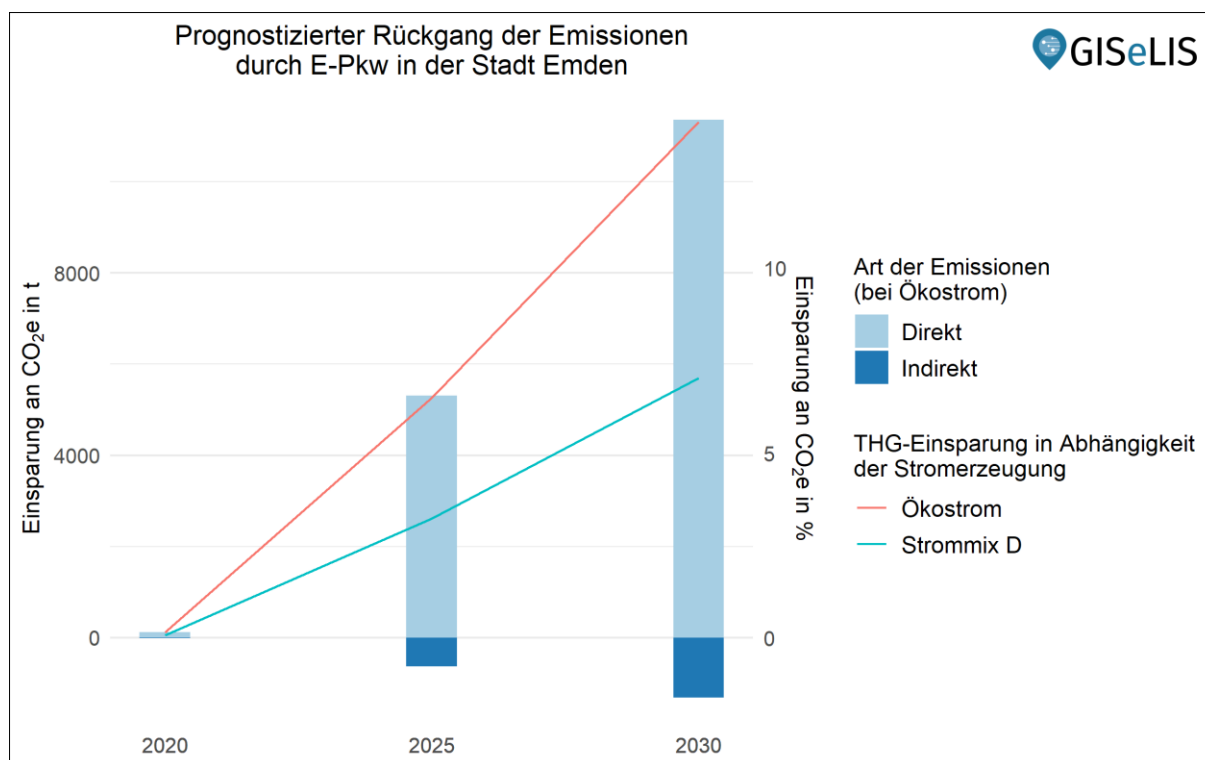


Abbildung 69: Prognostizierter Rückgang der Emissionen durch E-Pkw (Szenario II)

8.4 Standortpotenzial für Ladeinfrastruktur

Zusammenfassend werden die Ergebnisse der mittelfristigen (bis zum Jahr 2025) und langfristigen (bis zum Jahr 2030) LIS-Prognose für die Stadt Emden in Tabelle 6 für das Szenario II vereinfacht dargestellt und daraus die benötigte Anzahl an Ladepunkten bzw. -stationen abgeleitet, die zur Deckung des öffentlichen Ladebedarfes notwendig sind. Der Ausbau von 210 Ladepunkten am VW-Standort ist bei der Ausgabe des offenen Ladebedarfes bereits berücksichtigt. Diese werden vorrangig dem Arbeitgeberladen zugeordnet. Da ein Teil der Ladepunkte auch auf dem Besucher*innenparkplatz vorgesehen ist, wird davon ausgegangen, dass der öffentliche Ladebedarf an dem Standort VW damit gedeckt und bis 2030 kein weiterer Ladebedarf besteht.

Ausgehend von der Bevölkerungsentwicklung, dem prognostizierten E-Pkw-Anteil, und dem Motorisierungsgrad ergibt sich die Anzahl der erwarteten E-Pkw. Daraus wiederum ergibt sich über das typische Fahr- und Ladeverhalten ein Ladebedarf, anhand dessen die benötigte Anzahl der Ladepunkte bzw. Ladestationen abgeschätzt wird.

Für die Gewährleistung eines bedarfsgerechten LIS-Ausbaus ergibt sich für die Stadt Emden eine prognostizierte Mindestanzahl von ca. 26 (halb-)öffentlichen AC-Ladesäulen bis 2025 und von 90 AC-Ladesäulen (zzgl. 4 DC-Ladesäulen) bis 2030 im Szenario II.

Die ermittelte Anzahl von Ladestationen ist als bedarfsorientierte Abdeckung zu verstehen. Die Modellannahmen beruhen auf einer wirtschaftlichen Betrachtung aus Betreibersicht und einer gleichmäßigen Auslastung der Ladesäulen. Für eine erhöhte Außenwirkung im Sinne der Wahrnehmung der Elektromobilität und zur Steigerung des Sicherheitsempfindens der Bürgerinnen und Bürger sowie der Besucher der Stadt Emden kann ggf. die Installation weiterer Lademöglichkeiten zielführend sein bzw. sollte der Ausbau der prognostizierten Anzahl an Ladestationen von einer öffentlichkeitswirksamen Vermarktung begleitet werden. Die Ausbauaktivitäten von Akteuren, bspw. Supermarktketten, regionalen Einzelhändlern und Unternehmen, sollten von der Stadt Emden verfolgt werden. Da neben der absoluten Anzahl von Ladestationen auch deren Verteilung im Gebiet relevant für eine bedarfsgerechte Versorgung ist, sollte die Stadt diesbezüglich ggf. koordinierend tätig werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Bereitstellung von DC-LIS vorrangig von Einzelhändlern (ALDI, LIDL, o.ä.) und Gastronomie¹⁵² erfolgen wird.

Tabelle 18: Zusammenfassung der Prognose für (halb-) öffentliche LIS für das Szenario 2

	Mittelfristig		Langfristig	
Bezugszeitraum	2025		2030	
Ladeleistung	AC	DC	AC	DC
E-Pkw-Anteil in %	13,1		27,4	
Einwohner	49 192		48 797	
Pkw-Bestand	26 205		25 994	
Davon E-Pkw	3 629		6 992	
Mittlere Tagesfahrleistung in km	38			
Mittlerer Verbrauch in kWh pro 100 km	24			
Strombedarf an (halb-)öffentl. LIS pro Tag in kWh	3 235	991	7 114	2 313
Mittlere Ladeleistung in kWh an (halb-) öffentlicher LIS	10	50	10	50
Gesamtladedauer an (halb-)öffentl. LIS pro Tag in h	324	13	711	43
Mittlere Nutzungsdauer pro Tag je Ladepunkt in h	3	3	3	3
Benötigte Ladepunkte	108	7	237	15
Derzeit vorhandene Ladepunkte	57	3	57	3
Verbleibender Bedarf an Ladepunkten	54	6	154	12
Entspricht folgender Anzahl an Ladesäulen	26	0	90	4

¹⁵² McDonalds (2020)

8.4.1 Planungs- und Bedarfsräume in der Stadt Emden

Anhand der räumlichen Verteilung der erwarteten Ladevorgänge sowie deren Anzahl kann, im Abgleich mit bestehenden Ladestationen, der weitere Ausbaubedarf ermittelt werden. Dazu wurden Planungsräume ausgewiesen, welche sich aufgrund eines hohen Ladebedarfes für die Errichtung von LIS eignen. Basierend auf der erwarteten Summe der täglichen Ladevorgänge an (halb-)öffentlicher Normal-, Schnell- und Anwohnerladeinfrastruktur im Jahr 2030 in einem Gebiet von 300 x 300 m wurden die Planungsräume in drei Kategorien unterteilt:

- Sehr hohe Eignung: es werden täglich mindestens **acht Ladevorgänge** erwartet
- Hohe Eignung: es werden täglich mindestens **vier Ladevorgänge** erwartet
- Mittlere Eignung: es werden täglich mindestens **zwei Ladevorgänge** erwartet

Diese Planungsräume beschreiben lediglich die Eignung für die Errichtung von LIS hinsichtlich deren erwarteter Auslastung (vgl. Abbildung 70). Um eine Priorisierung von Gebieten für den LIS-Ausbau zu definieren, wurde in einem zweiten Schritt die vorhandene sowie bereits in Planung oder im Bau befindliche LIS einbezogen. Dabei wurde angenommen, dass diese LIS den lokalen Bedarf im Umkreis von 300 m deckt. Diese Gebiete werden als Bedarfsräume definiert und dienen einer ersten Übersicht, wo mit Versorgungslücken zu rechnen ist (vgl. Abbildung 71). Analog zu den Planungsräumen wurde auch hier eine Priorisierung vorgenommen.

Die Standortanalyse basiert auf zahlreichen Datensätzen, u. a. OpenStreetMap. Diese frei nutzbaren Geodaten werden durch Nutzer erstellt und aktualisiert. Fehler- oder lückenhafte Daten sowie eine unpräzise Kartierung sind daher nicht auszuschließen (wie bei anderen Datenquellen ebenso), was wiederum im Standortmodell zu einer ungenauen Abbildung der Wirklichkeit führt. Diese hochauflösenden Ergebnisse sind daher als Orientierungshilfe gedacht, welche hinsichtlich der Anzahl der prognostizierten Ladevorgänge als auch deren Lage abweichen kann.

Neben der Erfüllung des Ladebedarfs kommt LIS auch die Funktion zu, die Sichtbarkeit und Zuverlässigkeit der Elektromobilität zu steigern. Dies ist von hoher Bedeutung für die Etablierung der Elektromobilität, da nur mit stetiger Präsenz und positiver Wirkung die Anzahl der Elektrofahrzeuge in einer Region gesteigert werden kann. Zusätzlich zur Erfüllung der funktionalen Aufgaben sollte die Errichtung von LIS auch unter diesem Blickwinkel forciert werden.

Basierend auf der detaillierten Mikroanalyse können für die Stadt Emden insgesamt 62 Planungsräume mit einer Gesamtfläche von 10,4 km² ausgewiesen werden, in welchen der Betrieb von LIS sinnvoll ist. Unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen LIS verbleiben 31 Bedarfsräume mit einer Gesamtfläche von 7,4 km², in denen die Errichtung von LIS empfohlen wird. Davon werden 11 Bedarfsräume mit einer hohen und 3 mit einer sehr hohen Priorität eingestuft (vgl. Tabelle 19).

Tabelle 19: Übersicht der prognostizierten Planungs- und Bedarfsräume

	Planungsraum		Bedarfsraum	
Priorität	Anzahl	Fläche in km ²	Anzahl	Fläche in km ²
Sehr hoch	5	3,08	3	1,07
Hoch	21	2,78	11	2,31
Mittel	36	4,54	17	4,05

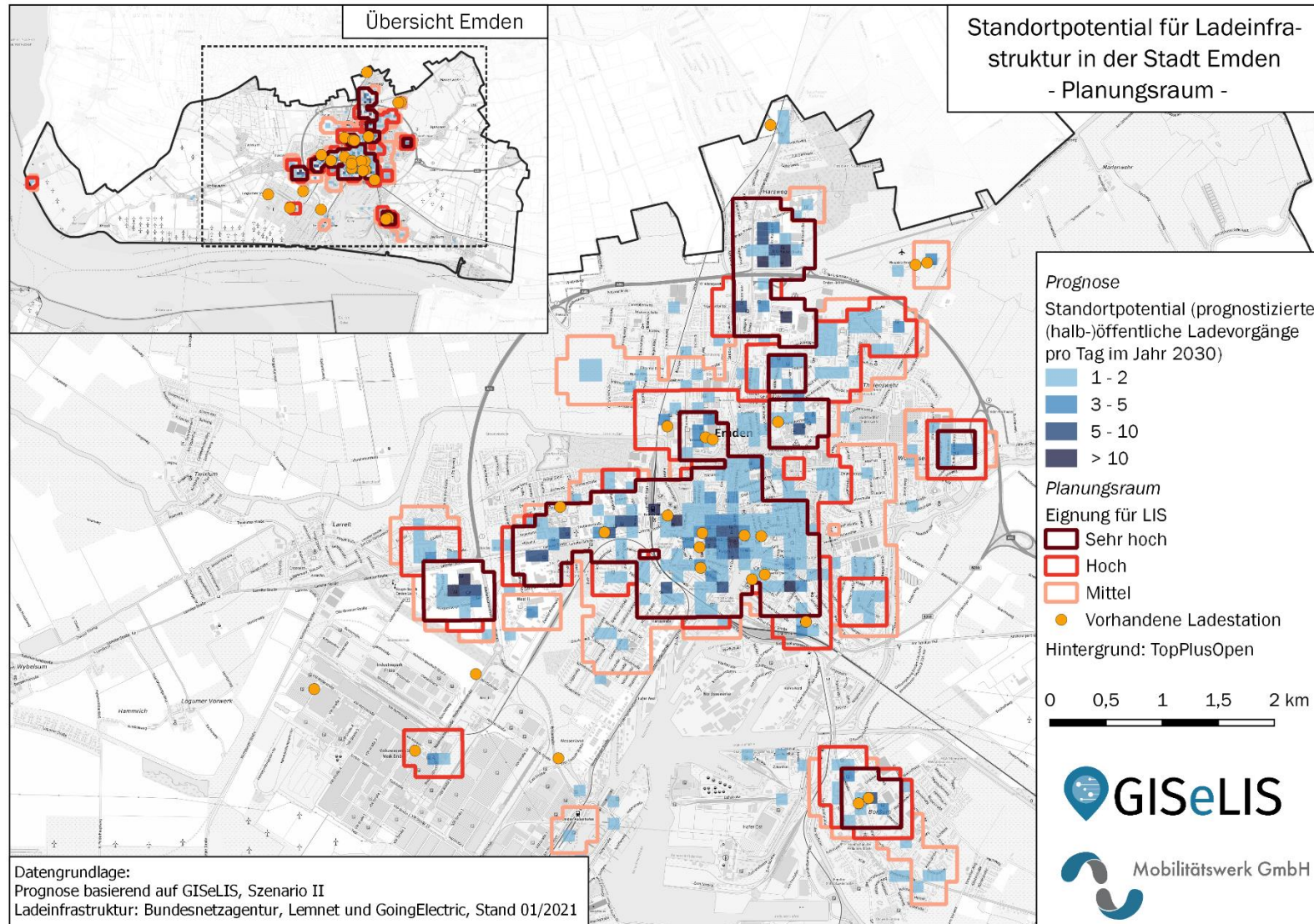


Abbildung 70: Standortpotential für Ladeinfrastruktur in der Stadt Emden

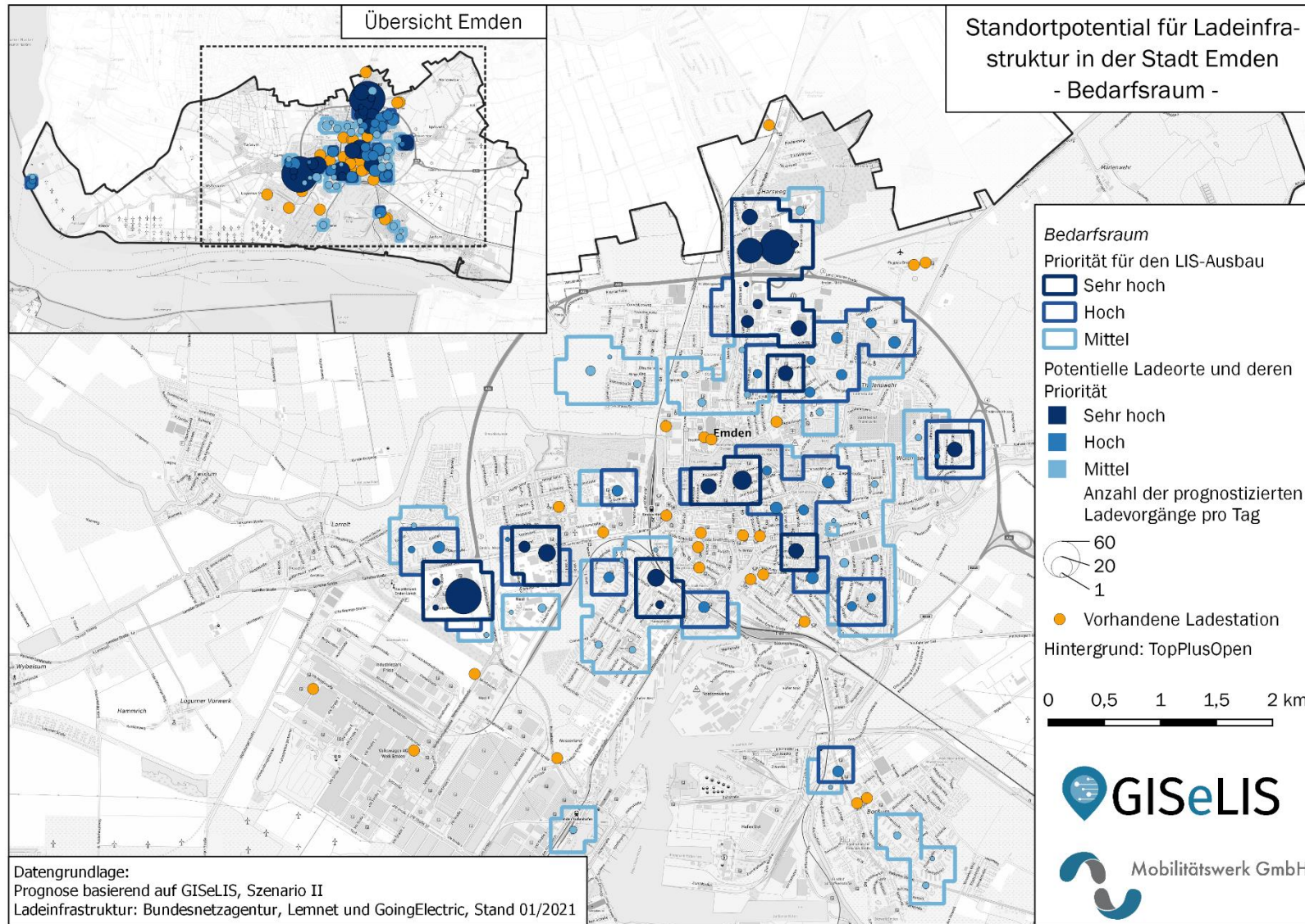


Abbildung 71: Standortpotential für Ladeinfrastruktur in der Stadt Emden-Bedarfsräume

8.4.2 Detailanalyse ausgewählter Standorte

Mit der Ausgabe der Planungs- und Bedarfsräume erhält die Stadt Emden eine Planungs- und Arbeitsgrundlage, um Standorte auf ihre Eignung zur Errichtung von LIS zu prüfen. In der Stadt Emden bestehen bereits Ausbaupläne für Ladeinfrastruktur, um die verkehrspolitischen Ziele zu erreichen und die Mobilität nachhaltig zu gestalten. Im nachstehenden Kapitel wird der Ladebedarf dreier ausgewählter Standorte dargestellt, der im Szenario II zu erwarten ist. Darüber hinaus werden Hinweise zur Errichtung von LIS gegeben, die im Zuge von weiteren Neubau- und Sanierungsmaßnahmen in Emden zu berücksichtigen sind.

Das GEIG gilt ab 2025, sollte jedoch bereits bei allen derzeitigen städtischen Planungen berücksichtigt werden. Zumindest sollte die Ertüchtigung von Leerrohren und Leitungen bereits heute erfolgen. Bei der Ausgestaltung der zukünftigen Stellplatzsatzung bzw. der Ablösesatzung der Stadt Emden sollte sich schon jetzt zwingend an den Vorgaben des GEIG orientiert werden. Es empfiehlt sich, diese Vorgaben als Mindeststandards in die Stellplatzsatzung zu übernehmen. Darüber hinaus kann die Kommune ein erhöhtes Maß (bspw. zur Anzahl der zu errichtenden Ladepunkte bei Wohngebäuden) in der Satzung festlegen.

Nicht nur LIS für Elektrofahrzeuge, sondern auch weitere alternative Mobilitätslösungen, wie z. B. Carsharing, können mit Hilfe der Stellplatzsatzung gestärkt werden. Auch kann bspw. die Schaffung von qualitativ hochwertigen Fahrradabstellplätzen als Bedingung für die Reduzierung des bei Neubauten erforderlichen Stellplatzschlüssels aufgenommen werden. Die Bauherren sind dann zur Umsetzung dieser Maßnahmen verpflichtet, wenn sie den Stellplatzschlüssel reduzieren wollen.

Vor dem Hintergrund des GEIG und dem Prognosemodell GISeLIS werden nachstehend Empfehlungen zur Ausgestaltung von LIS gegeben.

Ültje Gelände

Auf dem ehemaligen Ültje Gelände zwischen Cirksestraße, Hansastraße und Fürbingerstraße im Zentrum von Emden entsteht ein neues Quartier, dessen Erschließung weitestgehend autofrei vorgesehen ist. Ausgehend von der Cirksestraße folgen zwei verkehrsberuhigte Anwohnerstraßen in das Quartier. Vereinzelt sind straßenbegleitende Parkplätze vorgesehen, die vorrangig zum Be- und Entladen eingeplant werden. Für die Privat-Pkw der Anwohner*innen sind fest zugeordnete Stellplätze vorgesehen.¹⁵³ Das Quartier soll sozial- und umweltverträglich gestaltet werden. Für regenerative Energien stehen die Dachflächen zur Verfügung, auf denen PV-Anlagen errichtet werden können. Das Quartier umfasst ca. 210 Wohneinheiten.

Analog zur Stellplatzanzahl des Quartiers Conrebbersweg, sollte die Festlegung des Stellplatzschlüssels unter Berücksichtigung der Richtzahlen für den Einstellplatzbedarf in Niedersachsen vorgenommen werden.¹⁵⁴ Demnach sind bei EFH 1 - 2 Stellplätze, in MFH und sonstigen Gebäuden mit Wohnungen 0,5 - 2 Stellplätze je WE nachzuweisen.

*Es wird empfohlen, den Stellplatzschlüssel zwischen **1 und 1,5** für das Quartier Ültje Gelände festzulegen. Das Quartier liegt sehr zentral und es besteht ein sehr guter Anschluss an den Umweltverbund. Da jedoch vor Ort selbst keine alternativen Stellplätze vorgesehen sind, sollte der Stellplatzschlüssel bei mindestens 1 liegen, um jeder Wohneinheit einen Stellplatz sicherstellen zu können. Gemäß dem GEIG sollten alle Stellplätze mit Leitungsinfrastruktur ausgestattet werden. Darüber hinaus sollten ca. **5 % aller Stellplätze** mit LIS ausgestattet sein. Laut unserem Prognosemodell GISeLIS werden im Szenario II **sieben Ladevorgänge pro Tag im Jahr 2030** erwartet.*

¹⁵³ Stadt Emden (2020d)

¹⁵⁴ Die Richtzahlen dienen lediglich als Empfehlung und besitzen keine Verbindlichkeit.

Die Hausverwaltung bzw. die Eigentümer*in sollten im Besitz der Wallbox bzw. des Ladepunktes sein. Diese Stellplätze können dann zu einer höheren Stellplatzmiete an Mieter*innen mit E-Pkw vermietet werden. Je nach Anzahl der Stellplätze, die mit Ladepunkten bzw. Leitungen und Leerrohren ertüchtigt werden sollen, muss die Anschlussleistung am Haus groß genug geplant werden. Über einen Zähler am Stellplatz kann die Abrechnung an die Mieter*innen erfolgen. Bei Mieter*innenwechsel kann der Stellplatz so problemlos weitervermietet werden. Bauliche Veränderungen sind dann nicht erforderlich. Wird weiterer Ladebedarf durch die Mieter*innen gemeldet, kann je nach verbleibender verfügbarer Anschlussleistung weitere LIS kostengünstiger installiert werden.

Conrebbersweg

Für den Standort am Conrebbersweg wurde ebenfalls eine Mikroanalyse mit dem Modell GISeLIS durchgeführt. Basierend auf den geplanten Wohneinheiten und den Empfehlungen aus Kapitel 6 wurden für alle Bauabschnitte der zu erwartende Ladebedarf ausgegeben (vgl. Tabelle 20). In Kapitel 6.2.6 wurden bereits Empfehlungen zur Orientierung am GEIG ausgegeben. Für eine detailliertere Planung, wie viele mit Leitungen ertüchtigte Stellplätze auch direkt mit einer Wallbox versehen werden, wurde in Erweiterung die Prognose durchgeführt. In den ausgewiesenen Bedarfsräumen (vgl. Abbildung 71: Standortpotenzial für Ladeinfrastruktur in der Stadt Emden-Bedarfsräume) ist das neue Quartier Conrebbersweg noch nicht berücksichtigt, da die finale Ausgestaltung des Quartiers im Hinblick auf Attraktivität und Anfahbarkeit mit dem E-Pkw von weiteren Nutzer*innen schwer abzusehen ist. Für die kleinräumige Prognose wurde in erster Linie die Anzahl der Wohneinheiten und die geplante soziodemographische Zusammensetzung des Quartiers berücksichtigt.

Tabelle 20: Ladebedarfs im Quartier Conrebbersweg

Bauabschnitt	Ladevorgänge	Daraus abgeleitete Ladepunkte	Energiebedarf in kWh im Jahr 2030
II	5	2	86
III	8	3	157
IV	14	5	263
V	7	3	137
VI	3	2	60
Summe	37	15	647 kW

Parkhaus im Zentrum

Im Stadtgebiet von Emden gibt es 14 größere Parkplätze und das Parkhaus am Wasserturm, die stark von Besucher*innen, Gästen und Kund*innen frequentiert sind. Aufgrund dieser hohen Nutzungsfrequenz wird für diese Standorte sehr hoher Ladebedarf (mindestens acht Ladevorgänge pro Tag) prognostiziert. An diesen Orten herrschen aufgrund der Lage und der umfassenden Stellplatzanzahl grundsätzlich attraktive Bedingungen für LIS geschaffen und diese auch wirtschaftlich betrieben werden. Im Rahmen der LIS-Prognose wurde der zu erwartende Ladebedarf für den Standort City Parkhaus ausgegeben. Bei diesen Ergebnissen handelt es sich um den rechnerischen Mindestbedarf, der im Szenario II erwartet wird.

Durch das Anwohnerladen werden ca. 8 Ladevorgänge pro Tag und durch Gelegenheitsladen 52 Ladevorgänge pro Tag erwartet. Bei gleichmäßiger Verteilung und Auslastung entspricht dies ca. 20 E-Stellplätzen.

Das Parkhaus verfügt über 460 Stellplätze. Bei einer Errichtung dieser 20 Ladepunkte entspricht dies einem Anteil von 4,3 % an E-Stellplätzen. Aufgrund der zentralen Lage und der hohen Stellplatzanzahl sollte dieser Anteil einem Minimum darstellen. Diese 20 Ladepunkte sollten bereits bis 2025 errichtet und die Auslastung monitort werden. So kann im City Parkhaus ein sog. Ladehub entstehen. Die Bereitstellungen mehrerer Ladepunkte schafft eine erhöhte Ladesicherheit für Nutzer*innen, da die Wahrscheinlichkeit recht hoch ist, dass einer dieser 20 Ladepunkte frei verfügbar ist. So kann das City Parkhaus auch für E-Pkw-Nutzer*innen ohne eigenen Stellplatz am Wohnort zum Anwohnerladen zur Verfügung gestellt werden. Dafür können vergünstigte Über-Nacht-Ladetarife bereitgestellt oder eine Verknüpfung mit den bestehenden Dauerparkkarten hergestellt werden. Grundsätzlich sollte die Höchstparks- und Ladedauer an den Ladepunkten tagsüber auf zwei bis vier Stunden limitiert werden, um einer Blockierung der Ladepunkte entgegen zu wirken. Am Abend kann diese Limitierung aufgehoben werden, wenn Fahrzeuge über Nacht laden. Im Zuge von Sanierungsarbeiten sollte in Rücksprache mit den Stadtwerken Emden geprüft werden, welche Anschlussleistung am Parkhaus anliegt und ob diese für mindestens 20 Ladepunkte bereitgestellt werden kann. Darüber hinaus sollte der Strom aus erneuerbaren Energien für die E-Pkw bereitgestellt werden. Dafür ist ebenfalls die Installation von PV-Anlagen auf dem Gebäudedach denkbar. Wird für diese 20 Ladepunkte 22 kW bereitgestellt, entspricht dies einer Anschlussplanung von 440 kW die maximal gleichzeitig zur Verfügung stehen. Über die Einführung eines Lastmanagements und der Verwendung von geringeren Ladeleistungen über Nacht, stellt dies die maximale Anschlussleistung dar.

8.4.3 Anwohnerladen

Wie bereits in Kapitel 8.3.2 erwähnt, stellt die Verfügbarkeit einer Lademöglichkeit am Wohnort eine wichtige Voraussetzung zur Anschaffung eines E-Pkw dar. Durch den hohen Anteil an Ein- und Zweifamilienhäusern besteht für ca. 53 % der Bewohner*innen grundsätzlich gute Voraussetzungen zur Installation von privaten Ladepunkten. Zudem werden Ausbaustrategien an Mehrfamilienhäusern durch das GEIG und die Novellierung des Wohnungseigentümergeetzes (WEG) gesetzlich erleichtert. (Mit-)Eigentümer*innen und Mieter*innen wird die Gestattung von baulichen Veränderungen durch die Novellierung des WEG erleichtert. Eine einfache Mehrheit der Miteigentümer*innen ist ausreichend, um bauliche Veränderungen, bspw. in Form der Errichtung eines Ladepunktes, zu ermöglichen. Die Kosten sind jedoch von den potenziellen Nutzer*innen selbst zu tragen. Die WEG-Reform inkludiert auch die Belange der Mieter*innen. Diese erhalten somit das Recht auf die Errichtung eines Ladepunktes. Die Zustimmung des Vermieters ist jedoch erforderlich und die Kosten sind mitzutragen.

Um auch Anwohner*innen das Laden bzw. den Umstieg auf einen privaten E-Pkw zu ermöglichen, die nicht über einen privaten Stellplatz verfügen und somit auf das Parken (und Laden) im öffentlichen Raum angewiesen sind, ist die Errichtung von Anwohner-LIS notwendig.

In der Stadt Emden gehen vermehrt Einzelanfragen zur Umsetzbarkeit von privaten Ladelösungen ein. Die Bereitstellung eines privat genutzten Ladepunktes im öffentlichen Raum ist rechtlich nicht möglich. Das bedeutet, dass Anwohner*innen in unmittelbarer Nähe ihres Wohnortes öffentlich laden werden. Da auch die 1:1-Bereitstellung von Ladelösungen für Einzelanfragen wirtschaftlich nicht tragbar ist, wird empfohlen, dass Anwohner*innen die Möglichkeit bekommen sollten, Wunschstandorte für LIS bei der Stadt zu melden. Werden vereinzelte Quartiere mehrfach genannt, sollte der Ausbau einer öffentlichen Ladesäule dann zeitnah angestrebt werden. Da die Stadtwerke als Unternehmen ein wirtschaftliches Interesse haben, LIS zu betreiben und die Umsetzung von Standorten sich auf Gebiete im Stadtgebiet fokussieren wird, in denen eine relativ hohe Auslastung zu erwarten ist (vgl. Kapitel 8.4.1), decken sich die Ausbaupläne ggf. nicht mit den Standortwünschen von Anwohner*innen.

Der Stadt Emden kommt an dieser Stelle die Aufgabe zu, möglichst vielen Bewohner*innen Zugang zur Elektromobilität zu ermöglichen, gleichwertige Bedingungen zu schaffen. und den LIS-Ausbau

dann finanziell mit zu unterstützen. Standorte, an denen Anwohner-LIS geschaffen werden soll, müssen mit den Stadtwerken besprochen und eine Kostenteilung bzw. Regelungen zur Kostenübernahme der Stadt ausgehandelt werden. Die Errichtung und der Betrieb der LIS wird dann idealerweise von den Stadtwerken übernommen.

Die Erfassung von Wunschstandorten und der Nachfrage ist für einen bedarfsgerechten LIS-Ausbau essenziell. Für die Schaffung von LIS für Anwohner*innen ist es jedoch auch wichtig, kein falsches Erwartungsmanagement zu schüren, da ggf. nicht an allen Wunschstandorten LIS ausgebaut werden kann. Befindet sich im Umkreis von ca. 500 m ein Ladeort, so kann dieser den Ladebedarf von Anwohner*innen mit decken. Darüber hinaus bestehen ggf. alternative Flächen von Einzelhändlern oder Behördenstandorten, die mit LIS ausgestattet sind und über Nacht oder am Wochenende kaum genutzt wird. Hier ist die gezielte Ansprache der jeweiligen Flächeneigentümer Aufgabe der Stadt, um eine Öffnung dieser LIS für Dritte ggf. zu bewirken.

8.5 Ableitung einer Modellregion

Der Produktionsstandort für E-Pkw, vermehrte Aktivitäten im Bereich der erneuerbaren Energieerzeugung, eine große Affinität der Gewerbetreibenden und Bürger*innen und der überdurchschnittlich hohe Anteil an E-Pkw, die heute schon im Stadtgebiet und in der Region Ostfriesland unterwegs sind, heben Emden und die Region Ostfriesland deutlich von anderen Regionen ab. Es besteht ein äußerst hohes Potenzial für die Entwicklung der Region als Vorzeigeregion.

*Eine **Modellregion Ostfriesland** in der die Rahmenbedingungen hinsichtlich LIS-Verfügbarkeit und vieler kommunikativer Maßnahmen sich deutlich von anderen Regionen abheben kann, bietet hier aufgrund der Rahmenbedingungen einen großen Hebel. Eine solche Modellregion könnte dann die Errichtung von ca. 5 000 Ladepunkten in Ostfriesland bedeuten, sofern im Jahr 2030 ca. ein Drittel aller Pkw in der Region E-Pkw wären¹⁵⁵.*

In der Unternehmensbefragung wurden bereits innerhalb der Stadt viele Aktivitäten und Erfahrungen der elektrifizierten Flotten deutlich. Dieser Erfahrungsaustausch sollte innerhalb der Region gefördert werden. Unternehmen, die bereits E-Pkw in ihrer Flotte haben, sollten prüfen, ob Lademöglichkeiten auch für Kund*innen und Besucher*innen bereitgestellt werden können, so dass diese öffentlich zugänglich gestaltet werden. Darüber hinaus sollten weitere Unternehmen aktiviert werden, ihre Flotten zu elektrifizieren. Die lokalen Stadtwerke würden als Erstansprechpartner fungieren und können ihre Produkte und Dienstleistungen zielgruppenspezifisch vermarkten. Dies umfasst nicht nur die Installation und Wartung von LIS, sondern auch die Verknüpfung von PV-Anlagen bzw. direktem Strombezug aus erneuerbaren Energieanlagen und Speichersystemen vorantreiben. Neben Unternehmen sind auch Privatpersonen und Akteure der Wohnungswirtschaft zu aktivieren und entsprechende Dienstleistungen und Produkte anzubieten. Nur wenn LIS ganzheitlich betrachtet und alle Ladeorte- zu Hause, am Arbeitsplatz und im(halb-)öffentlichen Raum berücksichtigt werden, kann der LIS-Ausbau von 5 000 Ladepunkten in der Region Ostfriesland und die langfristige Verankerung von Elektromobilität erfolgen. Neben der Bereitstellung von Informationen zu Produkten und Dienstleistungen der einzelnen Akteure ist auch das Schaffen von Testangeboten essenziell. Werden diese Potenziale voll ausgeschöpft und Synergien gut genutzt, können sich Entwicklungen abzeichnen, die dem Szenario III entsprechen. Wird das Leasing- und Kaufangebot weiterhin von fast allen Mitarbeiter*innen genutzt und der Anteil der von VW bereitgestellten E-Pkw beträgt 85 %, so ergeben sich für Emden folgende Ergebnisse:

¹⁵⁵ Entspricht den Annahmen aus Szenario II (vgl. Kapitel 8.2.2) . Dabei wird der tatsächliche (E-)Pkw-Bestand der in Wolfsburg zugelassenen Leasingfahrzeuge durch VW-Mitarbeiter*innen und der vor Ort zugelassenen Fahrzeuge berücksichtigt.

Tabelle 21: Prognose der erwarteten E-Pkw im Szenario III

Jahr	BEV	PHEV	Anteil der E-Pkw am Pkw-Bestand in %
2020	1150	112	0,8
2025	2454	1636	14,7
2030	5353	2883	32,3

Gegenüber dem Szenario II ergibt sich daraus ein höherer öffentlicher Ladebedarf, für dessen Deckung dann bis 2030 119 statt 90 AC-Ladesäulen und fünf statt vier DC-Ladesäulen. Dabei handelt es sich wieder um eine rechnerische Mindestgröße, um den Ladebedarf zu decken. Ein Ausbau darüber hinaus schafft eine höhere Sichtbarkeit und ein attraktives Ladeangebot.

Um die umliegenden Landkreise Aurich, Leer und Wittmund einzubeziehen, sollte eine einheitliche Tarifstruktur und Zugänglichkeit an allen öffentlichen Ladesäulen in der Region umgesetzt werden. Neben der reinen Anzahl an E-Pkw und dem LIS-Ausbau, die eine Basis darstellen, sind auch Kommunikationsmaßnahmen und die Umsetzung von Innovationsprojekten in der Region erforderlich. Alle potenziellen Nutzergruppen sollten angesprochen werden und Maßnahmen dieser Studie auf ihre Übertragung über die Stadtgrenzen hinaus geprüft werden.

8.6 Zusammenfassung: Ausbaukonzept

Kernaussagen:

- 2030 werden mindestens 237 öffentliche AC-Ladepunkte und 15 DC-Ladepunkte notwendig sein, um den öffentlichen Ladebedarf zu decken. Diese sollten vorwiegend innerhalb der ausgewiesenen Bedarfsräume platziert werden.
- Gegenüber dem übrigen Bundesgebiet ist in Emden und in der Region Ostfriesland aufgrund des großen Einflusses von VW ein deutlich schnellerer Markthochlauf zu erwarten: In Szenario II wird bis 2030 ein Anteil von ca. 27 % E-Pkw im Gesamt-Pkw-Bestand erwartet, im bundesweiten Schnitt lediglich 22 %.
- Die Ausgestaltungsmöglichkeiten der Stadt Emden gemeinsam mit der lokalen Energiewirtschaft und VW sind sehr hoch, Emden bzw. Ostfriesland als Modellregion für Elektromobilität von anderen Regionen deutlich abzuheben.
- Die Ausbaupläne von VW sehen einen Ausbau von über 200 Ladepunkten am Werk vor, die vorrangig für Mitarbeiter*innen und Besucher*innen zur Verfügung stehen. Damit schafft VW eine hohe Sichtbarkeit und Platzierung des Themas und stellt einen attraktiven Ladeort dar.
- Eine Errichtung von LIS über die Prognosezahlen hinaus steigert die Ladesicherheit und Wahrnehmung des Themas in Emden und kann zu einer Förderung des Markthochlaufes führen.
- Für den Ausbau sind Flächeneigentümer und Unternehmen zu sensibilisieren und zu aktivieren, LIS ggf. auch für Dritte öffentlich zugänglich zu machen.
- Zur Deckung des Ladebedarfes von Anwohner*innen ohne eigenen Stellplatz müssen diese Flächeneigentümer aktiviert werden. Die Stadt sollte Wunschstandorte der Anwohner*innen erfassen und sich aktiv an der Umsetzung von Anwohnerlademöglichkeiten mitbeteiligen.
- Der Mehrbedarf an Strom durch Elektromobilität beträgt im Jahr 2030 ca. 14,9 GWh. Dieser Bedarf wird bereits heute schon durch Erneuerbare Energieanlagen aus Emden gedeckt. Durch den weiteren Einsatz von WKA sowie den weiteren Ausbau von PV-Anlagen bis 2030, kann die sichere Deckung des Mehrbedarfes ermöglicht werden. Auf Verteilnetzebene wird in vereinzelten Gebieten eine Netzverstärkung notwendig sein,
- Bei zukünftigen Planungen und Neubauten sollte sich die Stadt Emden schon heute an den Vorgaben des GEIG orientieren, um später Ladepunkte leichter nachrüsten zu können.
- Die zentralen großen Parkplätze in Emden stellen attraktive Ladeorte für das Gelegenheitsladen dar und sollten im Zuge des öffentlichen LIS-Ausbaus priorisiert werden. Aufgrund der hohen Stellplatzanzahl kann an diesen Orten auch mehrere Ladepunkte nebeneinander errichtet werden, um die Ladesicherheit zu erhöhen und attraktive Angebote zu schaffen.

Die Stadt Emden schafft mit dem Elektromobilitätskonzept die Voraussetzung für einen bedarfsgeordneten Ausbau der LIS. Als Inhaber des Planungsrechts wird die Stadt Emden Haupttreiber der Umsetzung in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Emden und der lokalen Energiewirtschaft sein. Die ermittelte Anzahl an Ladestationen ist als bedarfsorientierte Abdeckung zu verstehen. Für eine erhöhte Außenwirkung im Sinne der Wahrnehmung der Elektromobilität und zur Steigerung des Sicherheitsempfindens der Einwohner*innen und Besucher*innen der Stadt Emden kann ggf. die Installation weiterer Lademöglichkeiten zielführend sein bzw. sollte der Ausbau der prognostizierten Anzahl an Ladestationen von einer öffentlichkeitswirksamen Vermarktung begleitet werden. Geeignete Standorte für öffentliche und halböffentliche LIS sollten vorrangig innerhalb der Bedarfsräume ausgewiesen werden. Das Szenario II mit einem gesteigerten Markthochlauf wird als am wahrscheinlichsten eintretendes Szenario gesehen, da die Motivation und Bereitschaft zur Ausgestaltung der Elektromobilität in der Stadt Emden außerordentlich hoch ist. Dies wurde durch die Bestandsanalyse, die Unternehmensbefragung und die hohe Auslastung an den bestehenden Ladepunkten deutlich. Bei einem E-Pkw Leasing- und Kaufanteil durch VW- Mitarbeiter*innen von 85 % kann ein Eintritt des Szenario III erfolgen und wird als durchaus realisierbar betrachtet, da der Einfluss von VW im gesamten Stadtgebiet ersichtlich und die Hebelwirkung für die breite Verankerung der Elektromobilität extrem hohes Potenzial darstellt. Die Stadt sollte so in Zusammen-

arbeit mit VW regelmäßig im Austausch stehen, um den tatsächlichen E-Pkw- Bestand zu monitoren, da die in Emden zugelassenen E-Pkw nur einen Teil des tatsächlichen E-Pkw-Bestandes in Emden darstellen.

Die Ausbauaktivitäten von dritten Akteuren, wie z. B. Supermarktketten, regionalen Einzelhändlern und Unternehmen, sollten von der Stadt aktiv verfolgt und erfragt werden. Der Stadt Emden kommt an dieser Stelle die Aufgabe zu, bei ihren Einrichtungen für die entsprechenden Kapazitäten hinsichtlich der privaten LIS zu koordinieren und Beratungs- und Informationsangebote öffentlichkeitswirksam zu vermarkten. Auch zur Schaffung von Anwohnerladelösungen muss die Stadt aktiv Lösungen mitentwickeln und Pilotprojekte starten. Dies kann bspw. die Standorterrichtung von Wallboxsharing (auf privaten Flächen) oder die Öffnung von Behördenstandorten über Nacht umfassen. Unter der anhalten Motivation und Bereitschaft, LIS darüber hinaus zu errichten und der Wirkung von VW als Arbeitgeber mit attraktiven Leasing- und Kaufangeboten und dem Verbleib von einem Teil der jung gebraucht weiter verkauften VW-Fahrzeuge, die in der Region verbleiben, hat die Stadt Emden und die Region Ostfriesland ein äußerst hohes Potenzial im Bereich der Elektromobilität deutschlandweit eine Vorreiterrolle einzunehmen.

9 Synergien zur lokalen Wasserstoffwirtschaft

Kernaussagen:

- Es wurden bereits eine Vielzahl von Projekten zur Erprobung von produktionsnahen Anwendungsfällen der Wasserstofftechnologie und der Effizienzsteigerung von Elektrolyseuren und damit einer Kostenreduktion in Emden umgesetzt wie z.B. WASH2Emden, HydroChain und HPEM2GAS.
- Das Hafengebiet mit LKW-Transporten, regionale Beförderungsunternehmen mit Busflotten und der VW-Konzern mit CO₂-neutralen Zulieferungsketten eignen sich besonders als Abnehmer von Wasserstoff, sodass die Errichtung der Wasserstofftankstelle an der Frisiastraße ein wichtiger Schritt zur Stärkung der lokalen Wasserstoffwirtschaft darstellt
- Es bestehen zahlreiche Kompetenzträger und Best Practices zum Einsatz von Wasserstoff-Mobilität in Emden und der Region, sodass ein effizienter Wissenstransfer zukünftig auch weiter zur Stärkung der lokalen Wasserstoffwirtschaft beitragen wird
- Zur Errichtung eines Elektrolyseurs sollten neben der Energie aus dem entstehenden PV-Park auch die Potenziale aus den On- und Offshore Windkraftanlagen genutzt werden, um eine durchgängig hohe Auslastung des Elektrolyseurs zu erreichen. Solarstrom eignet sich besonders am Tage, die Windkraft in der Nacht. Für die Übergangszeiten und zur Stabilisierung sollte Energie aus dem Biomassekraftwerk genutzt werden.

Wasserstoff gilt als einer der Schlüsselbausteine der Energiewende, sofern dieser möglichst grün erzeugt wird. Insbesondere als Zwischenspeicher für erneuerbare Energien eignet sich Wasserstoff und ist damit für die Sektoren Verkehr, Energie, Wärme und Industrie von besonders hoher Relevanz. Die Forschung im Bereich der Nutzung von Wasserstoff im Verkehrssektor wird seit einigen Jahren vorangetrieben, steckt aber derzeit im Vergleich zur Elektromobilität noch am Anfang der Entwicklung. So waren Anfang 2020 weniger als 1 000 Brennstoffzellenfahrzeuge zugelassen¹⁵⁶.

Wasserstoff in der Verwendung in Brennstoffzellen eignet sich vorrangig für die Nutzung in schweren Nutzfahrzeugen, den Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr und allgemein für Fahrzeuge, die eine große Reichweite benötigen oder dauerhaft im Betrieb sind wie z.B. Taxen. Ob sich die Nutzung von Wasserstofftechnologie im Individualverkehr durchsetzt, hängt stark von der preislichen Konkurrenzfähigkeit, den politischen Rahmenbedingungen und Regularien ab.¹⁵⁷

Insbesondere im Industriesektor kann grüner Wasserstoff erheblich zur Minderung der THG-Emissionen beitragen. Zudem kann die Stahlproduktion, bei der sonst eine hohe Menge CO₂ anfällt, durch den Einsatz von Wasserstoff klimaneutraler gestaltet werden. Aufgrund der direkten Verbrennung von Wasserstoff kann dieser den bislang eingesetzten fossilen Koks zur Wärmeerzeugung bei der Stahlherstellung nahezu direkt ersetzen. Wasserstoff kann aber auch für die Herstellung von schadstoffverminderten Treibstoffen verwendet werden. Es bestehen zahlreiche weitere Anwendungsfälle im Industrie- und Wärmesektor, nachfolgend wird der Schwerpunkt jedoch auf die Akteure und Aktivitäten in Emden aus dem Verkehrssektor gelegt.^{158, 159, 160}

¹⁵⁶ vgl. DLR 2020

¹⁵⁷ vgl. ebd.

¹⁵⁸ vgl. ebd.

¹⁵⁹ vgl. thyssenkrupp Steel 2020

¹⁶⁰ vgl. Bosch 2020

9.1 Bestehende Akteure, Konzepte und Maßnahmen

Die Hafenstadt Emden versucht, mit zahlreichen Projekten ihr Potential im Bereich Wasserstoff auszuschöpfen. Insbesondere die Nähe des Hafens zu den Windparks der Region bietet gute Bedingungen, um grünen Wasserstoff herzustellen, und bildet damit die Grundlage für die Potentialstudie „WASh2Emden“.

In den Windparks ist oftmals eine große Menge an überschüssigem Strom vorhanden, welche jedoch nicht gespeichert werden kann. So wurden im Jahr 2019 laut der Bundesnetzagentur 6.482 GWh Strom aus Erneuerbaren Energien im Rahmen des Einspeisemanagements abgeregelt. Davon entfielen 78 % auf Windenergie an Land und 18 % auf Windenergie auf See¹⁶¹. Gleichzeitig weisen Häfen und hafennahe Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) einen hohen Energieverbrauch und somit auch CO₂-Ausstoß auf. Die Speicherung dieses Stroms in Form von Wasserstoff könnte nicht nur in Häfen resp. Hafenstädten Anwendung finden, sondern einen entscheidenden Beitrag zur Energiewende leisten. So wurde im Rahmen, der von Ende 2018 bis Mitte 2020 durchgeführten Studie „WASh2Emden“ untersucht, wie aus **regenerativer Energie Wasserstoff erzeugt** und verschiedenen **Nutzern im Hafen zur Verfügung** gestellt werden kann. Hierbei wurde eine Umfrage in verschiedenen Organisationen im Emdener Hafen zu ihrem Energiebedarf erhoben. In die Studie waren Leadpartner Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, die abh INGENIEUR-TECHNIK GmbH, die DBI-Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg, die MARIKO GmbH, die Tyczka Unternehmensgruppe sowie die Hochschule Emden/ Leer involviert.¹⁶² Die Studie, ergab, dass die Anwendungen im Hafen sich größtenteils gut für den Einsatz von Wasserstoff eignen und eine Umsetzung sinnvoll ist. Heute kann dafür bereits grüner Wasserstoff günstig erzeugt werden.¹⁶³ Auf Basis einer Datenanalyse wurde festgestellt, dass ca. 10 500 Tonnen CO₂ im Emdener Hafen eingespart werden können. Dies entspricht etwa 8 % der Gesamtemissionen.¹⁶⁴ In einer Unterstudie wurde zudem untersucht, inwiefern Wasserstoff aus Skandinavien oder Nordamerika importiert werden kann, da der Überschuss an Windstrom nicht den Gesamtbedarf des Hafens von 294 GWh (2019) decken würde.¹⁶⁵

*Auch durch die geringere Energieeffizienz bei der Produktion von Wasserstoff im Vergleich zur Direktnutzung von aus erneuerbaren Energiequellen stammendem Strom und den hohen Transportkosten sollte ein **längerer Transport von Wasserstoff vermieden** werden und idealerweise im **Umkreis von 25 km hergestellt** werden. ¹⁶⁶*

Im Anschluss an die Studie „WASh2Emden“ wurde das Projekt „**HydroChain**“ initiiert, welche erste Anwendungen von Wasserstoff demonstrieren und deren Umsetzungsphase einläuten soll.¹⁶⁷ Hierbei soll eine Wasserstoffkette mit am Markt verfügbaren Technologien aufgebaut werden. Geplant ist daher die Errichtung eines Elektrolyseurs, **einer öffentlichen Wasserstofftankstelle** und einiger Betriebstankstellen sowie die **Beschaffung von Wasserstofffahrzeugen**. Bislang ist für das Projekt noch kein Zeithorizont bekanntgegeben worden, dies wird voraussichtlich 2021 der Fall sein. ¹⁶⁸

Darüber hinaus ist Emden die einzige deutsche Stadt, die am europaweiten Wasserstoffforschungsprojekt „**HPEM2GAS**“ beteiligt ist, das im April 2016 für 36 Monate startete. Projektpartner sind unter anderem die Hochschule Emden/ Leer und die Stadtwerke Emden. Im Rahmen des Projektes wurde in Emden ein Elektrolyseur von den Stadtwerken betrieben. Ziel des Projekts war es,

¹⁶¹ Dies entspricht 5 056 Gigawattstunden Wind an Land sowie 1 167 Gigawattstunden auf Wind auf See, vgl. Bundesnetzagentur 2020

¹⁶² vgl. BMVI o. J.

¹⁶³ vgl. Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG 2020

¹⁶⁴ vgl. Graf 2020

¹⁶⁵ vgl. Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG 2020

¹⁶⁶ vgl. Kloss 2019

¹⁶⁷ vgl. Graf 2020

¹⁶⁸ vgl. ebd.

die **Effizienz des Elektrolyseurs zu steigern** sowie die **Investitions- und Produktionskosten von Wasserstoff zu reduzieren, um die Verbreitung der Technologie voranzubringen**. Durch eine Verdreifachung der Elektrolysestromdichte und einer Minimierung der Materialkosten, sind die gesamten Kosten für eine solche Anlage deutlich gesunken.¹⁶⁹ Der Elektrolyseur in Emden produzierte eine tägliche Menge von 80 kg Wasserstoff, welcher durch Windenergie aus den Polderflächen bei Emden gespeist werden.^{170, 171}

Es gab bereits Bestrebungen zahlreicher, bereits genannter Akteure aus Emden und der Region eine **niedersächsische Wasserstoffallianz** zu gründen. Die Umsetzung konnte nicht vollzogen werden, dennoch ist dieses noch lose Netzwerk eine essentielle Grundlage für die zukünftige und weitere Förderung von Wasserstoff durch die Kompetenzträger. Hierzu gehören die Hochschule Emden/ Leer, die Stadtwerke Emden, das Maritime Kompetenzzentrum MARIKO, die Firma Enercon und der Landkreis Emsland.¹⁷²

Nennenswert ist zudem das deutsch-niederländische Projekt „**H2Watt**“, welches sich der Umsetzung von Projekten zur Implementierung von Wasserstoff am Fallbeispiel der Wattenmeerinseln Borkum und Ameland verschrieben hat. So soll der **Wissenstransfer** im Bereich Wasserstoff sowie die praktische Anwendung vorangetrieben werden. Beteiligt sind u.a. die Hochschule Emden/ Leer, die MARIKO GmbH und die in Emden ansässige Firma abh INGENIEUR-TECHNIK GmbH. Das Projekt startete im September 2020 und ist auf zwei Jahre ausgelegt.¹⁷³

Ein weiteres deutsch-niederländisches Kooperationsprojekt war „**power to flex**“, in dessen Rahmen Versuchsanlagen für die Speicherung erneuerbarer Energien – u.a. in Form von Wasserstoff – entwickelt werden sind.¹⁷⁴ Auch hier waren die Hochschule Emden/ Leer und die Stadtwerke Emden beteiligt. Das Projekt lief vom 01.04.2016 bis zum 01.04.2020.¹⁷⁵

In der Region ist zudem ein Großprojekt in Form einer **Elektrolyseuranlage im nahe gelegenen Ort Diele** geplant, welche frühestens ab 2022 in Betrieb genommen werden soll.¹⁷⁶ Ausschlaggebend für den Standort Diele sind unter anderem der Netzverknüpfungspunkt von BorWin 1 (400 MW) und BorWin 2 (800 MW), durch den die Offshore-Windparks an das Stromnetz angeschlossen werden.¹⁷⁷ Aber auch der mögliche Anschluss an das Gasnetz war hier ein Auswahlkriterium. Der am Standort erzeugte grüne Wasserstoff soll in die vorhandenen Erdgasleitungen eingespeist werden.¹⁷⁸ Mit 100 Megawatt wäre die von Thyssengas gebaute Pilotanlage die größte deutsche Power-to-Gas-Anlage.¹⁷⁹ So würde ein weiterer Baustein zur Herstellung von Wasserstoff in der Region geschaffen werden. Durch das geplante Einspeisen in die Gasleitungen wird die Nutzung jedoch eher an einer anderen Stelle als Emden erfolgen.

Für die Wasserstoffproduktion und Nutzung in Emden plant der Konzern **Statkraft** mit einem Konsortium am Emder Statkraft-Standort die **Errichtung eines Elektrolyseurs** mit einer Leistung von 50 MW. Ab 2023 soll der Elektrolyseur erstmals Wasserstoff produzieren. Der Tankstellenbetreiber SCORE projiziert in diesem Zusammenhang in Emden den **Bau einer modularen Wasserstofftankstelle an der Frisiastraße** in Hafennähe. Weiteres dazu befindet sich auch im Kapitel 9.2.2.

Als **Abnehmergruppen** für den von dem Konsortium in Emden produzierten Wasserstoff kommen unter anderem **Beförderungsunternehmen** mit großen Busflotten in Frage sowie der **regionale**

¹⁶⁹ vgl. cordis.europa.eu 2020

¹⁷⁰ vgl. Kommunale Klimaschutz- und Energiepolitik stadt+werk 2020

¹⁷¹ vgl. hpem2gas.eu 2019

¹⁷² vgl. IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr 2019

¹⁷³ vgl. MARIKO gemeinnützige GmbH 2020

¹⁷⁴ vgl. Power to flex 2017

¹⁷⁵ vgl. 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen 2020

¹⁷⁶ vgl. Norddeutscher Rundfunk 2020

¹⁷⁷ vgl. TenneT TSO GmbH 2020a, TenneT TSO GmbH 2020b

¹⁷⁸ vgl. Edison Media – Heimat der Generation E 2020 (2019)

¹⁷⁹ vgl. Thyssengas GmbH o. J.

Transportsektor oder auch der nahe gelegene **VW-Konzern** in Frage. Gestartet wird das Projekt mit der Installation eines 5 MW-Elektrolyseurs, durch den bereits genügend Wasserstoff für den jährlichen Betrieb von 85 Bussen produziert werden könnte. Eine Erhöhung bis 50 MW ist geplant. Die Anlage soll hauptsächlich von einem entstehenden PV-Park der Energiepark Emden gespeist werden. Hinter dem Konsortium stehen neben dem Projektierer GP Joule auch die Investitionsgesellschaft Terravent Investments sowie die Brons Group.¹⁸⁰

Häufig werden Brennstoffzellenfahrzeuge entweder im Nutzfahrzeugbereich oder bei Langstreckenfahrzeugen favorisiert. Dies gilt meist auch für **Taxi-Unternehmen**. Insbesondere diese Gruppe könnte bei bestehendem Interesse am Einsatz alternativer Antriebe wie H₂ durch die Aufnahme in das Projektkonsortium unterstützt werden. Bei Errichtung der Wasserstofftankstelle sollte auch eine Erprobung der Fahrzeuge im Realbetrieb ermöglicht werden.

Aufgrund des geringen Wirkungsgrades von Wasserstoff spricht sich der **VW-Konzern** zwar derzeit noch gegen die Brennstoffzellentechnologie im Verkehrssektor aus, dennoch plant VW aktiv eine E-Auto-Plattform mit Brennstoffzellenoption, die sich vor allem für den Einsatz in Fahrzeugen lohnt, die eine große Kraft aufbringen oder lange Strecken absolvieren müssen.^{181, 182} Zudem strebt der **Konzern eine komplette Klimaneutralität bis 2025** am Standort Emden an. Um dieses Ziel zu erreichen, werden Überlegungen für einen klimaneutralen Lieferverkehr sowohl an Land als auch zu Wasser angestellt. Seit 2020 verschifft VW Fahrzeuge mit einem durch LNG-betriebenen Frachter (sog. Autotransporter/ Car-Carrier), wobei der positive Einfluss auf die Umwelt durch die Nutzung von LNG umstritten ist, da bei der Nutzung von LNG womöglich große Mengen Methan freigesetzt werden. Bei neueren Fahrzeugen wird dieser Effekt stetig durch die technologische Weiterentwicklung reduziert. Dennoch betont VW, dass neben der Nutzung von Erdgas auch die Nutzung von Biogas und E-Gasen aus regenerativen Quellen in Betracht gezogen wird.¹⁸³

Weitere wichtige Akteure für die Wasserstoffwirtschaft in Emden sind insbesondere auch bestehende Akteure der Energiewirtschaft wie Stromversorgungsunternehmen und Überspannungsnetzbetreiber wie die TenneT und Amprion.

9.2 Synergien aus der Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie

Auf Basis dieser optimalen Voraussetzungen, werden in Zukunft neben der batterieelektrischen Mobilität auch wasserstoffbasierte Brennstoffzellentechnologien eine hohe Relevanz in Emden haben. Um die notwendige Nachfrage nach dieser Technologie generieren zu können, müssen insbesondere, wie im Projekt Wash2Emden bereits angestrebt wurde, **produktionsnahe Anwendungsfälle** in der Stadt und z.B. am Hafen geschaffen werden, um den Energieverlust so gering wie möglich zu halten.

In diesem Zusammenhang ist auch auf die Relevanz politischer Akteure auf Bundesebene hinzuweisen. Nur durch die Anpassung der regulatorischen Rahmenbedingungen kann eine Grundlage für Unternehmen geschaffen werden, um grünen Wasserstoff wirtschaftlich zu produzieren und nicht auf grauen Wasserstoff zurückzugreifen. Dazu zählen:

- Die Befreiung des zum Betrieb von Elektrolyseanlagen benötigten Stroms von den EEG-Umlagen
- Die anfallenden Prozesse (Verflüssigung und Verdichtung) sollten ebenfalls von den EEG-Umlagen befreit werden.¹⁸⁴

¹⁸⁰ vgl. energate-messenger.de 2020

¹⁸¹ vgl. Volkswagen AG 2019

¹⁸² vgl. auto-motor-und-sport.de 2019

¹⁸³ vgl. süddeutsche.de 2020

¹⁸⁴ vgl. BMWI 2020

- Die Umlagebefreiung soll mit der aktuellen Reform des EEG 2021 in Kraft treten.¹⁸⁵

Die Befreiung wird dafür sorgen, dass die Kosten des produzierten grünen Wasserstoffs deutlich niedriger ausfallen werden, da die EEG-Umlage in Höhe von 6,5 Ct/kWh wegfällt.^{186,187} **Damit kann die Wasserstoff-Technologie in Emden und der Region unter Erreichung der festgesetzten Klimaschutzziele des Masterplan 100 % Klimaschutz insbesondere unter Einsatz von grünem Wasserstoff weiter vorangetrieben werden.** Positive Anreize zur Förderung dieser Technologien, wie z. B. eine stärkere Befreiung von den Steuern und stärkere finanzielle Förderungen, können geeignete Möglichkeiten sein.

9.2.1 Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie

Im Fahrzeugbestand werden in Zukunft je nach Fahrzeugklasse und Einsatzzweck unterschiedliche Antriebsarten zum Einsatz kommen. Anwendungsbereiche wird es sowohl für Elektromobilität (batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge) als auch für die Brennstoffzellentechnologie (mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge) geben.

Batterieelektrische Fahrzeuge werden auf lange Sicht, das heißt etwa in den nächsten 20 bis 30 Jahren, den größten Anteil am Kraftfahrzeugmarkt einnehmen.¹⁸⁸ Dies ist u. a. darin begründet, dass Elektromobilität aktuell vollumfänglich nutzbar und bereits als fertige Technologie auf dem Markt für jeden Anwendungsbereich im Mobilitätssektor verfügbar ist. Durch den bereits erfolgten Einstieg in die Massenproduktion führen Kostenvorteile von batterieelektrischen gegenüber Brennstoffzellen-Fahrzeugen mindestens mittelfristig zu einem erheblichen Vorteil.

Für Distanzen bis ca. 200 bzw. 300 Kilometer eignen sich im Pkw- bis hin zum leichten Nutzfahrzeug-Segment, je nach Fahrzeugmodell, insbesondere batterieelektrische Antriebe. Der Einsatz von Batterien eignet sich überall dort, wo vergleichsweise wenig Energie mit vergleichsweise hohem Leistungsbedarf benötigt wird¹⁸⁹.

Diese werden den Markt alternativer Antriebe in den kommenden Jahren aufgrund der Marktreife des Systems „Elektromobilität“ bestehend aus Fahrzeug und LIS auch weiterhin dominieren. Die Marktentwicklung im Pkw-Segment wird jedoch vorwiegend von der Produktpolitik der Hersteller und den Kostenentwicklungen in der Bereitstellung bzw. Erzeugung von Wasserstoff abhängen. Zudem ist der Ausbau von LIS für batterieelektrische Fahrzeuge bereits deutlich vorangeschritten und wesentlich einfacher zu realisieren, als dies für Wasserstofftankstellen der Fall ist.

Es gibt jedoch Anwendungen, in denen die Reichweiten-Problematik auch durch den intelligenten Einsatz von Elektromobilität und unter Berücksichtigung von Effizienz- und Umweltkriterien nicht lösbar ist. Für diese Anwendungen kann der Einsatz von grünem Wasserstoff, erzeugt aus erneuerbaren Energien, eine sinnvolle Alternative sein, um Emissionen einsparen und den Auswirkungen des Klimawandels entgegenwirken zu können.

*Aufgrund des geringeren Eigengewichtes der wasserstoffbetriebenen Fahrzeuge im Vergleich zu batterieelektrischen Fahrzeugen eignen sich diese vorerst für **längere Reichweiten bzw. hohe Verbräuche im Nutzfahrzeugbereich** mit hohem Eigengewicht der Fahrzeuge. Die Eignung ist besonders hoch, wenn **Produktions- und Nutzungsort von Wasserstoff zusammenfallen** (geschlossener Versorgungskreislauf).*

¹⁸⁵ vgl. Pinsent Masons LLP Germany 2020

¹⁸⁶ vgl. BMWI 2020

¹⁸⁷ vgl. enbausa.de 2020

¹⁸⁸ vgl. KIT Elektrotechnisches Institut 2019

¹⁸⁹ vgl. ebd.

Im Pkw-Bereich sollte es keinen „Umweg“ über Wasserstoff geben, wenn der Strom direkt verwertet werden kann. Aufgrund des gegenwärtig schlechten Wirkungsgrades haben Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb einen hohen Primärenergiebedarf und benötigen eine aufwändige Infrastruktur. Daher beurteilen auch Forscher den Einsatz von Wasserstoff im Massenmarkt der Pkw (noch) als ungeeignet¹⁹⁰.

Nachstehend werden zwei Best-Practices aus Niedersachsen genannt, die auch für die Stadt Emde an Relevanz gewinnen könnten. Es wurde dargelegt durch welche Förderprogramme die Vorhaben unterstützt wurden. Weiterführende Förderprogramme für die Brennstofftechnologien wurden im Kapitel 10 aufgenommen.

Tabelle 22: Best Practices in Niedersachsen zum Einsatz wasserstoffbetriebener Fahrzeuge

Best-Practices	Beschreibung
Wasserstoffbetriebene Nutzfahrzeuge der FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG ¹⁹¹ (Osterholz-Scharmbeck)	• Hauptaugenmerk auf Müllfahrzeuge und Straßenreinigungsfahrzeuge • Kombination aus Brennstoffzellentechnologie und Batterietechnologie • Batterien mit 85 kWh • Wurde mit 0,5 Mio. € durch Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) gefördert
Einsatz des ersten Brennstoffzellen-Zug in Niedersachsen „Cordia iLint“ ¹⁹² (Bremervörde)	• Reichweite von 1 000 km/Ladung • Sehr geräuscharm • Gefördert durch Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) • Ab 2021 Regelbetrieb mit 14 Zügen im Land Niedersachsen

9.2.2 Infrastruktur für Wasserstoff und Elektromobilität

Der Aufbau der Wasserstoff-Infrastruktur wird durch die Wasserstoff-Experten häufig als einfach und schnell umsetzbar bezeichnet. Durch die Erweiterung der bestehenden Tankstellenanlagen ist eine schnelle Anpassung auch möglich. Hinter dem Aufbau einer möglichen Wasserstoffinfrastruktur stecken Öl- und Gaslieferanten, die wirtschaftliche Interessen verfolgen. Dies ist ein sinnvolles Geschäftsmodell im Sinne der Diversifizierung. Es trägt jedoch nicht zwingend zur Dekarbonisierung bei, da der kostenintensive Aufbau von Wasserstoff-Infrastruktur auch mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen durch den Transport von gespeichertem Wasserstoff einhergehen würde.

Da sich Wasserstoff als Antriebsart aus Kosten- und Umweltgründen für den privaten Pkw-Bereich nicht unbedingt zum aktuellen Entwicklungsstand eignet, sollte vielmehr ein Ausbau der Wasserstoff-Infrastruktur dort verfolgt werden, wo auch anwendungsnahe Produktionsstandorte vorhanden sind, an denen Nutzung und Produktion möglichst zusammenfallen.

*Daher sollten **Wasserstofftankstellen** zunächst dort ausgebaut werden, wo dieser auch mit einem Elektrolyseur produziert werden kann und im besten Fall direkt weiterverwertet wird. Solche geschlossenen Kreisläufe können dem Wasserstoff im Markthochlauf zu einer entsprechenden Wirtschaftlichkeit und damit verbundenen Energieeffizienz verhelfen. Diese Strategie verfolgt auch der Tankstellenbetreiber SCORE bzw. das damit verbundene Emder Konsortium.*

¹⁹⁰ vgl. bizz energy 2019

¹⁹¹ vgl. FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG 2020

¹⁹² vgl. Alstom 2018

Wie bereits eingangs dargestellt, plant SCORE 2021 mit der Energiepark Emden die Gründung des Unternehmens H2Emden, welches für die Vermarktung des produzierten Wasserstoffes verantwortlich sein wird. Der Wasserstoff soll über die geplante Wasserstofftankstelle in Emden von SCORE sowie durch die Stadtwerke Emden vertrieben werden. Die Tankstelle soll modular aufgebaut werden, sodass sie jederzeit erweiterbar sind und zukünftig auf Pkw dort Wasserstoff tanken können.^{193,194,195} Nahegelegene Abnehmergruppen sind unter anderem durch das LKW-Aufkommen zum Hafen und den grünen Lieferketten des Volkswagen-Konzerns am Standort Emden gegeben. Zusätzlich zum Emder Standort plant der Tankstellenbetreiber weitere Wasserstofftankstellen in Aurich und Georgsheil.

Aktuell setzt auch die Bundesregierung im Mobilitätsbereich weiterhin auf Elektromobilität. Langfristig können aber auch Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe eine ebenso wichtige Rolle spielen. Brennstoffzellen-Fahrzeuge werden jedoch erst im Markthochlauf nach 2030 eine stärkere Relevanz erfahren. Wenn batterieelektrische Fahrzeuge als Alternative zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor schon auf dem Markt etabliert sind, werden sich für Brennstoffzellen-Fahrzeuge und deren Infrastruktur ähnliche Herausforderungen hinsichtlich der Marktdurchdringung stellen, wie für batterieelektrische Fahrzeuge.

9.3 Wertschöpfungspotentiale in Emden

Energiesystemwertanalysen

Im Nachfolgenden soll das Potential für die Erzeugung von grünem Wasserstoff in Emden betrachtet werden. Ein wichtiger Bestandteil dieser Betrachtung liegt in der Erzeugung von erneuerbaren Energien (EE) in Emden, die bereits im Kapitel 8.3.7 dargestellt wurde. Hierbei wurde deutlich, dass bereits 2013 und auch 2020 mehr Strom durch EE in Emden produziert, als verbraucht wurde. Dieser Überschuss lässt sich mit ca. 100 GWh im Jahr beziffern, durch einen Ausbau der EE-Anlagen ist zukünftig sogar mit einem Anstieg dieses Überschusses zu rechnen. Im Kapitel 8.3.7 wurde bereits dargestellt, dass der Anstieg des Ausbaus bis 2030 jedoch nicht im Detail **prognostiziert** werden kann:

- Windkraft:
 - Lässt sich aufgrund der aktuellen Entwicklungen (Repowering statt Ausbau) und dem sprunghaften Anstieg nicht im Detail benennen
- Kleinere PV-Anlagen mit weniger als 1 000 kW:
 - Es wird bis 2020 ein Anstieg von 31 % abgeschätzt, von 16 MW auf 21 MW
- Große PV-Anlagen:
 - Es kommen Pläne für die Errichtung von Erzeugungsanlagen wie dem PV-Park der Energiepark Emden hinzu

Trotzdem stellt dieser Überschuss kein reines Potential für die Erzeugung von grünem Wasserstoff dar, dieser wird in das Stromnetz eingespeist und fließt damit in den Bundesstrommix mit ein. Vielmehr sollte der Blick auf den produzierten Strom fallen, welcher derzeit nicht in das Netz eingespeist und deswegen abgeregelt werden muss. Daher werden zunächst die On- und Offshore Anlagen betrachtet.

Onshore Anlagen

¹⁹³ vgl. Statkraft Markets GmbH 2020b

¹⁹⁴ Vgl. energate-messenger.de 2020

¹⁹⁵ Die Informationen stammen aus einem Gespräch mit dem Geschäftsleiter Klaus Frerichs der SCORE-Tankstellen und Mineralölhandels-GmbH

In Deutschland ließ sich für das Jahr 2019 folgendes festhalten:

- 101 TWh Strom wurden durch Windkraftanlagen an Land erzeugt,
- Im gleichen Zeitraum mussten 5 TWh Strom abgeregelt werden.¹⁹⁶
- Dies entspricht durchschnittlich einem **Anteil von 5 %**, der durch das Abregeln „verloren“ gegangen ist.

Dieser Anteil kann auch auf die Stromerzeugung durch Windkraftanlagen (WKA) an Land in Emden übertragen werden. Diese WKA produzierten im Jahr 2020 hochgerechnet ca. 434 GWh Strom^{197,198}. Bei einem Anteil von 5 % abgeregeltem Strom, würde für die Produktion von Wasserstoff potenziell eine Strommenge von 22 GWh im Jahr zur Verfügung stehen. Dies entspricht ungefähr einer Leistung von 10 MW. Zum Vergleich: die im Larrelter Polder errichtete WKA E-126 erbringt aktuell eine Leistung von 7,5 MW. Wird dieser Überschuss nicht abgeregelt, könnten täglich 4 t grüner Wasserstoff aus dieser Menge produziert werden.

Offshore Anlagen

Des Weiteren werden Potenziale durch Offshore-WKA betrachtet. Auch hier wird zunächst die Annahme untersucht, dass für die Produktion von grünem Wasserstoff der sonst abgeregelte Überschussstrom genutzt wird. Im Jahr 2019 lässt sich für Deutschland folgendes festhalten:

- Durch die Windkraftanlagen auf See wurden 24,7 TWh Strom ins Netz eingespeist
- Demgegenüber steht eine abgeregelte Strommenge von rund 1,2 TWh,
- Dies entspricht ebenfalls einem **Anteil von 5 %** an der gesamten Menge.¹⁹⁹

In der Region wurde mit BorWin 3 ein weiteres Netzanbindungsprojekt realisiert. In einem neu errichteten Umspannwerk in Emden Ost werden 900 MW in das Stromnetz eingespeist. Dies entspricht knapp 13 % der derzeit verfügbaren Übertragungskapazität für Windenergie aus der deutschen Nordsee.²⁰⁰ Derzeit müssen aufgrund der zur Verfügung stehenden Netzkapazität, vor allem in Zeiten mit geringer Stromnachfrage, **durchschnittlich 5 %** der gesamten Stromproduktion abgeregelt werden²⁰¹, dies würde einer Leistung von 45 MW entsprechen. Diese Potentiale könnten durch die Errichtung eines Elektrolyseurs oder Umleitung in einen bestehenden oder geplanten Elektrolyseur nutzbar gemacht werden. Dadurch könnten mit einer Leistung von 45 MW Strom täglich 18 t grüner Wasserstoff produziert werden.

Neben der durchschnittlich abgeregelten Strommenge, kann für das geplante Vorgehen auch das Pilotprojekt in Diele herangezogen werden, wenn auch in Emden ein Elektrolyseur in dieser Größenordnung errichtet werden soll. Derzeit wird in Diele Strom von Offshore-WKA durch die Anbindungsprojekte BorWin 1 und BorWin 2 in das Netz eingespeist. Insgesamt ergibt dies eine Anschlussleistung von 1.200 MW.²⁰² Durch den hier in Verbindung stehenden geplanten Elektrolyseur in Diele, kann der ansonsten abgeregelte Strom für die Herstellung von Wasserstoff genutzt werden. Dies entspricht einer Leistung von 8 % der Anschlussleistung, mit der Wasserstoff durch eine Power-to-Gas-Anlage mit einer Leistung von 100 MW produziert werden soll. Darüber hinaus plant Thyssengas an dem Standort die Weiterumwandlung des Wasserstoffs (Methanisierung) in Methan, um dieses später in das Erdgasnetz einspeisen zu können.

¹⁹⁶ vgl. Bundesnetzagentur 2020

¹⁹⁷ Keine offizielle Zahl, sondern eine Hochrechnung auf Basis der Leistung der Anlagen

¹⁹⁸ vgl. Marktstammdatenregister

¹⁹⁹ Vgl. Bundesnetzagentur 2020

²⁰⁰ Vgl. NDR (2020)

²⁰¹ Angemerkt sei zudem, dass die 5 % abgeregelte Stromleistung einen Durchschnittswert darstellen, die abgeregelte Leistung erhöht sich in den Nachtstunden mit geringem Strombedarf und reduziert sich am Tag in den Stunden mit dem höchsten Strombedarf.

²⁰² Vgl. TenneT TSO GmbH (2020a,b)

An Hand des Beispiels wird deutlich, dass nicht nur die 5 % des abgeregelten Stroms für H₂ genutzt werden können, sondern der Anteil bspw. auch mit 8 % höher liegen kann. Was wahrscheinlich näher an den tatsächlichen hohen Anteil des abgeregelten Stroms zu Zeiten (nachts) mit geringer Nachfrage herankommt.

Aktuell werden durch das Anbindungsprojekt BorWin 3 im Jahr ca. 2 966 GWh grünen Stroms übertragen. Wendet man nun diesen Maßstab auf die Anschlussleistung von BorWin 3 von 900 MW an, können 8 % der Leistung in einem möglichen Elektrolyseur für die Wasserstoffproduktion genutzt werden (jährlich ca. 237 GWh Strom). Dies entspricht einer Leistung von 75 MW, durch die täglich 30 t Wasserstoff produziert werden könnten.

Die nachstehende Tabelle fasst die Erkenntnisse zu den Potenzialen an den Windkraftanlagen in Emden zusammen.

Tabelle 23: Vergleich der Potentiale aus den On- und Offshore Anlagen für H₂ aus aktuell abgeregeltem Strom

		Onshore Anlagen In Emden	Offshore Anlage (Borwin 3)
Aktuell erzeugter Strom im Jahr		434 GWh	2 966 GWh
Abgeregelter Strom = zusätzliches Strompotential für grünen Wasserstoff bei nicht Abregelung		22 GWh	148 GWh
Leistung des sonst abgeregelten Stroms		10 MW (5 %)	45 MW (5 %)
Potentiell produzierter Wasserstoff (Umrechnungsfaktor für Elektrolyseur ²⁰³ ; Anschlussleistung 10 MW in 4 t H ₂)	Am Tag	4 t	18 t
	Im Jahr	1 460 t	6 570 t
Anwendungsbeispiel:			
Mögliche Anzahl von betankten Bussen im Jahr ²⁰⁴		170 Busse	765 Busse
Bei weiterer Umwandlung in synthetisches Methan und Rückverstromung (Wirkungsgrad 54 %) ²⁰⁵		12 GWh	80 GWh

Zusätzliche Potenziale bestehen durch weitere Offshore Windanlagen der TenneT wie Riffgatt (113 MW), durch die seit 2014 in Emden/ Borssum mit dem gleichnamigen Netzanschluss eingespeist wird, aber auch durch „alpha ventus“ (62 MW), das in Hagenmarsch an das Netz angebunden wird. Dadurch sind die tatsächlichen Potenziale ggf. höher.^{206,207}

Weitere interessierte Akteure an der Produktion von Wasserstoff aus überschüssiger Energie könnte auch der Übertragungsnetzbetreiber Amprion sein. Das Unternehmen plant die Errichtung eines Konverters in der Nähe der entstehenden Umspannanlage Emden Ost. Die Umspannanlage von Amprion ist der im Gesetz festgeschriebene nördliche Netzverknüpfungspunkt für die Gleichstromverbindung A-Nord. In der geplanten Umspannanlage sollen sich die Leistung von mehreren Windparks sammeln, die vor der Küste Ostfrieslands errichtet worden sind bzw. noch errichtet werden. Gespräche hierzu könnten durch die Stadt koordiniert werden. Gemeinsam mit dem Stromversorgungsunternehmen TenneT könnte ein entsprechendes Modell zur Nutzung des Überschussstroms entwickelt werden.

Photovoltaik

²⁰³ Vgl. Edison Media – Heimat der Generation E 2020 (2018)

²⁰⁴ Vgl. Statkraft Markets GmbH (2020a)

²⁰⁵ Vgl. Gruber, M (2018)

²⁰⁶ Vgl. TenneT Holding B.V. (2021a)

²⁰⁷ Vgl. TenneT Holding B.V. (2021b)

Aus den aktuellen PV-Anlagen in Emden wird der gesamte Strom ins Stromnetz eingespeist, sodass lokal kein Potenzial für die Produktion von Wasserstoff gesehen wird, da die Einspeisung ins Stromnetz für die Anlagen-Betreiber wirtschaftlich deutlich attraktiver ist. Wie im Kapitel 8.3.7 dargestellt wurde, werden die prognostizierten Zuwächse von PV-Anlagen in den Mehrbedarf der Elektromobilität eingehen. Aus diesem Grund sollten für die Produktion von Wasserstoff mit Solarstrom speziell für diesen Zweck errichtete Solarparks geschaffen werden. Dies wird derzeit im Energiepark Emden durch das Projektkonsortium geplant. Dabei soll eine Leistung von bis zu 50 MW für die H₂-Produktion errichtet werden. Begonnen werden soll mit einer Leistung von 5 MW für den Solarpark, die sukzessive auf 50 MW erhöht werden soll. Als Vergleich: die bislang installierte Leistung der Solarenergie in Emden liegt bei 16 MW.

Basierend auf den Erkenntnissen zu den Nutzungspotentialen des Überschussstroms aus den WKA, ist es jedoch empfehlenswert, dass für das Erreichen der Leistung von 50 MW nicht nur der PV-Park genutzt wird, sondern insbesondere nachts auch der sonst abgeregelte Strom der Off- und Onshore-Anlagen verwertet wird, um den Elektrolyseur dauerhaft betreiben zu können. Tagsüber ist es jedoch sinnvoll, dann den Strom aus dem PV-Park in den Elektrolyseur einzuspeisen. Nur so ist es möglich, eine hohe Laufzeit und damit Wirtschaftlichkeit des Elektrolyseurs zu erreichen.

Folgende Möglichkeiten lassen sich zur Nutzung von PV für die Produktion von Wasserstoff in Emden festhalten:

- **Option 1:**
 - Geplanter PV-Park wird bei aktueller Planleistung belassen (5 MW) und nutzt den zusätzlichen Strom aus den WKA (45 MW)
 - Kurzfristige Umsetzbarkeit mit langfristiger Anwendung
- **Option 2 (empfohlenes Szenario):**
 - Bedarfsgerechter Einsatz alternativer Erzeugungsanlagen mit dem Ziel einer möglichst maximalen Auslastung des Elektrolyseurs von stets 50 MW
 - Tagsüber Schwerpunkt auf PV-Park (5 - 10 MW), nachts Schwerpunkt auf WKA (bis zu 45 MW), in den Übergangszeiten Einsatz des Biomassewerks für durchgängig hohe Auslastung.
 - Einsatz von Windkraft wird als wichtiges Mittel zur Wirtschaftlichkeit bewertet
- **Option 3:**
 - PV -Park wird in voller Leistung errichtet (50 MW)

Unabhängig von der Energiequelle kann durch die geplante Leistung von 50 MW des Elektrolyseurs eine Menge von 20 t Wasserstoff am Tag bzw. 7 300 t im Jahr produziert werden. Dies entspricht beispielsweise der jährlichen Betankung von 850 Brennstoffzellenbussen²⁰⁸ bzw. 873 -LKW²⁰⁹.

²⁰⁸ Nach Aussagen von Statkraft

²⁰⁹ Unter der Annahme, dass ein Brennstoffzellen-LKW 7,6 kg H₂/100 km verbraucht. Bei einer durchschnittlichen Jahreslaufleistung von 110.600 km/a.

Zusammenfassung

Als Fazit kann festgehalten werden, dass sowohl die Stromproduktion durch Windkraftanlagen an Land in Emden als auch der in Emden eingespeiste Strom durch Offshore-Windkraftanlagen ein hohes Potential für die Erzeugung von grünem Wasserstoff zeigt. Dieses besteht vor allem in den Zeiten mit einem geringen Strombedarf und der damit verbundenen Abregelung von Produktionskapazitäten.

Würde man die sonst abgeregelte Energiemenge für die Produktion von Wasserstoff nutzen, ergeben sich folgende Potentiale.

Energiequelle	Verfügbare Leistung	Menge produzierbaren H ₂ im Jahr
Onshore-WKA	10 MW	1 460 t
Offshore-WKA	45 MW	6 570 t
Geplanter PV-Park	50 MW	7 300 t

Wertschöpfungskonzept

Abschließend werden die aufgeführten Akteure und Anwendungen in einem Wertschöpfungskonzept zusammengefasst, das in der nachstehenden Tabelle zu entnehmen ist.

Wertschöpfungsteil	Unternehmen/ Akteure	Aufgaben und Bestandteile
Kompetenzaufbau und Wissenstransfer	Hochschule Emden/ Leer, Stadtwerke Emden, Maritimes Kompetenzzentrum MA-RIKO, Enercon, Landkreis Aurich und Emsland sowie Stadt Emden	Weitere Zusammenarbeit für ein Netzwerk niedersächsische Wasserstoffallianz. Weitere Forschung und Teilnahme an Pilot- und Umsetzungsprojekten.
Energieproduktion	Energiepark Emden Beteiligte Akteure: GP Joule, Investmentgesellschaft Terravent Investments, Brons Group	Produktion erneuerbarer Energien aus einem entstehenden Photovoltaikpark
	Statkraft	Bereitstellung von Energie aus Biomasse-Kraftwerk, Wind-, Solar- und Wasserkraftanlagen Stellt Standort für PV-Park zur Verfügung
	Stadtwerke Emden	Produktion von erneuerbaren Energien durch eigene Onshore Windkraftanlagen
	TenneT + Amprion	Übertragungsnetzbetreiber und Betreiber von BorWin 1,2,3. Ansprechpartner zur Verwertung des abgeregelten Stroms
Aufbau und Betrieb Elektrolyseur	Statkraft Energiepark Emden	Eigenwirtschaftliche Errichtung, ggf. unter Verwendung von Fördermitteln Geplante Leistung: bis zu 50 MW
Vertrieb von Wasserstoff	Firma H2Emden (Gesellschafter: Tankstellenbetreiber SCORE und Energiepark Emden) Weitere potentielle Partner: Spedition Weets, Stadtwerke Emden	Errichtung einer Wasserstofftankstelle am Standort Frisiastraße, Vertrieb von Wasserstoff

Nutzergruppen/ potentielle Kunden	VW-Werk (räumlich angrenzend an den Frisiapark)	Umstellung von Autotransporter/ Car-Carrier von VW auf Brennstoffzellenfahrzeuge zur CO ₂ -neutralen Lieferkette (Betankung mit H ₂)
	Beförderungsunternehmen in der Region	Betankung von Busflotten mit H ₂
	Regionaler Transport-/ Logistiksektor	LKW, die bspw. zum Hafen fahren, können H ₂ tanken
	Unternehmen auf dem Hafengelände , z.B. Spedition Weets, AG EMS und weitere Logistik Unternehmen	Umstellung von Nutzfahrzeugen oder Schiffen auf Brennstoffzellen-Fahrzeuge/-Schiffe, Betankung mit H ₂
	Taxi-Unternehmen	Unternehmen mit großen benötigten Reichweiten oder dauerhaftem Betrieb können auf Brennstoffzellen-Fahrzeuge umstellen und H ₂ tanken

10 Aktuelle Fördermöglichkeiten

Um den Markthochlauf von Elektromobilität zu fördern und die Klimaschutzziele zu erreichen, gibt es auf Bundes- und Landesebene eine attraktive Förderlandschaft für Elektromobilität und die dafür notwendige Ladeinfrastruktur (LIS). In diesem Unterkapitel werden die Förderprogramme vorgestellt, die für eine Förderung der Elektromobilität in Stadtgebiet Emden geeignet sind und verschiedene Nutzergruppen bzw. Antragsteller berücksichtigen. Fördermöglichkeiten für Fahrzeuge wurden bereits im Kapitel 7 dargestellt und werden hier nicht erneut aufgeführt. Darüber hinaus werden auch aktuelle Fördermöglichkeiten für die Stärkung der lokalen Wasserstoffwirtschaft mit Fokus auf den Verkehrsbereich aufgeführt.

Bundesebene

Die NOW GmbH hat eine Übersicht der für 2021 angekündigten Förderprogramme vorgestellt. Genauere Informationen werden bei der NOW GmbH unter <https://www.now-gmbh.de/foerderung/> veröffentlicht.



Abbildung 72: Übersicht der bestehenden und angekündigten Förderprogramme des Bundes

Dieses Jahr fanden der fünfte und sechste Förderaufruf des Förderprogramms Ladeinfrastruktur statt, mit dem die Bundesregierung ihren Masterplan Ladeinfrastruktur umsetzen möchte. Für 2021 ist ein siebter Förderaufruf angekündigt. Aktuell läuft ein Förderaufruf für private LIS, der bis 2023 wiederholt werden soll. Außerdem hat die Bundesregierung mit der Förderrichtlinie Elektromobilität das Ziel gesetzt, in den kommenden Jahren bis zu 1 000 Schnellladesäulen entstehen zu lassen, um flächendeckend entlang von Autobahnen mit DC-LIS auch Langstrecken elektromobil zurücklegen zu können. Der Call wird 2021 erwartet. Es kann davon ausgegangen werden, dass bis 2030 weitere Förderprogramme und -aufrufe folgen werden, um das Ziel von einer Million öffentlich zugänglichen Ladepunkten in Deutschland zu erreichen.

Landesebene

Auf Landesebene bestehen durch die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr und das Landesministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung (MW Niedersachsen) Förderprogramme, um den LIS-Ausbau in Niedersachsen zu etablieren. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick zu den relevanten Förderprogrammen. Die Informationen sollten an die förderberechtigten Zielgruppen herangetragen werden.

Name des Förderprogrammes	Fördergegenstand	Förderberechtigter	Förderhöhe	Förderlaufzeit
Niedersächsisches Förderprogramm für öffentliche Ladeinfrastruktur	• Öffentliche Ladeinfrastruktur • Ausbau der Schnellladeinfrastruktur für Elektroautos in Niedersachsen mit Schnellladesäulen mit mindestens 100 KW • Als Ergänzung des Förderprogrammes des Bundes	Noch keine Angaben	• Insgesamt sind 5,7 Millionen € vorgesehen	Angekündigt für 2021 bis Ende 2022
Förderung einer nicht öffentlichen Ladeinfrastruktur	• Nicht öffentliche, private Ladeinfrastruktur • Planungs- und Beratungsleistungen • Installations- und Baumaßnahmen für Normal- und Schnellladepunkte (inkl. Wallboxen) • Netzanschluss und ggf. Solaranlagen und Pufferspeicher sofern sie im Zusammenhang mit der Errichtung von Ladesäulen stehen • Ersatzbeschaffungen und Nachrüstungen	Unternehmen und Freiberufler	• Maximal 80% der Gesamtausgaben, max. 2.500 € pro Ladepunkt für AC-LIS • bis zu 80% der Gesamtausgaben, max. 30.000 € pro DC-Ladepunkt • 60 % der Anschlusskosten an das Nieder- und Mittelspannungsnetz	
Gewährung von Zuwendungen zur Verbesserung der Versorgung mit alternativen Treibstoffen in Niedersachsen	• elektromobile Maßnahmen im Bereich städtischer Mobilität, durch die der Einsatz und die Nutzung alternativer Kraftstoffe im öffentlichen Verkehr sowie im Kommunalverkehr unterstützt werden kann	Unternehmen, die Versorgungseinrichtungen für alternative Antriebsenergien anbieten oder anbieten werden	• Zuschuss mit max. 50% der zuwendungsfähigen Ausgaben	
Zuwendungen für die Beschaffung von Ladegeräten für Elektrofahrzeuge und Elektroautos an P+R- und B+R-Anlagen an ÖPNV-Stationen in Niedersachsen	• Förderung für die erstmalige und bedarfsgerechte Aufstellung von Elektroladegeräten in Niedersachsen zur Aufladung von Elektrofahrzeugen und PKW, die auf P+R und B+R Plätzen an ÖPNV-Stationen durch ÖPNV-Kunden abgestellt werden	Gebietskörperschaften und private Unternehmen mit mehr als 50 % öffentlicher Beteiligung	• Max. 75% der zuwendungsfähigen Ausgaben • für Elektroautos je Ladesäule: max. 7.500 € • für Elektrofahrzeuge je Ladesäule: max. 6.000 €	
Verbesserung der Stadt-/Umlandmobilität im öffentlichen Personennahverkehr (Kraftfahrzeuge mit CO2-freien oder CO2-sparsamen Antriebssystemen)	• Omnibusse oder andere Kraftfahrzeuge mit CO2-freien oder CO2-sparsamen Antrieben im straßengebundenen ÖPNV • Fahrzeuge und Umsatzsteuer	Verkehrsunternehmen, die straßengebundenen Linienverkehr nach § 42 PBefG betreiben	• Max. 50 % (SER) bzw. 60 % (ÜR) EFRE-Mittel zzgl. 30 % Mittel des Landes Niedersachsen für förderfähige Ausgaben	bis 30.06.2022

Verbesserung der Stadt-/Umlandmobilität im öffentlichen Personennahverkehr (Mobilitätszentralen)	• Errichtung und Betreibung von Mobilitätszentralen für die individuelle Beratung von Menschen mit dem Ziel, dass diese verstärkt CO2-sparende Beförderungsangebote des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) nutzen wollen	Landkreise, kreisfreie Städte oder kreisangehörige Gemeinden	• Zuschuss von 50 % bis zu 75 % (SER), 60 % bis zu 85 % (ÜR), maximal 600.000 Euro	- Max. Förderzeitraum 36 Monate - spätestes Projektende grundsätzlich am 30.06.2022
Förderprogramm für Lastenräder mit besonderem Fokus auf Sharing-Konzepte	• Förderung von Lastenrädern und Aufbau von Lastenrad-Sharing-Systemen		• 5 Millionen Euro sind insg. vorgesehen, noch keine weiteren Details bekannt	Veröffentlichung einer Förderrichtlinie ist für Januar 2021 vorgesehen
Förderaufruf für Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur	• Straßengebundene Elektrofahrzeuge der Fahrzeugklassen M1, L2e, L5e, L6e und L7e • Die dafür notwendige Ladeinfrastruktur	Kommunen, kommunale und gewerbliche Unternehmen	• Maximal 40 %, für KMU bis zu 60%, • Kommunen oder kommunale Unternehmen, welche im nicht-gewerblichen Bereich operieren beträgt Förderquote 90 % • Maximal 2 Mio. €	31.03.2021

Neben Fördermöglichkeiten für die Elektrifizierung des Verkehrs, wird zuletzt auch der Markthochlauf von Wasserstofftechnologien in Deutschland zuletzt stärker forciert. Im Folgenden werden, analog zu den oben aufgezeigten Förderprogrammen, Förderaufrufe aufgelistet, welche dem Themenfeld Wasserstoff zuzuordnen sind.

Name des Förderprogrammes	Fördergegenstand	Förderberechtigter	Förderhöhe	Förderlaufzeit
Niedersächsische Wasserstoffrichtlinie	- Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (sofern experimentelle Entwicklungen geplant) - Prozess- und Organisationsinnovationen - Investitionen in den Bereichen Umweltschutz, Energieeffizienzmaßnahmen, hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung, erneuerbare Energien, energieeffiziente Fernwärme oder Fernkälte, Energieinfrastruktur	Unternehmen, juristische Personen des öffentlichen Rechts, Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (mit Sitz od. Niederlassung in Niedersachsen)	maximal 8 Mio. Euro je Vorhaben	31.12.2022
Förderung alternativer Technologien für die umweltfreundliche Bordstrom- und mobile Landstromversorgung von See- und Binnenschiffen	Aus- und Umrüstung von See- und Binnenschiffen mit umweltfreundlichen Bordstromversorgungs- oder Landstromversorgungssystemen (Energiespeicher, Energiewandler, Plug-In-Systeme) sowie Stromübergabesysteme	natürliche oder juristische Personen, die Eigentümer der Bordstrom- oder Landstromversorgung werden	- Bordstromversorgung: 40 % bis 60 % (je nach Unternehmensgröße) - Landstromversorgung: max. 80 %, Höchstbetrag für Seehäfen 5 Mio. € und für Binnenhäfen 2 Mio. €	Bis 30. September 2022
Technologieoffensive Wasserstoff	Gefördert werden Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich Erzeugung, Transport, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff	Verbundvorhaben unter der Federführung eines industriellen Partners	Bis zu 50 %, für KMU bis zu 80 %	Skizzen sind bis 30. April 2021 einzureichen
Förderrichtlinie für Maßnahmen der Forschung, Entwicklung und Innovation im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie – Phase II (Schwerpunkt Nachhaltige Mobilität)	- Zuschüsse für FuEul-Vorhaben bzw. Durchführbarkeitsstudien - Zuschüsse für Innovationscluster	Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen	- FuE-Vorhaben im Rahmen industrieller Forschung: bis zu 50 % - Experimentelle Entwicklungen: bis zu 25 % - Investitionen zum Aufbau von Innovationsclustern sowie die Betriebskosten dieser: bis zu 50 % - Forschungseinrichtung: Förderquoten von 80 bis 100 %	Einreichung der Skizzen bis 31. März 2021 Laufzeit der Förderrichtlinie ist bis zum 30. Juni 2021 befristet

Förderrichtlinie für Maßnahmen der Marktaktivierung im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II (Schwerpunkt Nachhaltige Mobilität)	• Investitionszuschüsse für Fahrzeuge (Straße, Schiene und Wasser), die mit einem Brennstoffzellenantrieb ausgestattet sind, • notwendige Betankungs- und Wartungsinfrastruktur. • lokale Wasserstoffinfrastruktur im Mobilitätssektor, sofern diese diskriminierungsfrei zur Verfügung steht • Elektrolyseanlagen zur Erzeugung von Wasserstoff	juristische Personen des öffentlichen und des Privatrechts sowie natürliche Personen soweit sie wirtschaftlich tätig sind	• Fahrzeuge: bis zu 40 % • Wasserstoffinfrastruktur: Zuwendungen sind von den projektbezogenen Aufgaben abhängig • Elektrolyseanlagen: Zuschuss maximal 45 %	30. Juni 2021
---	---	--	--	----------------------

11 Zusammenfassung: Maßnahmenkatalog und Priorisierung

11.1 Emden ÖPNV

Nr.	Maßnahme	Umsetzungsschritte	Zuständigkeit	Priorität	Umsetzungshorizont ²¹⁰
1	Erstellung einer neuen Netz- und Umlaufplanung des Emden ÖPNV	- Festlegung der zukünftigen ÖPNV-Netzes (Kernnetz mit Stärkung der Hauptlinien und Nebennetz mit Flexibilisierung des ÖPNV-Angebots) - Erfassung der Schülerverkehrsströme durch Zählung in den Verkehrsmitteln oder Befragungen an den Schulen, (ergänzende Maßnahme: ggf. Entwicklung eines schulischen Mobilitätsmanagements) - Neuplanung der Umläufe des Kernnetzes unter Berücksichtigung der Anforderungen des Einsatzes von E-Bussen	Stadt, Stadtverkehr Emden	1	Kurzfristig
2	Flexibilisierung des Emden ÖPNV	- Umsetzungsplanung für den Bedarfsverkehr in Emden - Vorbereitung der Ausschreibung für die ergänzenden Bedarfsverkehre im Nebennetz	Stadt, Stadtverkehr Emden	2	Kurz-/mittelfristig
3	Ausarbeitung eines Feinkonzepts für die Flottenumstellung des Emden ÖPNV	- Erarbeitung technisches Umsetzungskonzept (Fahrzeuge, Infrastruktur etc.) und finale Festlegung der E-Bus-Technologie - Erstellung eines detaillierten Umsetzungs- und Beschaffungsplans vor der Neuvergabe des Emden ÖPNV - Fördermittelakquise: Identifikation von Förderprogrammen und Vorbereitung einer detaillierten und innovativen Förderskizze zur Beantragung von Fördermitteln für Erwerb der E-Busse und Ladeinfrastruktur sowie ggf. des Bedarfsverkehrs	Stadtverkehr Emden	3	Kurz-/mittelfristig
4	Ausschreibung der ÖPNV-Leistungen ab dem Jahr 2025	- Ausführliche Definition des Leistungsgegenstands (Linien- und Bedarfsverkehre) in der Leistungsbeschreibung der Neuvergabe des ÖPNV - Definition der Fahrzeuganforderungen (Antriebstechnologie, Anzahl, Qualität etc.) je Fahrzeugkategorie - Ausgestaltung der Ausschreibung und Definition der Zuschlagskriterien unter Beachtung der besonderen Erfordernisse aufgrund des E-Bus-Einsatzes	Stadt, Stadtverkehr Emden	3	Kurz-/mittelfristig

²¹⁰ kurzfristig: 1-3 Jahre | mittelfristig: 4-6 Jahre | langfristig: > 7 Jahre

11.2 Alternative Mobilitätslösungen und Anwendungsfall Conrebbbersweg

Nr	Maßnahme	Umsetzungsschritte	Zuständigkeit	Priorität	Umsetzungshorizont ²¹¹
5	Errichtung von Mobilitätsstationen	• Zielvorgaben festlegen als Ausgangspunkt für die Errichtung von Mobilitätsstationen • Festlegung der Ausdehnung bzw. Überprüfung der überregionalen Ausweitung (Absprache mit Nachbarkommunen) • Festlegen des Funktionsumfangs an den Stationen • Akteure für die Umsetzung festlegen und aktivieren • Identifikation und Festlegung von geeigneten Standorten und Absprache mit Anliegern • Absprache über Rollenverteilung bei Errichtung und Betrieb der Mobilitätsstationen (Betreiberkonzept und Aufgabenverteilung: welche Aufgaben liegen bei der Stadt? Welche Aufgaben übernehmen Verkehrsdienstleister? Kann und soll eine mögliche Integration in das Tarifsysteem des ÖPNV erfolgen? Wie können einheitliche Tarife und eine einheitliche Abrechnung erfolgen?) • Koordinierte Absprache mit allen Akteuren über Anforderungen (Stadt Emden als koordinierende Stelle) • Ausschreibung durch Stadt Emden • Als Bestandteil der Ausschreibung: Schaffung von Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge, eventuell Schaffung vertraglicher Regelungen und Tarife für externe „Lader“, der Betrieb der Lademöglichkeiten kann ebenfalls ausgeschrieben werden • Bereitstellung von Flächen durch die Stadt oder in Absprache mit Flächenbesitzern, Schaffung von sicheren Abstellmöglichkeiten für den Radverkehr (im öfftl. Raum durch die Stadt) • Erteilen von Sondernutzungsgenehmigung durch die Stadt Emden für die ausgewählten Flächen (hier kann auch die Zuständigkeit für Instandhaltung, z.B. Räumung von Schmutz, Laub und Schnee festgelegt werden) • Instandhaltung und Kontrolle der Stellflächen an der Mobilitätsstation erfolgt sofern nicht anders vertraglich geregelt durch die Stadt Emden (z.B. Falschparker durch Ordnungsamt als ausführendes Organ kontrollieren)	Stadt, Stadtwerke Emden, Stadtverkehr Emden, Car- und Bikeshaaring-Anbieter	1	Kurz-/ mittelfristig
6	Etablierung von stationärem Car-sharing	• Ansprache und Sensibilisierung von Unternehmen und Nahversorgungsanbieter für die Mitfinanzierung und Ankernutzung • Ermittlung möglicher Abnahmemengen bzw. Bedarfe und benötigte Größenordnungen • Öffentliche Ausschreibung: Verhandlungsgespräche und Angebotseinholung von Carsharing-Anbietern als Bestandteil der Errichtung der Mobilitätsstationen (ggf. bereits im Rahmen der Festlegung von Akteuren) • Informationsbereitstellung für Privatpersonen und Unternehmen • Aktive Einbindung der Öffentlichkeit <i>Zusätzlich für die Anwendung in Conrebbbersweg:</i> • Werbung für das Angebot bereits während der Bauphase (bspw. in Form von Plakaten, Flyern in den Briefkästen, Platzierung der Carsharing-Fahrzeuge oder „Dummys“ an den künftigen Stationen)	Stadt, Stadtverkehr Emden, Car-sharing-Anbieter	1	Kurz-/ mittelfristig

²¹¹ kurzfristig: 1-3 Jahre | mittelfristig: 4-6 Jahre | langfristig: > 7 Jahre

7	Umsetzung eines Bikesharing	• Ansprache und Sensibilisierung von Unternehmen und Nahversorgungsanbieter für die Mitfinanzierung und Ankernutzung • Ermittlung möglicher Abnahmemengen bzw. Bedarfe und benötigte Größenordnungen • Öffentliche Ausschreibung: Verhandlungsgespräche und Angebotseinholung von Bikesharing-Anbietern als Bestandteil der Errichtung der Mobilitätsstationen (ggf. bereits im Rahmen der Festlegung von Akteuren) • Informationsbereitstellung für Privatpersonen und Unternehmen • Aktive Einbindung der Öffentlichkeit	Stadt, Stadtverkehr Emden, Bikesharing-Anbieter	2	Kurz-/mittel-fristig
8	Schaffung eines Lastenradverleihs	• Ansprache von Vereinen, Unternehmen und Nahversorgungsanbieter für die Verwaltung und den Betrieb • Identifizieren einer Ansprechperson, die vor Ort zur Verfügung steht • Auswahl verschiedener Lastenradmodelle • Festlegung und Konkretisierung von Standorten, einbinden in die Mobilitätsstationen <i>Zusätzlich für die Anwendung in Conrebbersweg:</i> • Probeführung im Quartier, um Umsetzung zu erproben, Bereitstellung eines Ansprechpartners	Stadt, Stadtverkehr Emden, Vereine und Unternehmen in Emden	3	Kurz-/mittel-fristig
9	Erarbeitung einer Stellplatzsatzung für das Stadtgebiet und Verankerung von alternativen Mobilitätslösungen	• Sichtung der relevanten Inhalte der NBauO und des GEIG • Stellplatzsatzung gemäß § 84 Abs. 2 der NBauO formulieren unter Berücksichtigung der Vorgaben des GEIG, mit Schwerpunkten: Reduktion der erforderlichen Stellplätze, Förderung der Elektromobilität und Sharing-Angeboten • Einbezug der Prognoseergebnisse, um ggf. über die Vorgaben des GEIG hinaus Regelungen zur Errichtung von Ladepunkten in die Stellplatzsatzung zu übernehmen • Festlegung des Wirkungsbereichs (gesamter Stadtbereich oder bestimmte Bereiche) • Ergänzung um festen Stellplätzen für KEP-Dienste (sichten potentiell geeigneter Stellplätze, z.B. in der Nähe von MFH) zu bestimmten Zeiten, Anbringen der Beschilderung <i>Zusätzlich für die Anwendung in Conrebbersweg:</i> • Reduktion des Stellplatzschlüssels in Kombination mit Maßnahmen für alternative Mobilitätslösungen, z.B.: hochwertige Fahrradabstellanlagen, CS-Stationen • Kontinuierliches Monitoring der Auslastung der Ladepunkte, um Stellplätze bedarfsgerecht nachrüsten zu können	Stadt, Zu beteiligen: Wohnungsbauunternehmen, Bauherren, Eigentümer, Mieter	1	Kurz-/mittel-fristig
10	Regelung der Pkw-Zu- und Durchfahrtsmöglichkeiten in das Neubauquartier Conrebbersweg	• Identifizierung der Hauptverkehrsverbindungen im und um das Neubauquartier Conrebbersweg (Grundlage für Autoreduzierung, Zentralisierung auf wenige Erschließungsschleifen) • Kleinere Wohnstraßen ausweisen mit temporären oder festen Geschwindigkeitsreduktionen • Anbringen der entsprechenden Beschilderung	Stadt	3	mittelfristig
11	Ausbau der Radinfrastruktur und Schaffung von qualitativ hochwertigen Abstellanlagen im Neubauquartier Conrebbersweg	• Budget für die Instandhaltung und den Ausbau von Radwegen in ausreichendem Umfang vorhalten • Untersuchung der Radinfrastruktur und Herausstellen der Defizite • Identifizierung der Haupt-Fahrradstrecken • Errichtung von geschützten Radstreifen an der Pkw-Hauptverkehrsverbindung • Errichtung einer Radschnellverbindung in Richtung VW-Werk • Schaffung von sicheren Querungsanlagen • Schaffung von qualitativ hochwertigen Fahrradabstellanlagen • Beratung und Sensibilisierung der Unternehmen und Nahversorgungseinrichtungen	Stadt	2	Mittel-/ lang-fristig

12	Schaffung und Durchführung von Mobilitätstagen	• Akquise von Veranstaltungspartnern • Neue Nutzergruppen für alternative Mobilitätslösungen ansprechen • Angebot von Testfahrten und Übersicht von Kosten, Nutzen etc. • Vorstellung des Mobilitätsverbundes	Stadt, Stadtverkehr Emden, Mobilitätsdienstleister, Händler, Hochschule, Vereine	3	kurzfristig
----	--	--	--	---	-------------

11.3 Elektromobilität in der lokalen Wirtschaft

Nr.	Maßnahme	Umsetzungsschritte	Zuständigkeit	Priorität	Umsetzungshorizont ²¹²
13	Einrichtung einer zentralen Beratungsstelle bei der Stadt oder einer anderen Institution wie den Stadtwerken	• Definition der Aufgabenbereiche der Ansprechperson mit mindestens folgenden Aspekten: Neutrale, fachlich fundierte Beratung zu den Themen E-Pkw-Nutzung und LIS-Ausbau für die Stadt, die Energieversorger, Unternehmen und Privatpersonen ◦ Beratungsinhalte: beispielhaftes Vorgehen bei der Fuhrparkelektrifizierung bzw. beim LIS-Ausbau, realisierte Best-Practice-Beispiele, Vermittlung von Basiswissen (keine technische Beratung) • Festlegung der Einrichtung • Integration der Beratung in Zeitfenster z.B. an der Mobilitätsstation (XL)	Stadt (Wirtschaftsförderung), Stadtwerke Emden (gem. Masterplan 100 % Klimaschutz)	1	kurzfristig
14	Initiierung eines Unternehmensnetzwerkes Elektromobilität	• Organisation von Netzwerktreffen an verschiedenen Orten in der Stadt Emden, um möglichst viele unterschiedliche Akteure einzubinden • Aufbau auf bestehenden Kontakten zu Unternehmen, welche durch die Workshops während der Projektlaufzeit des Elektromobilitätskonzeptes entstanden sind • Unternehmen aus den Bereichen Mobilität und Verkehr, aus der Elektro- und Energiebranche sowie weitere Akteure, für die sich aus der Elektromobilität heraus neue Geschäftsfelder bilden, sollten eingebunden werden • Mögliche Themenfelder können sein: ◦ Kennenlernen der gegenseitigen Kompetenzen und Wissenstransfer ◦ Herstellung von Synergien durch Kooperation miteinander ◦ Übersichtliche und kundenfreundliche Darstellung vorhandener Angebote • Bündelung von Produkten und Dienstleistungen	Stadt, Stadtwerke Emden; Zu beteiligen: Wirtschaftsförderung, IHK, Unternehmen, andere Akteure	2	kurzfristig
15	Prüfung der Möglichkeit zur weiteren finanziellen Förderung des Erwerbs von Elektrofahrzeugen und der Errichtung von Ladeinfrastruktur für Unternehmen	• Prüfung der Verfügbarkeit von Mitteln zur Förderung des Erwerbs von Elektrofahrzeugen sowie der Errichtung von Ladeinfrastruktur durch Unternehmen und der Wohnungswirtschaft • Festlegung der Zielgruppen (Unternehmensgröße, Branche) • Bestimmung des verfügbaren Fördervolumens • Festlegung des Fördergegenstandes (z.B. E-Pkw, E-Lastenräder, Wallboxen o. ä.) • Festlegung der Rahmenbedingungen für eine Förderung	Stadt, Wirtschaftsförderung	3	Kurz-/ mittelfristig

²¹² kurzfristig: 1-3 Jahre | mittelfristig: 4-6 Jahre | langfristig: > 7 Jahre

16	Schaffung einer Informationsplattform für Unternehmen	• Schaffung von Transparenz für interessierte Unternehmen • Bereitstellung von Informationen für interessierte Unternehmen • Einsicht in Anträge und Anfragen an Stadtwerke Emden und Stadt	Stadt, Stadtwerke Emden, andere beratende Akteure	3	kurzfristig
----	---	---	---	---	-------------

11.4 Ladeinfrastruktur in Emden

Nr.	Maßnahme	Umsetzungsschritte	Zuständigkeit	Priorität	Umsetzungshorizont ²¹³
17	Proaktive Unterstützung des LIS-Ausbaus im Stadtgebiet	• Sichtung der Bedarfs- und Prognoseräume und Identifikation potentieller Standorte für LIS im öffentlichen und halböffentlichen Raum • Identifizierung der verantwortlichen Ansprechpartner in der Stadt • Festlegung von Zielgrößen, wieviel LIS bis 2025 und 2030 vorhanden sein soll • Verknüpfung von lokal erzeugtem Strom aus erneuerbaren Energien	Stadt gemeinsam mit den Stadtwerken Emden	1	kurzfristig
18	Ansprache von Flächeneigentümern hinsichtlich LIS-Ausbau	• Sichtung der Bedarfs- und Prognoseräume und Identifikation potentieller Standorte für LIS im öffentlichen und halböffentlichen Raum • Identifizierung der verantwortlichen Ansprechpartner bei den Flächeneigentümern • Terminvereinbarung mit den Flächeneigentümern • Verbreitung der Ergebnisse durch Erstberatungsgespräch ◦ Ziel des Erstberatungsgesprächs: Sensibilisierung und Erfragen von Ausbauplänen ◦ Weitervermittlung bei Interesse und technischen Fragen	Stadt	2	Kurzfristig-mittelfristig
19	LIS-Ausbau im Zuge von Neubauplanungen	• Orientierung und Berücksichtigung des GEIG • Ertüchtigung aller Stellplätze mit Leitungsinfrastruktur • Errichtung von mindestens einem Ladepunkt • Verankerung von Vorgaben in Grundstücksausschreibungen und städtebaulichen Verträgen, dass Ladepunkte errichtet werden müssen	Stadt. Bauamt und Stadtplanung	3	Kurz- mittelfristig
20	Sensibilisierung und Beratung regionaler Unternehmen	• Bereitstellung von Informationen und Beratungsleistungen durch Experten vor Ort, z.B. IHK, Stadtwerke Emden, Best-Practice-Unternehmen • persönliche Ansprache der Unternehmen durch Einladungen zu Informationsveranstaltungen und Elektromobilitätstagen • Informationen zu Förderprogrammen, Fahrzeugmodellen und Ladelösungen	Stadtwerke Emden, Stadt, und IHK	1	Kurzfristig
21	Sensibilisierung von Privatpersonen	• Informationen zu PV-Anlagen, Speichersystemen und Wallboxen • persönlichen Ansprache der Privatpersonen durch Einladungen zu Informationsveranstaltungen, Workshops und Elektromobilitätstagen • Erweiterung der Bauherrenmappe des Bauamtes um Informationen zur Errichtung einer privaten Lademöglichkeit	Stadtwerke Emden, Stadt	1	Kurzfristig

²¹³ kurzfristig: 1-3 Jahre | mittelfristig: 4-6 Jahre | langfristig: > 7 Jahre

22	Etablierung einer Modellregion in Ostfriesland	• Festlegung einer koordinierenden Stelle • Akteursansprache VW-Werk, regionale Energiewirtschaft, weitere Landkreise/ Gemeinden, Stadtwerke Emden und Energieversorger • Regelmäßige Vernetzungstreffen und Festlegung von Zielgrößen (bspw. 5 000 öffentliche LP in Ostfriesland) • Fördermittelbeantragung	Gemeinden aus dem Umland, VW, Unternehmen, Stadt	2	kurz- bis mittelfristig
23	Unterstützung bei der Umsetzung von LIS für Anwohner	• Erfassung der Nachfrage von Wunschstandorten, bspw. auf der Homepage der Stadt Emden, auf der Anwohner*innen Wunschstandorte für LIS im öffentlichen Raum melden können • Rücksprache zur Ausbaupriorität mit den Stadtwerken Emden • Finanzielle Unterstützung des LIS-Ausbaus, falls dieser nicht ohne weiteres von den Stadtwerken Emden ausgebaut werden kann	Stadt, Stadtwerke	1	kurzfristig

11.5 Wasserstoffwirtschaft in Emden

Nr.	Maßnahme	Umsetzungsschritte	Zuständigkeit	Priorität	Umsetzungshorizont ²¹⁴
25	Aufbau eines Elektrolyseurs	• Absprachen mit der TenneT und Amprion zur Nutzung und Verwertung des Überschussstrom aus den Off- und Onshore WKA • Ausschöpfen der bestehenden zusätzlichen Stromkapazitäten aus der Windenergie von 55 MW. Dies ermöglicht einen kosteneffizienten Aufbau der Wasserstoff-Infrastruktur • Bedarfsgerechte Planung des PV-Parks mit einer Startkapazität von 5 MW, bedarfsgerechte Erweiterung auf bis zu 50 MW • Tagsüber Schwerpunkt auf Energie aus PV-Park, nachts Energie aus WKA nutzen, Stabilisierung und in Übergangszeiten Einsatz des Biomassekraftwerks	H2Emden, Energiepark Emden. Statkraft, TenneT, Amprion	1	kurzfristig
26	Nutzen der Wertschöpfungspotentiale (Vertrieb und Abnahme)	• Umsetzung des Aufbaus der H₂-Tankstelle an der Frisiastraße • Sensibilisierung von Speditionen, Logistik-Unternehmen, Unternehmen am Hafen mit hohem Zulieferungsbedarf zur Umstellung der Lieferketten auf Brennstoffzellen-Fahrzeuge • Ausschöpfen der Potentiale der H₂-Tankstelle und des Emder Elektrolyseurs von 50 MW Für ca. 873 LKW im Jahr • Unterstützung der Taxi-Unternehmen bei Interesse am Einsatz alternativer Antriebe wie H₂ durch Aufnahme in Projektkonsortien und Fahrzeugerprobung • Sensibilisierung des VW Konzern zur Umstellung der Car-Carrier auf Brennstoffzellenfahrzeuge und Abnahme von Wasserstoff "	Stadt, Stadtwerke Emden, H2Emden, VW-Konzern, Unternehmen am Hafengelände, z.B. Spedition Weets und weitere Logistikunternehmen	2	Kurz-/ Mittelfristig
27	Bedarfsgerechte Erhöhung der Kapazitäten von Wasserstoff	• Bei geringer Abnahmemenge Methanisierung des Wasserstoffs (vgl. Projekt in Diele) • Einspeisung des Wasserstoffs in das Erdgasnetz → Langfristig sollte dies aufgrund des geringen Wirkungsgrades (54%) keine zu priorisierende Strategie darstellen • Gespräche mit potentiellen Abnehmern, Vertragsverhandlungen zu Abnahmemengen und Mengenrabatten bei Abnahme an der H₂-Tankstelle von H2Emden	Stadt, Stadtwerke Emden, H2-Emden, Energiepark Emden	2	Kurz-/ mittelfristig
28	Verbindliches Netzwerk schaffen "niedersächsische Wasserstoffallianz"	• Klären von Zuständigkeiten und Rollen • Formulieren eines gemeinsamen Ziels	Hochschule Emden/ Leer, Stadtwerke Emden, Maritimes Kompetenzzentrum MARIKO, Enercon und Landkreis Emsland	3	mittelfristig

²¹⁴ kurzfristig: 1-3 Jahre | mittelfristig: 4-6 Jahre | langfristig: > 7 Jahre

Literaturverzeichnis

- 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen (2020):** Power to Flex (P2X). Online unter: <https://www.3-n.info/projekte/abgeschlossene-projekte/power-to-flex-p2x.html> [18.12.2020].
- ADAC (2019):** E-Scooter im Alltag. Unter: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/e-scooter-alltag/>. [03.12.2020]
- ADFC (2020):** Bike-Sharing. Online unter: <https://www.adfc.de/artikel/bike-sharing>. [04.12.2020]
- Agora Verkehrswende (2019a):** Bikesharing im Blickpunkt – Eine datengestützte Analyse von Fahrradverleihsystemen in Berlin.
- Agora Verkehrswende (2019b):** E-Tretroller im Stadtverkehr - Handlungsempfehlungen für deutsche Städte und Gemeinden zum Umgang mit stationslosen Verleihsystemen.
- Alstom (2018):** Weltpremiere Alstom Wasserstoffzüge. Online unter: <https://www.alstom.com/de/press-releases-news/2018/9/weltpremiere-alstoms-wasserstoff-zuege-starten-im-oeffentlichen> [17.12.2020].
- auto-motor-und-sport.de (2019):** E-Auto-Plattform mit Brennstoffzellen-Option. Online unter: <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/vw-baukasten-mpe-brennstoffzellen-hybrid-wasserstoff/> [17.12.2020].
- Bast (2014):** *Fahrleistungserhebung*. Online unter: https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Publikationen/Berichte/unterreihe-v/2018-2017/v291.html [07.11.2020]
- book-n-drive Carsharing:** Campus-Angebot für Studierende. Online unter: <https://www.book-n-drive.de/go/campus/> [14.12.2020]
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2020):** Elektromobilität. Online unter: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html [11.12.2020]
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung (2016):** Neue Mobilitätsformen, Mobilitätsstationen und Stadtgestalt. Bonn. Unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2015/Mobilitaetsformen-DL.pdf;jsessionid=BC76FA6C250769BA086FFE72F4512643.live11292?__blob=publicationFile&v=1. [03.12.2020]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2015):** Wirkung von E-Car Sharing-Systemen auf Mobilität und Umwelt in urbanen Räumen (WiMobil), online unter: https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2016-10/Abschlussbericht_WiMobil.pdf [26.11.2020].
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2020):** Klimaschutz in Zahlen. Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik. Ausgabe 2020. Online unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_zahlen_2020_broschuere_bf.pdf [09.12.2020].
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (2012):** Nationaler Radverkehrsplan 2020: Den Radverkehr gemeinsam weiterentwickeln, Berlin.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (o. J.):** WASH2Emden – Innovative und umweltfreundliche Wasserstoffanwendungen im Seehafen Emden. Online unter: https://www.innovativehafentechnologien.de/wp-content/uploads/2018/12/IHATEC_Projektsteckbrief_Wash2Emden_formatiert.pdf [02.11.2020]
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2012):** Deutschland. Zahlen - Daten - Fakten zum Fahrradmarkt 2012. Online, unter: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/aktuell/nachrichten/zahlen-daten-fakten-zum-fahrradmarkt-2012> [16.12.2020]
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019a).** Verlagerungswirkungen und Umwelteffekte veränderter Mobilitätskonzepte im Personenverkehr. Karlsruhe. Verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/studie-verlagerungswirkungen-umwelteffekte-mobilitaetskonzepte.pdf?__blob=publicationFile [29.10.2020]
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019b).** Mobilität in Deutschland – Ergebnisbericht. Bonn.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2020):** Neuerungen zum Carsharing, elektrisch betriebenen Fahrzeugen und weitere Änderungen. Online, unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/neuerungen-carsharing-elektrisch-betriebene-fahrzeuge-weitere-aenderungen.html> [14.12.2020]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020):** EEG-Stellungnahme Nationaler Wasserstoffrat. Online unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/eeg-stellungnahme-nationaler-wasserstoffrat.html> [17.12.2020].

- Bundesnetzagentur (2020a):** Bericht. Quartalsbericht Netz- und Systemsicherheit – Gesamtes Jahr 2019. Online, unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Quartalszahlen_Gesamtjahr_2019.pdf?__blob=publicationFile&v=9 [18.12.2020]
- Bundesnetzagentur (2020b):** Marktstammdatenregister für EEG-Anlagen. Online, unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/DatenaustauschundMonitoring/Marktstammdatenregister/MaStR_node.html#doc514816bodyText4 [18.12.2020]
- Bundesregierung (2009):** Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Online unter: https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/sep_hep_09_bmu_bf.pdf [09.12.2020].
- Bundesverband CarSharing (2020).** CarSharing in Deutschland: Die wichtigsten Fakten auf einen Blick, <https://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/carsharing-deutschland-wichtigsten-fakten-auf-blick> [29.10.2020]
- Bundesverband CarSharing (2019).** CarSharing für gewerbliche Kunden. CarSharing fact sheet. Nr. 4. Verfügbar unter: https://www.carsharing.de/sites/default/files/uploads/fact_sheet_nr._4_version_2019_softproof.pdf [29.10.2020]
- Berger (2018):** Bike Sharing 5.0 – Market insights and outlook. Berlin
- Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) (2020):** BerlKönig. Online unter: <https://www.berlkoenig.de/> [11.12.2020]
- bizz energy. Das Wirtschaftsmagazin für die Energiezukunft (2019):** Im Massenmarkt Pkw ist Wasserstoff ungeeignet. URL: <https://bizz-energy.com/im-massenmarkt-pkw-ist-wasserstoff-ungeeignet> [17.02.2020]
- Robert Bosch GmbH (2020):** Synthetische Kraftstoffe. Online unter: <https://www.bosch.com/de/stories/synthetische-kraftstoffe/> [21.12.2020].
- Cambio CarSharing (2020a):** Stationen. Online unter: https://www.cambio-carsharing.de/cms/carsharing/de/1/cms_f2_8/stdws_info/stationen/region/961.html [05.11.2020].
- Cambio CarSharing (2020b):** Neu in Wilhelmshaven: CarSharing von cambio. Online unter: https://www.cambio-carsharing.de/cms/carsharing/de/1/cms?cms_knuuid=5419924f-3fc1-400f-98bb-c47bc97e5552 [14.12.2020]
- civity Management Consultants GmbH & Co. KG (2020):** E-Scooter in Deutschland. Online unter: <https://scooters.civity.de/> [14.12.2020]
- Cordis – Forschungsergebnisse der EU (2020):** High Performance PEM Electrolyzer for Cost-effective Grid Balancing Applications. Online unter: <https://cordis.europa.eu/project/id/700008/reporting/de> [18.12.2020].
- Coya (2019):** Global Bicycle Cities Index. Online unter: <https://www.coya.com/bike/index-2019> [14.12.2020]
- Daniel Doerk (2018):** Was sind eigentlich „Protected Bike Lanes“? Online unter: <https://itstartedwithafight.de/2018/10/02/was-sind-eigentlich-protected-bike-lanes/> [03.11.2020].
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (2019):** Reallabor Schorndorf: Flexibler und bedarfsge-rechter Nahverkehr mit Bussen on-Demand. Online unter: https://www.dlr.de/fk/desktopdefault.aspx/tabid-3743/5849_read-58372/ [11.12.2020]
- Destatis (2020):** Pressemitteilung Nr. N 035 vom 1. Juli 2020. Unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/07/PD20_N035_46241.html. [03.12.2020]
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (2020):** Wasserstoffstudie. Online unter: https://www.dlr.de/content/de/downloads/publikationen/broschueren/2020/wasserstoffstudie-teil-2.pdf?__blob=publicationFile&v=3#:~:text=Wasserstoff%20wird%20be-reits%20heute%20in,f%C3%BCr%20erneuerbaren%20Strom%20nutzen%20I%C3%A4sst [17.12.2020].
- Dorner, F., Dörrzapf, L., & Berger, M. Grätzlrad (2020).** Nutzerinnen-und Nutzerstruktur und Nutzungsverhalten in host-basiertem Lastenrad-Sharing. Wien
- Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB) (2020):** MOBI – Fahr doch, was du willst! Online, unter: <https://www.dvb.de/de-de/die-dvb/mobi> [27.11.2020]
- Edel (2019):** Zwischenfazit zu E-Scootern in deutschen Innenstädten: die 11. Plage oder Hoffnungsträger für die Mobilitätswende? Unter: <https://blog.iao.fraunhofer.de/zwischenfazit-zu-e-scootern-in-deutschen-innenstaedten-die-11-plage-oder-hoffnungstraeger-fuer-die-mobilitaetswende/>. [03.12.2020]
- Edison Media – Heimat der Generation E 2020 (2018):** Pilotprojekt: Deutschlands größte Power-to-Gas-Anlage. Online, unter: <https://edison.media/erleben/pilotprojekt-deutschlands-groesste-power-to-gas-anlage/23751416.html> [23.12.2020]
- Edison Media – Heimat der Generation E 2020 (2019):** Pilotprojekt: Deutschlands größte Power-to-Gas-Anlage. Online, unter: <https://edison.media/erleben/pilotprojekt-deutschlands-groesste-power-to-gas-anlage/23751416.html> [18.12.2020]

- Elektroauto-News.net (2020):** Mit dem Aero B Shooting Brake bekommt VW Werk Emden seinen zweiten MEB-Stromer. Online unter: <https://www.elektroauto-news.net/2020/aero-b-shooting-brake-elektro-variant-vw-werk-emden> [05.02.2021]
- Emder Zeitung (2015):** Emdens Stadtteile: Das ist Conrebbersweg. Online unter: https://www.emderzeitung.de/lokales_artikel,-emdens-stadtteile-das-ist-conrebbersweg-_arid,249262.html [30.07.2020].
- energiate GmbH (2020):** Grüner Wasserstoff für Ostfriesische Busse. Online unter: <https://www.energiate-messenger.de/news/208148/gruener-wasserstoff-fuer-ostfriesische-busse> [18.12.2020].
- enbause.de (2020):** Keine EEG-Umlage mehr bei der Wasserstoffherzeugung. Online unter: <https://www.enbause.de/solarenergie/aktuelles/artikel/keine-eeg-umlage-mehr-bei-der-wasserstoffherzeugung-7253.html> [21.12.2020].
- European Alternative Fuels Observatory (EAFO) (2020):** Af Market Share New Registrations M1 Electricity. Online unter: <https://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/m1#> [09.12.2020]
- FahrradXXL (2018):** Bike Sharing Anbieter in Deutschland – Invasion oder Mobilitätsseggen?. Unter: <https://www.fahrrad-xxl.de/blog/bike-sharing-anbieter-in-deutschland-invasion-oder-mobilitaetsseggen/>. [04.12.2020]
- FAUN Umwelttechnik GmbH & Co. KG (2020):** Bluepower. Online unter: https://www.fau.com/produkte/alternative_antriebe/bluepower/ [17.12.2020].
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2014):** Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA), Köln.
- Fraunhofer ISI (2014):** Markthochlaufszszenarien für Elektrofahrzeuge. Online unter: <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2014/Fraunhofer-ISI-Markthochlaufszszenarien-Elektrofahrzeuge-Langfassung.pdf> [11.12.2020]
- Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz** in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Januar 1988 (BGBl. I S.100), das zuletzt durch Artikel 323 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.
- Ghebregziabier, Poscher-mika (2018):** Cargobike Boom: Wie Transporträder unsere Mobilität revolutionieren. MAXIME Verlag Maxi Kutschera, Bern
- Graf, M. (2020):** Emden initiiert erstes Wasserstoff-Projekt. Täglicher Hafenbericht. Online unter: <https://www.thb.info/rubriken/single-view/news/emden-initiiert-erstes-wasserstoff-projekt.html> [03.11.2020].
- Greenfinder.de (2020):** E-Bike Preise. Was kostet ein Pedelec oder E-Bike, online unter: <https://www.greenfinder.de/e-bikes/ratgeber/technische-details-praxiswissen/e-bike-preise/> [26.11.2020].
- Gruber, M. (2018):** Energiewende & Umwelt. Energiespeicher. Die Hoffnungsträger Wasserstoff und Methan. Online, unter: <https://www.eskp.de/energiewende-umwelt/die-hoffnungstraeger-wasserstoff-und-methan-935978/> [23.12.2020]
- hpem2gas.eu (2019):** Emden Anlage weckt internationale Interesse. Online unter: <https://hpem2gas.eu/wp-content/uploads/2019/02/OZ-2019-02-13-Seite-15.pdf> [17.12.2020].
- h2.live (2020):** H2-Tankstellen in Deutschland. Online unter: <https://h2.live/> [03.12.2020]
- Hollingsworth J., Copeland B., Johnson, X. (2019):** Are e-scooters polluters? The environmental impacts of shared dockless electric scooters. Environmental Research Letters. 14 (8).
- IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr (2019):** Wasserstoff treibt uns an – Niedersächsische H2-Allianz. Online unter: <https://www.iav.com/news/wasserstoff-treibt-uns-an-niedersaechsische-h2-allianz/> [03.11.2020].
- Inside eBike (2015):** Wusstet Ihr schon wie viele eBikes in Deutschland unterwegs sind? Online, unter: <https://www.inside-ebike.com/wusstet-ihr-schon-wie-viele-ebikes-in-deutschland-unterwegs-sind/> [16.12.2020]
- ioki (2021):** Studie belegt: On-Demand-Angebot ioki Hamburg stärkt den Nahverkehr. Online unter: <https://ioki.com/ioki-hamburg-staerkt-nahverkehr/> [04.02.2021]
- KielRegion GmbH (2020):** Mobilitätsstationen in der KielRegion. Unter: https://www.kielregion.de/fileadmin/user_upload/kielregion/documents/masterplan-mobilitaet/Downloads_Mobilitaet/2020_05_20_KIELREGION_Leitfaden_Mobilitaetsstationen_ohneMarken.pdf. [03.12.2020]
- KIT Elektrotechnisches Institut (2019):** Strategiepapier elektrische Pkws – aktueller Stand und zukünftige Entwicklung. URL: <http://www.eti.kit.edu/img/content/Strategiepapier%20Elektroautos%20Stand%202019-10%20V1.5.pdf> [17.10.2020]
- Kloss (2019):** Wasserstoff ist das neue Rohöl. Deutsche Verkehrs-Zeitung. Online unter: <https://www.dvz.de/rubriken/test-technik/alternative-antriebe/detail/news/wasserstoff-ist-das-neue-roehel.html> [03.11.2020].
- Kommunale Klimaschutz- und Energiepolitik stadt+werk (2020):** Wasserstoff. Emden fungiert als Treiber. Online unter: https://www.stadt-und-werk.de/meldung_33242.html [30.10.2020].

- Köllner (2019):** Was Sie über E-Scooter wissen müssen. Springer Professional. Verfügbar unter: <https://www.springerprofessional.de/mobilitaetskonzepte/mikromobilitaet/was-sie-ueber-e-scooter-wissen-muessen/17156852>. [03.12.2020]
- Kraftfahrtbundesamt (KBA) (2020a):** Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2020 (FZ1).
- Kraftfahrtbundesamt (KBA) (2020b):** Fahrzeugzulassungen (FZ 13) – Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen. 1. Januar 2020. Online unter: https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2020/fz13_2020_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=6 [09.12.2020].
- Kraftfahrtbundesamt (KBA) (2020c):** Neuzulassungsbarometer im November 2020. Online unter: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MonatlicheNeuzulassungen/fz_n_MonatlicheNeuzulassungen_archiv/2020/202011_Glmonatlich/202011_nzbarmeter/202011_n_barometer.html?nn=2592390 [09.12.2020].
- Kraftfahrtbundesamt (KBA) (2020d):** Pressemitteilung 28/2020 – Fahrzeugzulassungen im Oktober 2020. Online unter: https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/Fahrzeugzulassungen/pm28_2020_n_11_20_pm_komplett.html [11.12.2020].
- Krämer, A., & Bongaerts R. (2019).** Shared Mobility: Wege aus der Nische?. In: Marketing Review St. Gallen. 5. S. 888-895
- Landesamt für Statistik Niedersachsen (2020):** Regionale Vorausberechnung der Bevölkerung bis zum Jahr 2031).
- Land Niedersachsen (2017):** Nachhaltigkeitsstrategie für Niedersachsen. Online unter: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/themen/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsstrategie/nachhaltigkeitsstrategie-fuer-niedersachsen-111080.html> [03.12.2020]
- Land Niedersachsen (2020):** Lies: „Das ehrgeizigste Klimagesetz in ganz Deutschland - für zukünftige Generationen“. Online unter: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/lies-das-ehrgeizigste-klimagesetz-in-ganz-deutschland-fur-zukunftige-generationen-195351.html> [08.02.2020]
- Landeshauptstadt Kiel (2016):** Konzept Mobilitätsstationen für Kiel. Unter: https://www.kiel.de/de/umwelt-verkehr/verkehrswege/verkehrsentwicklung/_dokumente_mobilitaetsstationen/konzept_mobilitaetsstationen.pdf. [03.12.2020]
- Leipziger Verkehrsbetriebe AG (2020):** Flexa – Ihr flexibles Mobilitätsangebot im Leipziger Norden. Verfügbar unter: <https://www.l.de/verkehrsbetriebe/kundenservice/services/flexa>. [12.10.2020]
- Loose (2016):** Mehr Platz zum Leben – wie CarSharing Städte entlastet, online unter: http://www.carsharing.de/sites/default/files/uploads/alles_ueber_carsharing/pdf/endbericht_bcs-eigenprojekt_final.pdf [26.11.2020]
- Loose (2019):** Umsetzung der Fördermaßnahme des CsgG auf kommunaler Ebene, online unter: http://carsharing.info/sites/default/files/uploads/arbeitschwerpunkte/pdf/presentation_loose_ueberblick_umsetzung_foerdermassnahmen_csgg.pdf [26.11.2020]
- Ludwig-Bölkow-Stiftung, ADAC Stiftung, Fraunhofer IOSB-AST (2019):** Infrastrukturbedarf E-Mobilität - Analyse eines koordinierten Infrastrukturaufbaus zur Versorgung von Batterie- und Brennstoffzellen-Pkw in Deutschland. Online unter: https://stiftung.adac.de/app/uploads/2019/06/IBeMo_Abschlussbericht_final_190625_LBST_Zerhusen.pdf [03.12.2020]
- McDonalds (2020):** Energie tanken für Fahrer und Fahrzeug: McDonald's und EWE Go vernetzen Deutschland an über 1 000 neuen Standorten für mehr Elektromobilität. Pressemeldung vom 18.12.2020. Online unter https://www.mcdonalds.com/de/de-de/GermanyNewsroom/article/e_mobilitaet.html [03.02.2021]
- Mehlert C., Schiefelbusch M. (2018):** Mobility 4.0 – Lernen aus 40 Jahren flexiblem Nahverkehr. *Der Nahverkehr*. 10 Ausgabe. S. 29-35
- MARIKO gemeinnützige GmbH (2020):** Projektstart „H2Watt“. Online unter: <https://h2watt.eu/projektstart-h2watt/> [01.11.2020].
- NDR (2020):** Emden: Zwei neue Offshore-Windparks am Netz. Online, unter: https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/oldenburg_ostfriesland/Emden-Zwei-neue-Offshore-Windparks-am-Netz,aktuell-oldenburg4178.html [23.12.2020]
- Nextbike GmbH (2020a):** Bike-Sharing in Dresden. Unter: <https://www.nextbike.de/de/dresden/> . [04.12.2020]
- Nextbike (2020b):** ADBike. Werbung auf Fahrrädern: https://www.nextbike.net/wp-content/uploads/2018/07/nextbike_ADBike-Flyer_digital.compressed.pdf [27.11.2020]
- Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG (2020):** Wasserstoff-Potentiale im Seehafen Emden. Online unter: <https://www.nports.de/aktuelles-presse/aktuelles/artikel/news/wasserstoff-Potentiale-seehafen-emden/> [01.11.2020].

- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2017):** Nachhaltigkeitsstrategie für Niedersachsen. Online unter: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/themen/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsstrategie/nachhaltigkeitsstrategie-fuer-niedersachsen-111080.html> [03.12.2020]
- Niedersächsisches Vorschrifteninformationssystem (NI-VORIS):** Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen und Stellplätzen (Garagen- und Stellplatzverordnung - GaStplVO). Online unter: <http://www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=GaV+ND+Inhaltsverzeichnis&psml=bsvorisprod.psml&max=true> [14.12.2020]
- Norddeutscher Rundfunk (2020):** Bekommt Ostfriesland eine Power-to-Gas-Anlage? Online unter: https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/oldenburg_ostfriesland/Bekommt-Ostfriesland-eine-Power-to-Gas-Anlage,aktuelloldenburg4026.html [02.11.2020].
- Nordwest-Zeitung (2020):** Emden baut drei E-Modelle. Online unter: https://www.nwzonline.de/wirtschaft/emden-volkswagen-emden-baut-drei-e-modelle_a_50,10,3649263218.html [03.12.2020]
- Nordwest-Zeitung Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG (2020):** Emden schießt Bahn eine Million Euro für Planung vor. Online unter: https://www.nwzonline.de/plus-ostfriesland/emden-bahn-conrebbersweg-bahnunterfuehrung_a_50,11,425472099.html [18.12.2020].
- NOW GmbH (2020):** Förderprogramme Elektromobilität. Online unter <https://www.now-gmbh.de/foerderung/foerderprogramme/elektromobilitaet/> [11.11.2020]
- Pechlaner H., Volgger M., Demetz M., Scuttari A., Innerhofer E., Lun, L., Erschbamer G., Bassani R., Ravazoli E., Maler R., Habicher D. (2017):** Zukunft Tourismus Südtirol 2030. Online unter: http://www.hk-cciaa.bz.it/sites/default/files/uploaded_files/IRE_ricerca_economica/Pubblicazioni/170526_Report_DE_.pdf [05.11.2020].
- Planungsgemeinschaft Verkehr PGV-Alrutz/ Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) (2015):** Potenzielle Einflüsse von Pedelecs auf die Verkehrssicherheit. Kurzbericht einer Forschungsarbeit für die Bundesanstalt für Straßenwesen. Online unter: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/aktuell/nachrichten/anforderungen-die-radverkehrsinfrastruktur> [25.04.2019].
- Power to flex (2017):** Power to flex. Online unter: <https://www.powertoflex.eu/de/uber/> [02.11.2020].
- PTV Group, Fraunhofer ISI, M-Five (2019):** Verlagerungswirkungen und Umwelteffekte veränderter Mobilitätskonzepte im Personenverkehr. Online unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/studie-verlagerungswirkungen-umwelteffekte-mobilitaetskonzepte.pdf?__blob=publicationFile [04.02.2021].
- PV Magazin (2020):** Niedersachsen legt Förderung für Photovoltaik-Speicher auf. Online unter: <https://www.pv-magazine.de/2020/11/20/niedersachsen-legt-foerderung-fuer-photovoltaik-speicher-auf/> [08.12.2020].
- PwC (2020):** E-Mobility Sales Review. Online unter: <https://www.strategyand.pwc.com/de/de/studien/2020/e-mobility-sales-review-q3/e-mobility-sales-review-q3.pdf> [10.12.2020].
- Richtlinie 2006/126/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Führerschein (Neufassung).
- Riegler, S., Juschten, M., Hössinger, R., Gerike, R., Rößger, L., Schlag, B. & Kopp, J. (2016).** Carsharing 2025 – Nische oder Mainstream. Berlin: Institut für Mobilitätsforschung.
- Roland Berger (2018):** Bike Sharing 5.0 – Market insights and outlook. Berlin
- Schwarze, B. (2005):** Erreichbarkeitsindikatoren in der Nahverkehrsplanung. Online unter: <https://www.irpud.raumplanung.tu-dortmund.de/fileadmin/irpud/content/documents/publications/ap184.pdf> [05.11.2020]
- Smith, C & Schwieterman, Joseph. (2018).** E-Scooter Scenarios: Evaluating the Potential Mobility Benefits of Shared Dockless Scooters in Chicago.
- Stadt Emden (2004a):** Klimaschutzmanager für Energie- und Gebäudemanagement. Online unter: <https://gebaeudemanagement.emden.de/projekte/klimaschutzmanager-fuer-energie-und-gebaeudemanagement/> [03.12.2020]
- Stadt Emden (2004b):** Verkehrsentwicklungsplan. Online unter: <https://www.emden.de/rathaus/verwaltung/fb-300-stadtentwicklung-und-wirtschaftsfoerderung/fd-stadtplanung/mobilitaet> [30.11.2020]
- Stadt Emden (2010):** Klimaschutzkonzept Gesamt Endversion. Online unter: https://www.emden.de/fileadmin/media/stadtemden/PDF/FB_300/FD_362/Energie_Klima/klimaschutzkonzept_gesamt_endversion.pdf [03.12.2020]
- Stadt Emden (2013):** Stadtteilentwicklungskonzept Wohnen.
- Stadt Emden (2017):** Masterplan 100 % Klimaschutz. Online unter: <https://www.emden.de/rathaus/verwaltung/fb-300-stadtentwicklung-und-wirtschaftsfoerderung/fd-362-umwelt/klimaschutz-in-emden/masterplan#:~:text=Unser%20Plan%20f%C3%BCr%20Emden%3A%20100%20%25%20Klimaschutz.&text=Als%20Masterplan%2DKommune%20stellen%20wir,zum%20nationalen%20Klimaschutz%20zu%20leisten.> [30.11.2020]

- Stadt Emden (2019a):** Nahverkehrsplan Stadt Emden 2019. Online unter: https://www.emden.de/fileadmin/media/stadtemden/PDF/FB_300/FD_361/Aktuelles_Bekanntmachungen/2020/Stadt_Emden_Nahverkehrsplan_2019.pfd [30.11.2020]
- Stadt Emden (2019b):** Masterplan Radverkehr 40 %.
- Stadt Emden (2020a):** Wohnsitzstatus in den Stadtteilen. Online unter: https://www.emden.de/fileadmin/media/stadtemden/PDF/FB_200/FD_210/Verwaltungsdienste/stadtteile_wohnsitzstatus.pdf [30.07.2020].
- Stadt Emden (2020b):** Altersstruktur in den Stadtteilen. Online unter: https://www.emden.de/fileadmin/media/stadtemden/PDF/FB_200/FD_210/Verwaltungsdienste/altersstruktur_stadtteile_weiblich_2020.pdf [30.07.2020].
- Stadt Emden (2020c):** Neue E-Golfs. Online unter: <https://www.emden.de/aktuell/neue-e-golfs>. [14.12.2020]
- Stadt Emden (2020d):** Erläuterungsbericht Ültje Gelände. Online unter: <https://www.emden.de/rathaus/verwaltung/fb-300-stadtentwicklung-und-wirtschaftsfoerderung/fd-stadtplanung/ueltje-gelaende> [22.12.2020]
- Stadt Wilhelmshaven (2020):** Carsharing in Wilhelmshaven. Online unter: <https://www.wilhelmshaven.de/carsharing/> [14.12.2020]
- Statkraft Markets GmbH (2020a):** Zukunft made in Ostfriesland. Online unter: <https://www.statkraft.de/presse/news/Archiv/2020/zukunft-made-in-ostfriesland/> [18.12.2020].
- Statkraft Markets GmbH (2020b):** Green hydrogen for sustainable transport in Northern Germany vom 17.12.2020. Online unter: <https://www.statkraft.com/newsroom/news-and-stories/archive/2020/green-hydrogen-emden/> [03.02.2020]
- Stadtwerke Emden GmbH (2019):** Wir bringen die Zukunft der Elektromobilität direkt vor die Haustür der Bürgerinnen und Bürger der Seehafenstadt. Online unter: <https://stadtwerke-emden.de/aktuell/wir-bringen-die-zukunft-der-elektromobilitaet-direkt-vor-die-haustuer-der-buergerinnen-und-buerger-der-s/> [12.02.2021]
- Stuttgarter Straßenbahn AG (SSB) (2020):** SSB Flex. Online unter: <https://www.ssb-ag.de/kundeninformation/ssb-flex/> [11.12.2020]
- Sunderer, G., Götz, K., & Zimmer, W. (2018).** Attraktivität und Akzeptanz des stationsunabhängigen Carsharing. In Soziale Innovationen lokal gestalten (pp. 99-118). Springer VS, Wiesbaden.
- Süddeutsche Zeitung (2020):** VW verschifft Autos mit Flüssigerdgas. Online unter: <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/schiffahrt-emden-vw-verschifft-autos-mit-fluessigerdgas-Ing-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-200616-99-445659> [17.12.2020].
- TenneT TSO GmbH (2020a):** BorWin1. Online, unter: <https://www.tennet.eu/de/unser-netz/offshore-projekte-deutschland/borwin1/> [18.12.2020]
- TenneT TSO GmbH (2020b):** BorWin2. Online, unter: <https://www.tennet.eu/de/unser-netz/offshore-projekte-deutschland/borwin2/> [18.12.2020]
- TenneT Holding B.V. (2021a):** Riffgat. Three-phase grid connection off the coast of Borkum. Online unter: <https://www.tennet.eu/our-grid/offshore-projects-germany/riffgat/> [03.02.2021]
- TenneT Holding B.V. (2021b):** alpha ventus. Departure into the age of offshore wind energy. Online unter: <https://www.tennet.eu/our-grid/offshore-projects-germany/alpha-ventus/> [03.02.2021]
- Thyssengas GmbH (o. J.):** Von der Vision zur Wirklichkeit: unser Wasserstoffprojekt ELEMENT EINS. Online unter: <https://thyssengas.com/de/innovation/element-eins.html> [01.11.2020].
- thyssenkrupp Steel Europe AG (2020):** Die Klimastrategie von thyssenkrupp Steel zur nachhaltigen Stahlproduktion. Online unter: https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie/?gclid=CjwKCAiAoOz-BRBdEi-wAyuvA62rGi31ZGUmoZ5GK5bd1FUrKL3uPDaV-sEcP4L6VUYOcG8KS9_G5HxoCxygQAvD_BwE [17.12.2020].
- Uluk, D., Lindner, T., Palmowski, Y., Garritzmann, C., Göncz, E., Dahne, M., Möckel, M., Gerlach, U. (2020):** E-Scooter: erste Erkenntnisse über Unfallursachen und Verletzungsmuster. Notfall+ Rettungsmedizin. 23, S. 293-298.
- Umweltbundesamt (2020):** E-Scooter momentan kein Beitrag zur Verkehrswende. Unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/e-scooter-momentan-kein-beitrag-zur-verkehrswende#aktuelles-fazit-des-uba>. [03.12.2020]
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV) (2016):** Elektromobilität im ÖPNV weiter fördern, online unter: <http://www.mobi-wissen.de/files/e-mobilitaet-im-oepnv-weiter-foerdern.pdf> [26.11.2020].
- Verkehrsclub Deutschland (VCD) (2020):** Werksverkehr – auf Betriebsgelände und zwischen Einzelstandorten. Online unter: <https://lastenrad.vcd.org/branchenloesungen/werksverkehre/> [14.12.2020]
- Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen und Stellplätzen (Garagen- und Stellplatzverordnung - GaStpIVO) vom 4. September 1989.**
- Volkswagen AG (2019):** Hydrogen or Battery – That is the question. Online unter: <https://www.volkswagen.com/de/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery-that-is-the-question.html> [17.12.2020].

- Volkswagen (2020):** Werk Emden startet in die neue Ära der Elektromobilität. Pressemitteilung vom 06.07.2020. Online unter: <https://www.volkswagen-newsroom.com/de/pressemitteilungen/werk-emden-startet-in-die-neue-aera-der-elektromobilitaet-6177> [05.02.2021]
- Wirtschaftswoche (2018):** Was das Carsharing-Gesetz gebracht hat, online unter: <https://www.wiwo.de/unternehmen/auto/ein-jahr-nach-einfuehrung-was-das-carsharing-gesetz-gebracht-hat/22977220.html> [26.11.2020].
- Wissenschaftsstadt Darmstadt, Amt für Wirtschaft und Stadtentwicklung (2020):** Mobilitätskonzept Lincoln-Siedlung. Online unter: <https://www.darmstadt.de/leben-in-darmstadt/mobilitaet-und-verkehr/verkehrsentwicklung-und-projekte/mobilitaetskonzept-lincoln-siedlung> [09.09.2020].
- Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) (2014):** Mitglieder & Kennzahlen 2015.
- Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) (2015):** ZIV Wirtschaftspressekonferenz am 08.März 2016 in Berlin. Zahlen-Daten-Fakten zum Fahrradmarkt in Deutschland 2015. Online, unter: https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PK-2016_08-03-2016_Praesentation.pdf [16.12.2020]
- Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) (2018):** Zahlen – Daten – Fakten zum Fahrradmarkt in Deutschland 2017. Online unter: https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PK-2018_13-03-2018_Praesentation.pdf [10.12.2020]
- Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) (2020):** Zahlen – Daten – Fakten zum Fahrradmarkt in Deutschland 2019. Online unter: https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PK-2020_11-03-2020_Praesentation.pdf [10.12.2020]

12 Anhang

12.1 Übersicht Best Practices Bedarfsverkehre

Bezeichnung	Stadt	Einzugsgebiet (ca.)		Anbieter	Start - Ende	Besonderheiten
		Einwohner	Fläche in km²			
SBB Flex	Stuttgart	634.830	207,35	SSB & moovel Group GmbH	06/ 2018 - Aktuell	- Integrierte Beauskunftungs—und Buchungs-App für Shuttle, Bus, S-Bahn und Tram - Nutzung nur Shuttle oder intermodal möglich - Nutzer*innen werden gepoolt (Ridepooling)
Reallabor Schorndorf	Schorndorf	39.634	56,83	Reallabor Schorndorf	02/ 2016 - 01/ 2019	- On-Demand-Buskonzept (9 – 10-Sitzer) mit Buchungsmöglichkeit bis 5 Min. vor Abfahrt - Routenoptimierung bringt Fahrgäste möglichst nah ans Ziel, spontaner Zustieg am Bahnhof, teilnehmenden Einrichtungen möglich
Ioki Hamburg	Hamburg (Lurup, Osdorf und Billbrook)	64.915	19,7	HVV & Ioki	09/ 2018 - 12/ 2020	- Buchung über App zu markierten Haltestellen, Fahrzeugstandort im Buchungsprozess sichtbar - Pooling bei mehreren Fahrgästen möglich
Berlkönig	Berlin (innerhalb östlichen S-Bahn-Ringes)	579.524	59,81	Berlkönig – BVG & ViaVan	09/ 2018 - Aktuell	- Integration in den ÖPNV, Fahrten nur von Haltestelle zu Haltestelle für Fahrten im Stadtgebiet - Nutzer*innen werden gepoolt (Ridepooling)
Netliner Monschau	Monschau, Aachener Süden	11.694	94,6	Netliner – ASEAG	12/ 2016 - aktuell	- Bedarfsorientierter Verkehr in Räumen mit schwacher Nachfrage - Buchung bis 30 Min. vor der Fahrt nur über Website und Telefon, nicht über App - Fahrt nicht bei paralleler ÖPNV-Fahrt möglich
myBus Duisburg	Duisburg	110.831	34,98	myBus & DVG	09/ 2017 - aktuell	- Bei Eingabe von Start und Ziel-Ort werden 4 verschiedene Transportwege vorgeschlagen: myBus, ÖPNV, Nextbike und Taxi (direkte Verlinkung) - Nutzer*innen werden gepoolt (Ridepooling)
Flexa Leipzig	Leipzig (Wiederitzsch, Breitenfeld, Lindental)	8.670	9,78	LVB & Unterstützung Max-Planck-Institut	10/ 2019 - aktuell	- Integration des Bedarfsverkehrs mit Bus und Bahn, v.a.: Synchronisierung mit dem ÖPNV - Fahrt nicht bei paralleler ÖPNV-Fahrt möglich

12.2 Übersicht eines möglichen Emders Kernnetzes mit eingezeichneten Schulen

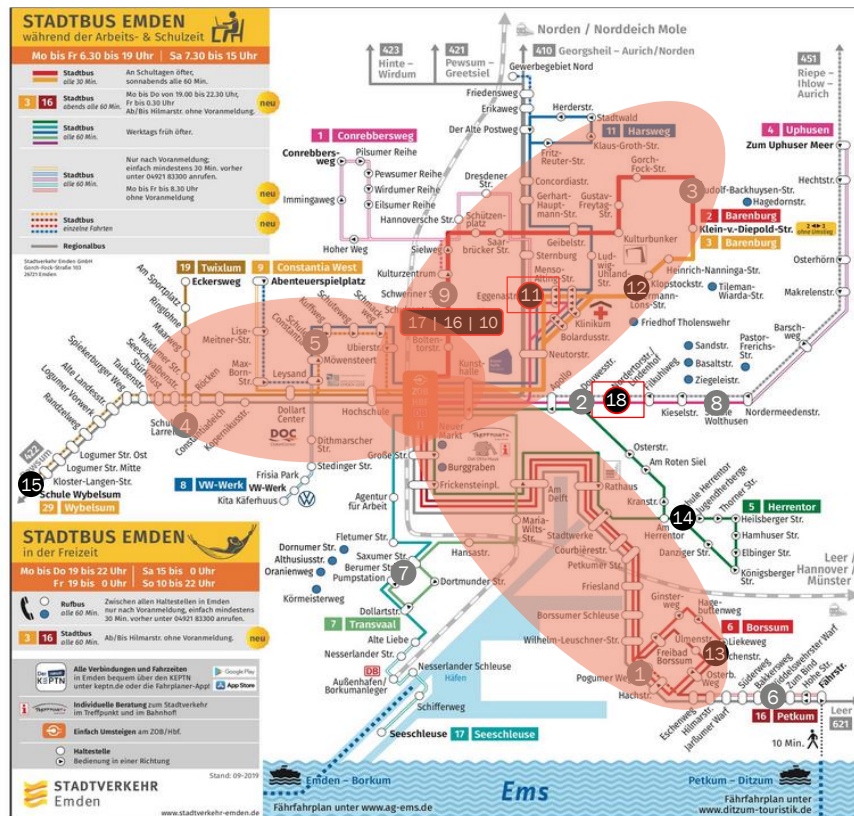


Abbildung 73: Netzplan Stadtbus Emden mit Verteilung der Schulen, Hintergrund: Netzplan der SVE²¹⁵

Die Legende befindet sich in der beistehenden Tabelle, graue Kreise zeigen Grundschulen, schwarze Kreise weiterführende Schulen. Rote Umrandungen deuten auf eine hohe Anzahl von Schülern hin.

Le- gende	Name der Schule	Schülerzahl	Linie Endstation	Le- gende	Name der Schule	Schülerzahl	Linie Endstation
1	Grundschule Westerborg	303	6	10	Max-Windmüller-Gymnasium	685 ²¹⁶	2
2	Grundschule Am Wall	180 ²¹⁷	5, 4	11	Johannes-Althusius-Gymnasium	1200 ²¹⁸	1
3	Grundschule Grüner Weg	270 ²¹⁹	2	12	Förderschule Emden	144 ²²⁰	3
4	Grundschule Larrelt	134	19	13	Oberschule Borssum	232 ²²¹	6
5	Grundschule Constantia	132 ²²²	11, 19	14	Oberschule Herrentor	478 ²²³	5
6	Grundschule Petkum	68 ²²⁴	16	15	Grund- und Oberschule Wybelsum	420 ²²⁵	29
7	Grundschule Cirksema	240 ²²⁶	7, 17	16	Berufsbildende Schulen I	1902	2
8	Grundschule Wolthusen	213 ²²⁷	4	17	Berufsbildende Schulen II	2500 ²²⁸	2
9	Grundschule Fruchteburg	192 ²²⁹	2	18	Integrierte Gesamtschulen Emden	750 ²³⁰	4

²¹⁵ <https://stadtwerke-emden.de/stadtverkehr/fahrplanauskunft/>

²¹⁶ <https://schulen.de/schulen/max-windmueller-gymnasium-emden-9095/>

²¹⁷ <https://www.grundschule-am-wall.net/unsere-schule-1/%C3%BCber-uns/>

²¹⁸ <https://www.jag-emden.de/schule/allg-informationen/allgemeine-informationen-deutsch/>

²¹⁹ <https://www.grundschule-gruener-weg.de/index.php/schule>

²²⁰ <https://www.dagomi.de/schulen/f%C3%B6rderschule-emden/8437>

²²¹ <https://www.dagomi.de/schulen/oberschule-borssum/7538>

²²² <https://www.dagomi.de/schulen/grundschule-constantia/6423>

²²³ <https://www.dagomi.de/schulen/oberschule+am+herrentor/7819>

²²⁴ <https://www.dagomi.de/schulen/grundschule+petkum+-+widdelswehr/6400>

²²⁵ <https://www.schule-wybelsum.de/>

²²⁶ <https://www.grundschule-cirksema.de/schueler/>

²²⁷ <https://dagomi.de/schulen/grundschule+wolthusen/6403>

²²⁸ <http://www.berufsbildendeschulen2-emden.de/index.php?id=305>

²²⁹ <https://www.dagomi.de/schulen/grundschule+fr%C3%BChteburgschule/7287>

²³⁰ <https://www.igs-emden.de/wordpress/unser-schulteam-freut-sich-ueber-verstaerkung/>

12.3 Methodik: Standortpotentialanalyse von Mobilitätsstationen

Mobilitätsstationen nehmen als Verknüpfungspunkt eine Schlüsselrolle im Umweltverbund ein. Als intermodale Schnittstelle sollen diese einen möglichst einfachen Umstieg zwischen unterschiedlichen Verkehrsmitteln ermöglichen. Ziel der Standortanalyse ist die Bewertung von bestehenden Haltestellen hinsichtlich ihrer Eignung als Mobilitätsstation. Die Analyse betrachtet einerseits die **Bestandsanalyse der verkehrsspezifischen Faktoren** (Situation an den Haltestellen) und andererseits einen **Multimodalitäts-Score**, welcher die Raumstruktur im Umfeld der Haltestelle bewertet. Die Eignung der Haltestellen ergibt sich durch eine Kombination dieser beiden Teilaspekte.

Bestandsanalyse der verkehrsspezifischen Faktoren

Grundlage für eine Mobilitätsstation stellt ein attraktives Verbindungsangebot an der entsprechenden Haltestelle dar. Deswegen erfolgt im ersten Teil der Analyse mittels Scoring eine Bewertung der verkehrsspezifischen Faktoren, wie dem vorhandenen Mobilitäts- und Linienangebot sowie dem zugehörigen Taktangebot. Bestandteil ist dabei die Anzahl der Abfahrten pro Tag. Mit einer steigenden Anzahl an Abfahrten erhalten die Haltestellen einen höher bewerteten Score. Weiterhin werden unterschiedliche Mobilitätsarten unterschiedlich bewertet. So erhalten Haltestellen mit einer nationalen Linie eine höhere Bewertung, abfallend gefolgt von regionalen Linien, U-Bahn-Linien und Straßenbahn-Linien. Dieser erste Teil der Analyse zeigt die Eignung des an der Haltestelle bestehenden Verbindungsangebotes als Grundlage für eine Mobilitätsstation an.

Multimodalitäts-Score

Der zweite Teil der Analyse betrachtet die Raumstruktur im Umfeld der Haltestellen, also inwiefern die Einrichtung einer Mobilitätsstation im Kontext der räumlichen Situation überhaupt angebracht ist. Dies erfolgt einerseits mit der Erstellung eines Infrastruktur-Scores, welcher Faktoren wie den Einzelhandel, Einträge bei Tripadvisor und vorhandene Ladeinfrastruktur in der Umgebung der Haltestellen betrachtet. Andererseits wird ein Anwohner-Score mit soziodemographische Faktoren erstellt. Hierfür wird das Umfeld der Haltestellen auf die Anzahl der Einwohner, den Anteil der Einwohner in Altersgruppen mit hohen Mobilitätsbedürfnissen und der Anzahl der Haushalte analysiert. Weiterhin fließt die Entfernung zu Schulen und Kitas in die Betrachtung mit ein. Im Endeffekt ergibt sich der Multimodalitäts-Score durch eine Kombination des Infrastruktur- und Anwohner-Scores.

12.4 Methodik: Ladeinfrastrukturprognose

Um eine räumlich und zeitlich differenzierte Abschätzung zum Markthochlauf und zu dem damit verbundenen Ladebedarf durchführen zu können, wurde das Standortmodell für LIS G/SeLIS entwickelt. Das Modellkonzept besteht aus drei Modulen, welche im Folgenden näher erläutert werden (vgl. Abbildung 74).



Abbildung 74: Funktionsweise des Standortmodells für LIS GISeLIS

1) Prognose zur Anzahl und räumlichen Verteilung der E-Pkw

Der Markthochlauf von E-Pkw wird durch eine Vielzahl an Einflussfaktoren bestimmt, wodurch sich dessen Entwicklung nur schwer abschätzen lässt. Dies zeigt die derzeitige Bandbreite an Szenarien von Studienergebnissen zum Markthochlauf (vgl. Abbildung 75).

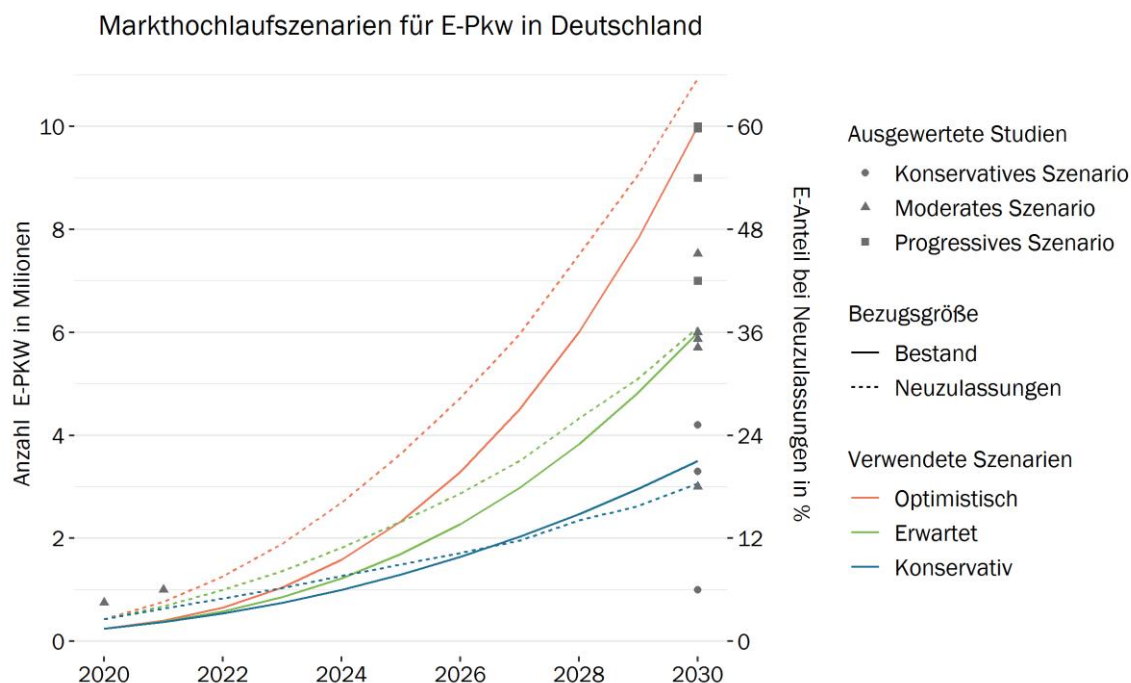


Abbildung 75: Studienergebnisse zu Markthochlauf-Szenarien von E-Pkw in Deutschland sowie die drei verwendeten Szenarien (optimistisches, erwartetes und konservatives Szenario)

Die wesentlichen Einflussfaktoren zur Prognostizierung des Markthochlaufes sind:

- Produktionskapazitäten an Elektrofahrzeugen und deren Bestandteile (Batterien etc.)

- Flottenverbräuche und die Wertung von PHEV (Plug-in- Hybrid-Fahrzeugen)
- Vorgaben und Kaufanreize in den Zielmärkten der Automobilunternehmen
- Anreize der Fahrzeughändler in deren Herstellerverträgen
- Akzeptanz bei den Verbrauchern

Die vorhandene LIS stellt auch eine Einflussgröße dar.

Betrachtet man die Nutzer*innen von LIS bzw. die Elektrofahrzeughalter zeigt sich ein diverses Bild. Das Potential an Käufergruppen, die bereits über eigene LIS als primären Ladepunkt verfügen bzw. diesen relativ einfach installieren können, erscheint hoch. Bei 5 Millionen Neuzulassungen im Jahr stellen jedoch Firmen als Halter fast 64 % der neuzugelassenen Fahrzeuge²³¹. Hierbei sind die Fahrzeuge, die auch privat genutzt werden, enthalten. 36 % aller Haushalte mit überdurchschnittlicher Fahrzeuganzahl leben in Ein- und Zweifamilienhäusern.²³² Diese stellen zu Beginn die Zielgruppe dar, die sich zukünftig auf alle Segmente ausweiten wird.

Der Bestand an E-Pkw variiert derzeit in Deutschland räumlich sehr stark (vgl. Abbildung 76). Grund dafür sind unterschiedliche Voraussetzungen für die Möglichkeiten und Motivationen zum Kauf eines E-Pkw wie Einkommen, Umweltbewusstsein und Lademöglichkeiten. In den letzten Monaten sind jedoch deutschlandweit intensive Bewegungen in den Absatzmarkt von Elektrofahrzeugen eingetreten.

Seit Anfang des Jahres 2020 schreibt die EU durch die Verordnungen Europäische Union VO (EG) Nr. 443/2009 und VO (EU) Nr. 510/2011 einen Höchstwert für den Ausstoß von CO₂ von 95 g je Kilometer Fahrleistung eines Fahrzeuges vor, den die Automobilhersteller einzuhalten haben.

Zuvor lag dieser Grenzwert bei 130 g CO₂ pro Kilometer. Der Betrachtungszeitraum der Flottenverbräuche beträgt ein Jahr. Ende 2020 werden die Verbrauchswerte mit dem Referenzjahr 2019 verglichen. Im Vorjahr stoßen Neuwagen in der EU im Schnitt 108 g CO₂ je Kilometer aus und überstiegen damit deutlich den Grenzwert. Prognosen zufolge werden einige Autohersteller in den kommenden Jahren mit hohen Strafzahlungen rechnen müssen, da ab 2021 für jedes Gramm über den Grenzwert eine Strafe von 95 € für jeden verkauften Pkw fällig wird. In der EU handelt es sich nach Schätzungen von Deloitte dabei um Strafzahlungen von insgesamt 3,3 Milliarden €. Bis 2030 werden die Flottenverbrauchswerte schrittweise auf 59 g CO₂ pro Kilometer sinken (vgl. Handelsblatt 2020a). Durch diese Richtlinie sind Automobilhersteller dazu gezwungen, mehr emissionsarme Fahrzeuge auf den Markt zu bringen, um den hohen Strafzahlungen zu entgehen. Konkret bedeutet dies, dass die Marktverfügbarkeit von emissionsarmen Fahrzeugen aktuell nicht durch Nachfrage, sondern durch das Angebot bestimmt ist. Viele Hersteller legen den Absatz von emissionsarmen Fahrzeugen direkt auf die Vertragshändler um und entwickeln attraktive Preismodelle für BEV und PHEV. Die Praxistauglichkeit dieser Strategie spiegelt sich in den Neuzulassungszahlen 2020 wider.

Tabelle 24: Entwicklung der Neuzulassungen von BEV und PHEV seit Jahresbeginn, deutschlandweit (KBA 2020)

	Dezember 2019	Januar 2020	Februar 2020
Neuzulassungen BEV	5 748	7 492	8 154
Neuzulassungen PHEV	5 580	8 639	8 945

Um Unsicherheit in der Prognose abzubilden, wurden drei Szenarien unter Berücksichtigung von politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie Strategien und Aktivitäten der Hersteller

²³¹ Vgl. KBA 2018

²³² Statistische Bundesamt, 2019

und der lokalen Gegebenheiten berücksichtigt. Neben den absoluten Zahlen an E-Pkw ist für eine Modellierung des Ladebedarfes der Anteil der unterschiedlichen Fahrzeugkonzepte (BEV und PHEV) relevant. Auch die zur Verfügung stehenden Produktions- und Akkukapazitäten am Markt fließen ein.

Daraus wurden die folgenden drei Szenarien abgeleitet:

- Das **Szenario 1** geht von einem mittleren elektrischen Neuzulassungsanteil von 50 % bis 2030 in Emden aus. Aufgrund der fallenden Batteriepreise und einer gut ausgebauten öffentlichen LIS setzen sich BEV mit einem Marktanteil von 65 % bis 2030 durch. Dank hoher Reichweiten erzielen PHEV einen hohen elektrischen Fahrtanteil von rund 50 %.
- Das **Szenario 2** geht von schnell fallenden Batteriekosten und damit sinkenden Fahrzeugkosten bzw. steigenden Reichweiten sowie verschärften CO₂-Grenzwerten aus, was zu einem hohen elektrischen Neuzulassungsanteil in Deutschland von 60 % bis 2030 führt (ca. 10 Mio. E-Pkw bei einem gesamten Pkw-Bestand von 57,3 Mio.). Aufgrund der geringen Batteriekosten und eines zügigen flächendeckenden Aufbaus eines europaweiten Schnellladenetzes werden PHEV langfristig aus dem Markt verdrängt und daher reine BEV bis 2030 mit 80 % den E-Neuwagenanteil dominieren.
- Das **Szenario 3** baut auf den Annahmen des zweiten Szenarios weiter auf. Das VW-Werk plant bis 2024 insgesamt ca. 210 Ladepunkte für Werk, Mitarbeiter*innen und Besucher*innen bereitzustellen. Dabei werden sowohl AC-als auch DC-Ladeleistungen berücksichtigt. Darüber hinaus stellen die Leasing- und Kaufangebote für die Mitarbeiter*innen einen Hebel dar, den Zuwachs an E-Pkw in der Region zu erhöhen. Die Modellergebnisse sind dann anteilig der Mitarbeiter*innenanzahl aus der Stadt Emden angepasst. Für die Entwicklung der Modellregion Ostfriesland wird die Bedeutung des VW-Werks und die Ergebnisse des Szenarios über die Stadtgrenzen hinaus für die gesamte Region betrachtet. Dabei wird von einem Neuzulassungsanteil von ca. 75% im Jahr 2030 ausgegangen.

Tabelle 25: Rahmenbedingungen und deren Auswirkung auf den Markthochlauf der Elektromobilität in den drei Szenarien

Szenario	Rahmenbedingungen	Auswirkung
Szenario 1	• Eintreten einiger der o. g. Maßnahmen, die sich förderlich auf die Elektromobilität auswirken	• Gemäßigter, absehbarer Markthochlauf auf Basis aktuellen Rahmenbedingungen
Szenario 2	• schnell fallende Batteriekosten • verschärfte CO₂-Grenzwerte • Einführung einer CO₂-Steuer • Abschaffung von Diesel-Subventionen	• geringere Fahrzeugkosten • Ausweitung der elektrischen Modellpalette • Anstieg der Kraftstoffpreise
Szenario 3	• Hohe Nutzung der Leasing- und Kaufangebote des VW-Werkes für die Mitarbeiter*innen • Regelmäßige Aktualisierung der Angebote auch für neue Fahrzeugmodelle • Weiterverkauf von jungen Gebrauchten durch die Mitarbeiter*innen	• Beschleunigter Markthochlauf durch die Hebelwirkung der regionalen Gegebenheiten

Das Bewertungsverfahren berücksichtigt die finanzielle Möglichkeit zum Kauf eines E-Pkw (abgebildet durch u. a. amtliche statistische Daten zu Bruttoverdienst, Haushaltseinkommen, Bodenrichtwert und Anteil an Beschäftigten), das potentielle Interesse an Elektromobilität (abgebildet durch die Anzahl der Beschäftigten mit akademischem Abschluss, den derzeitigen Anteil an E-Pkw

und die Wahlbeteiligung) sowie die Möglichkeit zum Laden (abgebildet durch die Distanz zur nächsten Ladestation und den Anteil von Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern²³³).

Weiterhin wird die kommunale Bestandsentwicklung von Pkw der letzten Jahre, die Bevölkerungsprognose jeder Kommune sowie der prognostizierte Motorisierungsgrad in Deutschland²³⁴ bis zum Jahr 2030 berücksichtigt. Eine langfristig abnehmende Motorisierungsquote wird insbesondere durch Sharing-Angebote, neue Mobilitätsdienstleistungen sowie ein sich veränderndes Mobilitätsverhalten erwartet.

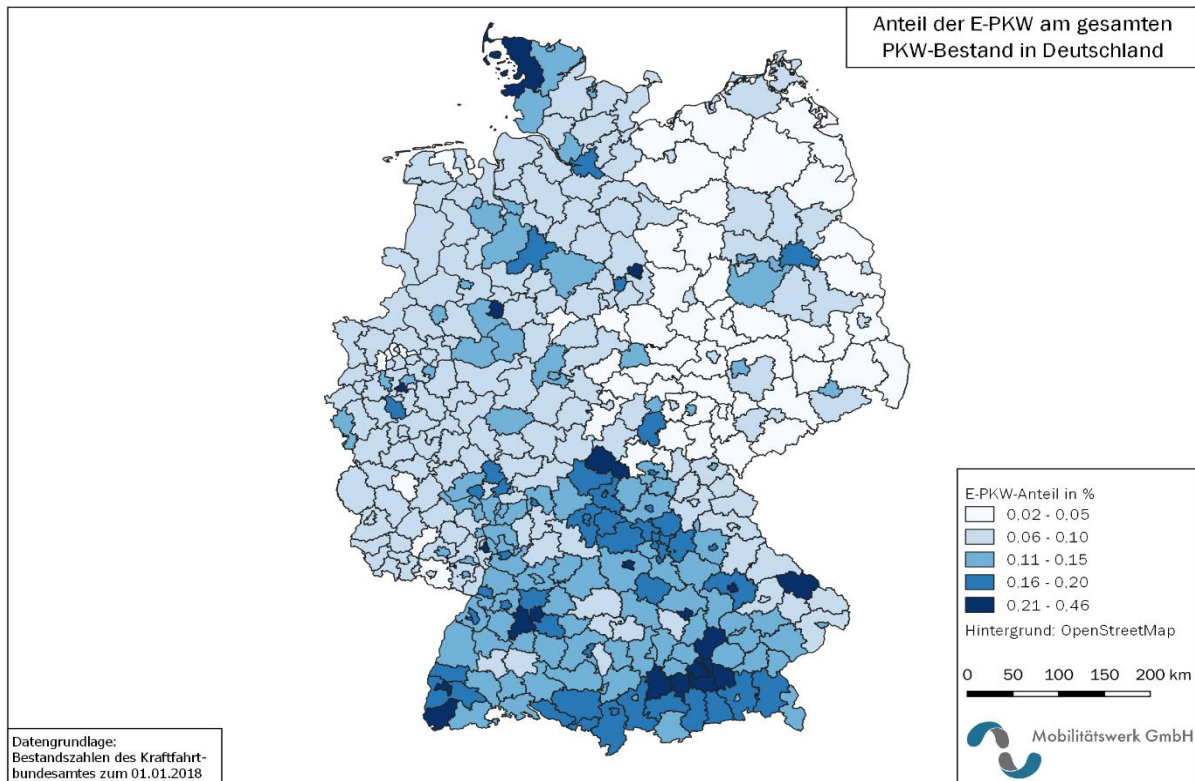


Abbildung 76: Anteil der E-Pkw am Pkw-Bestand in Deutschland

2) Auswertung des Mobilitäts- und Ladeverhaltens

Im zweiten Schritt wird für jeden E-Pkw (unterschieden nach BEV und PHEV sowie privaten und gewerblichen Haltern), in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur (Kernstadt, Umland oder ländlicher Raum), die mittlere Anzahl an Wegen, differenziert nach Wegezweck und -länge, berechnet. Primäre Grundlage dafür ist die Verkehrserhebung *Mobilität in Deutschland 2017*. Aus einer Befragung von E-Pkw-Fahrern konnte abgeleitet werden, wie häufig öffentliche bzw. halböffentliche LIS pro Weg, in Abhängigkeit von der Weglänge, verwendet wird.²³⁵ In Kombination mit der Aufenthaltsdauer kann so für jede Wegekombination die Wahrscheinlichkeit für einen Ladevorgang abgeschätzt werden. Da gewerblich zugelassene Elektrofahrzeuge häufig als Flottenfahrzeuge betrieben werden und oft über eigene LIS verfügen, werden diese differenziert betrachtet.

3) Räumliche Verteilung der Ladevorgänge und Standortanalyse

Diese klassifizierten Wege bzw. Ladevorgänge werden anhand eines zweiten Bewertungsverfahrens auf die umliegenden Kommunen und Städte verteilt. Dabei wird jede Kommune bzw. Stadt hinsichtlich ihrer Attraktivität bezüglich eines Wegezweckes bewertet. Bspw. wird die Attraktivität für den Wegezweck *Freizeit* bzw. *Tourismus* durch die Anzahl an Freizeiteinrichtungen, Cafés und

²³³ Ein- und Zweifamilienhäuser verfügen i. d. R. über einen eigenen Stellplatz auf dem Grundstück und damit über die Möglichkeit einer eigenen Wallbox.

²³⁴ Vgl. shell.de (2019)

²³⁵ Vgl. Vogt/Fels (2017)

Restaurants bei *OpenStreetMap*, touristischen Übernachtungen sowie Einträgen und Rezensionen bei *Tripadvisor* abgebildet. Neben dem Laden am Wohnort wird auch der Bedarf von Beschäftigten und Pendlern, der Durchgangsverkehr sowie das Potential für Gelegenheitsladen und Flottenladen (gewerbliche E-Pkw) analysiert (vgl. Abbildung 77).

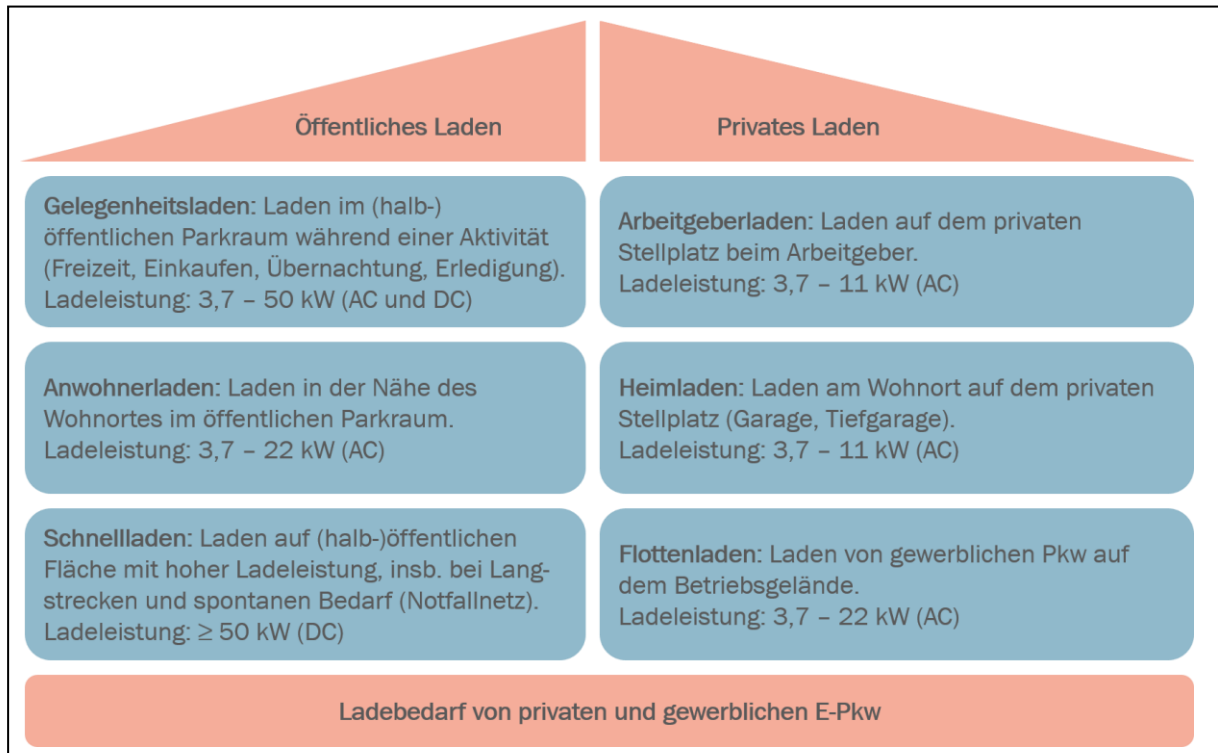


Abbildung 77: Differenzierung der Ladeorte nach Zugänglichkeit des Standortes (öffentlich und privat)

Je nach regionalen Gegebenheiten variieren die Anteile an den Ladearten. Ländliche Gebiete weisen bspw. aufgrund der Verfügbarkeit privater Stellplätze einen höheren Anteil an privaten Ladevorgängen auf. Orte in der Nähe von Autobahnraststätten oder Autohöfen haben einen höheren Anteil an Schnellladevorgängen. Städte mit einer überörtlichen Versorgungsfunktion oder frequentierten Sehenswürdigkeiten bzw. Ausflugszielen weisen typischerweise einen hohen Anteil an (halb-)öffentlichen Normalladevorgängen auf.