

Herausgeber:

Verfasst durch den Oldenburger Energiecluster OLEC e.V. im Auftrag der Stadt Oldenburg.



Oldenburger Energiecluster OLEC e.V.

Marie-Curie-Str. 1

26129 Oldenburg

+49 (0)441 36116 565

info@energiecluster.de

Oldenburg, April 2019

Das vorliegende Konzept wurde unter Mitwirkung der folgenden PartnerInnen angefertigt:

ARSU GmbH - Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH, Oldenburg

Baron Mobility GmbH, Oldenburg

Cambio Carsharing (FA Stadtteilauto Oldenburg GmbH), Oldenburg

DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme e.V., Oldenburg

Fraunhofer Institut für angewandte Materialforschung (IFAM), Bremen

IngenieurNetzwerk Energie e.G. (INEG), Bad Iburg

PLANET GbR, Oldenburg

Waydo GmbH, Oldenburg

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	8
Zusammenfassung	10
1. Einleitung	12
1.1 Problemstellung	12
1.2 Mobilitätsstationen im Kontext einer nachhaltigen Mobilitätsstrategie	13
1.3 Merkmale von Mobilitätsstationen	15
2. Anforderungen an eine E-Mobilstation für die Stadt Oldenburg	16
2.1 E-Mobilstationen als Wegbereiter	16
2.2 Vergleichbare Anlagen an anderen Standorten	17
2.3 Technische Beschreibung	21
2.4 Ökonomische und ökologische Bewertung	21
2.4.1 Ökologische Bewertung	21
2.4.2 Ökonomische Bewertung	25
3. Untersuchung von Standortvarianten	26
3.1 Standortwahl von Mobilitätsstationen	26
3.2 Analyse der Standortfaktoren am Beispiel Oldenburg	29
3.3 Bewertung der Ergebnisse	35
4. Zusätzliche Angebote der E-Mobilstation in Oldenburg	35
4.1 Carsharing	35
4.1.1 Mindestanforderungen	35
4.1.2 Auswahlkriterien	36
4.1.3 Unterschiede zur Nutzung von Verbrennern	38
4.2 Verleihsysteme von Pedelecs und E-Lastenrädern	39
4.2.1 Konzeptionierung passender Pedelec-Typen, Lade- und Verstaumöglichkeiten	39
4.2.2 Best-Practices automatisierter Verleihsysteme von E-Lastenrädern anderer Städte und Regionen	41
4.2.3 Verleihvorgang, Betriebs- und Verwaltungskonzept Pedelecs/Lastenräder	43
4.3 Service- und Treffpunkt	46
5. Rahmenbedingungen zur baulichen Umsetzung der E-Mobilstation	46
5.1 Organisatorisches Realisierungskonzept	46
5.2 Hinweise zur baulichen Umsetzung	47
6. Betriebskonzept	48
6.1 Betrieb des Carsharings	48
6.2 Betrieb des E-Bike und Lastenfahrrad-Verleihs	49
6.3 Betrieb der öffentlichen Ladesäule	49

6.4	Betrieb der Gesamtanlage, inkl. Wartung der Anlagen und Energiekostenabrechnung	50
6.5	Betreuung eines Aufenthaltsraumes	51
6.6	Betrieb der PV-Anlage.....	51
6.7	Energiekostenabrechnung.....	51
6.8	Werbung und Öffentlichkeitsarbeit	52
6.9	Lastenheft.....	52
7.	Technische Realisierung einer E-Mobilstation.....	52
7.1	Sektorenkopplung und Einsatz erneuerbarer Energien am favorisierten Standort.....	52
7.2	Energiebedarfsanalyse.....	54
8.	Technische Infrastrukturplanung.....	57
8.1	Dimensionierung der PV-Energieversorgung und des Speichersystems	57
8.1.1	Photovoltaik-Anlagen	57
8.1.2	Stationäre Batteriespeicher	60
8.1.3	Zielsetzungen	61
8.1.4	Szenarienwahl.....	62
8.1.5	Ergebnisse.....	64
8.1.6	Zwischenfazit	69
8.2	Anforderungen an die öffentliche Ladeinfrastruktur.....	70
8.2.1	Technische Anforderung an die Wechselstromladestation	70
8.2.2	Bau	71
8.2.3	Bedienkonzept für die NutzerInnen.....	71
8.2.4	Wartung und Instandhaltung.....	72
8.2.5	Entstörung	72
8.2.6	Kaufmännische Betriebsführung	72
8.2.7	Dimensionierung und Kostenermittlung für eine AC-Ladesäule.....	73
8.3	Modelle zur Errichtung und den Betrieb von Ladesäulen und Wallboxen	73
8.3.1	Technische Anforderungen an die Wallboxen	73
8.3.2	Bau	74
8.3.3	Bedienkonzept für NutzerInnen	74
8.3.4	Wartung und Instandhaltung.....	74
8.3.5	Entstörung	74
8.3.6	Kaufmännische Betriebsführung	75
8.3.7	Dimensionierung und Kostenermittlung für zwei Wallboxen.....	75
9.	Kostenermittlung für eine E-Mobilstation	75
10.	Aktuelle Fördermöglichkeiten im Kontext Elektromobilität	78
11.	Auf einen Blick – Checkliste	81
	Literaturverzeichnis	83

Anhang.....	86
a. Ablauf bauliche Durchführung.....	86
b. Technische Beschreibung - Lastenheft bauliche Ausführung	90
c. Lastenheft Betrieb	96

Abkürzungsverzeichnis

AC	alternating current, Wechselstrom	IEC	International Electrotechnical Commission, Internationale Elektrotechnische Kommission
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club	IFAM	Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	IK	IK-Stoßfestigkeitsgrad, angewendet wird der IK-Code beispielsweise für Schalter, Steckdosen, Leuchten, Verteilergehäuse oder etwa Tastaturen
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung	IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung	IP	International Protection, Schutzklasse, Ein Produkt mit IP44 ist vor dem Eindringen von festen Fremdkörpern mit einer Größe über 1mm und vor allseitigem Spritzwasser geschützt.
BHKW	Blockheizkraftwerk	ISE	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung	kW	Kilowatt
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Natur-schutz, Bau und Reaktorsicherheit	kWh	Kilowattstunde
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	kWp	Kilowatt peak
BMWi	Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie	LKW	Lastkraftwagen
BuW	Begleit- und Wirkungsforschung	MA	MitarbeiterInnen
CO ₂	Kohlenstoffdioxid	mA	Milliampere
CCS	combined charging system	Ocpp	Open Charge Point Protocol, offenes Protokoll das die Kommunikationen zwischen Ladestationen für Elektro-Autos und zentralen Infrastruktur-Elementen im Internet wie z. B. Servern ermöglicht
DC	direct current, Gleichstrom	OLEC	Oldenburger Energiecluster
DE UZ	deutsches Umweltzeichen	ÖPNV	Öffentlicher Personen Nahverkehr
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung	PKW	Personenkraftwagen
DIN	Deutsches Institut für Normung	Pt	Projekträger
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	PV	Photovoltaik
ECE	Economic Commission for Europe, technische Vorschriften für Kraftfahrzeuge der Wirtschaftskommission für Europa	QR	Quick Response
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien, Erneuerbare-Energien-Gesetz	RCD	Residual Direct Current Monitoring Device, Fehlerstrom-Schutzeinrichtung)
EN	europäische Normung		
ENaQ	Energetisches Nachbarschaftsquartier		
EU	Europäische Union		
GED	Gesellschaft für Energiedienstleistung		
GU	GeneralunternehmerIn		

RFID Radio-frequency identification, technisches System, mithilfe dessen Daten kontaktlos gelesen und gespeichert werden können

RWTH Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

SchuKo Schutzkontakt

TGO Technologie- und Gründerzentrum Oldenburg

TINK Transportrad Initiativen Nachhaltiger Kommunen

VDE ARN VDE Anwendungsregeln

VWG Verkehr und Wasser GmbH

W Watt

Z.E. Zero Emission

ZOB Zentraler Omnibusbahnhof

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Multimodales und intermodales Verkehrsverhalten. Quelle: Projektbericht „Bestimmung multimodaler Personengruppen, TU Dresden (2011).	15
Abbildung 2: Typische Ladesäuleninstallation mit einzelner Säule. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017).	17
Abbildung 3: Switchh Elektromobilitätsstation an einer der S-Bahn-Stationen. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017).	19
Abbildung 4: Einfache Mobil Station in Offenburg. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017).	19
Abbildung 5: Switch Station in Hamburg Altona mit E-Pkw als Zubringerfahrzeugen zum nördlich gelegenen Flughafen. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017).	19
Abbildung 6: E-Mobilitätsstation am Berliner Südkreuz. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2019).	20
Abbildung 7: E-Mobilstation Wolfsburg Quelle: © VW Immobilien GmbH, www.vwimmobilien.de.	20
Abbildung 8: Vergleich unterschiedlicher Flächeninanspruchnahme durch Pkw, Bus, Straßenbahn, Radfahrer und Fußgänger (pro Person). Quelle: Martin Randelhoff, www.zukunft-mobilitaet.net – CC BY 3.0.	28
Abbildung 9: Umsatzentwicklung Flensburger Modell. Quelle: cambio (2019).	39
Abbildung 10: Ladezustand (grün) und Ladeleistung (orange) für Fahrzeug aus Tabelle 6. Quelle: DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme (2019).	55
Abbildung 11: Ladeleistung (orange) einer Ladesäule mit zwei Ladepunkten und Ladezustand (grün und blau). Quelle: DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme (2019).	56
Abbildung 12: Übersicht über den "Pferdemarkt" in Oldenburg bzw. des Gebäudes „Pferdemarkt 1“. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).	63
Abbildung 13: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 12 kWp, Südausrichtung (0°) und 10° Neigung auf dem Dach der E-Mobilstation in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).	65
Abbildung 14: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 17 kWp, Südausrichtung (15°) und 10° Neigung auf dem Dach des benachbarten Gebäudes „Pferdemarkt 1“ in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).	65
Abbildung 15: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 9 kWp, Südausrichtung (15°) und 35° Neigung auf dem Dach des benachbarten Gebäudes „Pferdemarkt 1“ in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).	66
Abbildung 16: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 24 kWp (je 12 kWp Ostausrichtung (105°) und 12 kWp Westausrichtung (285°)) mit 10° Neigung auf dem Dach des Gebäudes „Pferdemarkt 1“ in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019)	66
Abbildung 17: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 36 kWp (je 12 kWp Ostausrichtung (105°) und 12 kWp Westausrichtung (285°)) mit 10° Neigung auf dem Dach des Gebäudes „Pferdemarkt 1“ sowie der PV-Anlage mit 12 kWp, Südausrichtung (0°) und 10° Neigung auf dem Dach der E-Mobilstation in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).	67
Abbildung 18: Zyklenzahlen bei einer PV-Anlage mit 12 kWp, Südausrichtung (0°) und 10° Neigung auf dem Dach der E-Mobilstation in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).	69

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Traditionelle Verkehrsplanung vs. Nachhaltige städtische Mobilitätsplanung. Quelle: ARSU (2019).	13
Tabelle 2: Pkw-Emissionen im Stadtverkehr bei unterschiedlicher Treibstoffversorgung. Planet 2019.	22
Tabelle 3: Empfehlungen für den Aufbau von Mobilitätsstationen. Quelle: ARSU (2019).	27
Tabelle 4: Geschätzter Flächenbedarf pro Ausstattungselement einer Mobilstation. Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Zukunftsnetz Mobilität NRW, 2015, 2017a.	29
Tabelle 5: Darstellung relevanter Standortfaktoren. Quelle: ARSU (2019).	30
Tabelle 6: Standortalternativen für die Stadt Oldenburg. Quelle: ARSU (2019) mit Datengrundlage von Google Earth.	31
Tabelle 7: Bewertung der Standortfaktoren. Quelle: ARSU (2019).	34

Tabelle 8: Exemplarische Ausleih- und Rückgabezeitpunkte, sowie gefahrene Kilometer. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).	55
Tabelle 9: Übersicht über die Strahlungswerte in Oldenburg auf ausgewählte Flächen im Jahr 2014, Ausrichtung im Uhrzeigersinn: 0° = Nord, 90° = Ost, 180° = Süd, 270° = West Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).....	60
Tabelle 10: Übersicht über die betrachteten PV-Anlagen mit Modulen der Größe 1662 x 992 mm und 285 W (ca. 18 % Wirkungsgrad), C: auf dem Dach der E-Mobilstation, G: auf dem Dach des Gebäudes "Am Pferdemarkt 1", Ausrichtung im Uhrzeigersinn: 0° = Nord, 90° = Ost, 180° = Süd, 270° = West. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).....	64
Tabelle 11: Vergleich der Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten zwischen Speichern mit unterschiedlichen C-Raten für die 12 kWp-PV-Anlage mit Südausrichtung und 35° Neigung (eigene Berechnung). Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).	68
Tabelle 12: Kostenschätzung Grundstück. Quelle: Planet (2019).	76
Tabelle 13: Kostenschätzung Bauwerk. Quelle: Planet (2019).	76
Tabelle 14: Kostenschätzung Außenanlagen. Quelle: Planet (2019).	77
Tabelle 15: Kostenschätzung Baunebenkosten. Quelle: Planet (2019).	77
Tabelle 16: Kostenschätzung Zusammenfassung. Quelle: Planet (2019).....	78
Tabelle 17: Zusammenfassung wichtiger Förderprogramme Elektromobilität. Quelle: OLEC (2019).	80
Tabelle 18: Umsetzungsschritte. Quelle: eigene Darstellung nach Zukunftsnetz Mobilität NRW, 2015: Handbuch Mobilstationen Nordrhein-Westfalen.	82

Zusammenfassung

Dieses Konzept liefert Handlungsempfehlungen für die konkrete Ausgestaltung einer E-Mobilstation für die Stadt Oldenburg. Diese soll verschiedenste nachhaltige Mobilitätsangebote miteinander verknüpfen und der interessierten Öffentlichkeit einen einfachen Zugang zum Thema Elektromobilität u.a. mit der Integration geeigneter Beratungsangebote bieten. Da ein Demonstrationsvorhaben mit großer Sichtbarkeit in der Region (und darüber hinaus) angestrebt wird, sollte ein zentraler Standort mit guter Erreichbarkeit und Flächenverfügbarkeit sowie Anschluss an den öffentlichen Verkehr ausgewählt werden. Wie sich bei der Analyse der Standortfaktoren zeigt, weist der Pferdemarkt im Stadtzentrum das wohl größte Potential zum Aufbau einer E-Mobilstation auf.

Der Ausbau der Elektromobilität schreitet in Deutschland bislang nur schleppend voran. Gründe dafür liegen unter anderem darin, dass Ladeinfrastruktur meist nur punktuell zur Verfügung gestellt wird und einzelne Mobilitätsangebote nur voneinander getrennt nutzbar sind. Wie sich an anderen Beispielen zeigt, erhöht der Aufbau einer E-Mobilstation an einem zentralen Standpunkt nicht nur die Sichtbarkeit, sondern steigert auch die Akzeptanz in der Bevölkerung für alternative Mobilitätsangebote. In das Konzept werden daher ein Carsharing mit Elektrofahrzeugen, eine Pedelec- und Lastenrad-Verleihstation sowie entsprechende Auflademöglichkeiten integriert. Um die Wirtschaftlichkeit der Fahrzeugbereitstellung zu erhöhen und die Auslastung der Pkws zu steigern, sollten Schnelllader in die Ladeinfrastruktur integriert werden. Die Buchung des Fahrzeugpools erfolgt onlinebasiert: Die städtischen MitarbeiterInnen buchen das gewünschte Transportmittel über eine digitale Plattform und öffnen das Fahrzeug per Smartphone oder RFID-Karte, um den Verwaltungsaufwand möglichst gering zu halten und Fehler bei der Ausleihe zu minimieren. Anhand

des schlüssellosen Zugriffs erhalten die Nutzenden auch Zugang zu einer abschließbaren Fahrradgarage, welche die Platzbedürfnisse von Lastenrädern berücksichtigt und der für den Fall einer Vergrößerung der Station modular erweiterbar sein wird. Damit die interessierte Öffentlichkeit die Pkws und Pedelecs selbst „erfahren“ kann, sollte der Pool nach Dienstschluss der Stadtverwaltung für Dritte geöffnet werden. Zur Identifikation passender Lösungen werden Best Practice Beispiele umfassend präsentiert und diskutiert. Dies betrifft u.a. gesamtstädtische E-Mobilstationen, Pedelec- und Lastenrad-Verleihsysteme sowie Fahrradabstellanlagen.

Elektrofahrzeuge fahren lokal ohne klimaschädliche Abgase und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Lebensqualität im städtisch geprägten Umfeld. Um einen tatsächlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten zu können und die Akzeptanz von Elektromobilität in der Öffentlichkeit weiter zu erhöhen, sollte die Energieversorgung des zu entwickelnden Konzeptes so weit wie möglich auf Basis von Erneuerbaren Energien erfolgen. Hier werden im Rahmen des Konzeptes verschiedene Szenarien aufgezeigt: Die Integration einer Photovoltaik-Anlage inkl. eines Energiespeichers für Zeiten, in denen keine Solarenergie zur Verfügung steht oder die Energienachfrage das derzeitige Angebot an Energie übersteigt, scheint dabei besonders großes Potential zu versprechen. Demnach könnten die PV-Module in das Dach des dem Pferdemarkt vorgelagerten Gebäudes (Grill am Pferdemarkt) integriert werden. Für die Dimensionierung und die Ausgestaltung des Speichersystems werden im Rahmen dieses Konzeptes konkrete Handlungsempfehlungen präsentiert.

Im Ergebnis erhält die Stadt Oldenburg einen Handlungsleitfaden für die mögliche Ausgestaltung einer E-Mobilstation. Dies betrifft zum einen die Auswahl der Flottenfahrzeuge und ent-

Zusammenfassung

sprechende Lademöglichkeiten auf Basis von Erneuerbaren Energien. Zum anderen werden auch konkrete Betreiberkonzepte erarbeitet. Die Station könnte vollständig in kommunaler Hand verbleiben, sodass die Stadt Oldenburg als alleiniger Eigentümer auftreten würde. In diesem Falle könnten Serviceaufträge an Dienstleister (z.B. an die an diesem Konzept beteiligten Unternehmen) zur Bewirtschaftung vergeben werden. Die Stadt könnte alternativ auch als Auftraggeber oder Initiator in Erscheinung treten. Vor- und Nachteile für die jeweiligen Szenarien werden umfassend abgewogen. Bei der Entscheidungsfindung muss die Stadt Oldenburg insbesondere abwägen, in welchem Ausmaß sie an der späteren, funktionalen und visuellen Ausgestaltung der E-Mobilstation aktiv partizipieren möchte.

Der zentrale Standort der E-Mobilstation im Stadtgebiet verspricht höchste Signalwirkung für den weiteren Ausbau der Elektromobilität im Raum Oldenburg. Die spätere Station umfasst Stellplätze für Carsharing-Fahrzeuge, die der Stadt, aber auch Privatleuten zur Verfügung stehen sollen. Hinzu kommen abschließbare Lade- und Abstellmöglichkeiten für Pedelecs bzw. E-Lastenräder sowie eine öffentlich zugängliche Ladesäule. Um eine nachhaltige Energieversorgung zu garantieren, wird ein Technikraum und eine Überdachung mit integrierter PV-Anlage errichtet. Das benachbarte Imbissgebäude wird einen weiteren Teil der PV-Anlage mit einschließen. Da die Station nicht mit Personal bewirtschaftet werden soll, ist ein vollautomatischer Betrieb vorgesehen.

Das vorliegende Konzept verknüpft die Kompetenzen relevanter Praxispartner bei der Verwirklichung einer auf die konkreten Bedürfnisse der Stadt ausgerichteten E-Mobilstation als Leuchtturmprojekt für Oldenburg.

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Laut einer aktuellen Studie zählt Oldenburg zu den deutschen Städten, die sich durch eine besondere Lebensqualität auszeichnen (IW Consult GmbH, 2018). Um dieses hohe Niveau auch langfristig zu sichern, sieht sich die Stadt jedoch auch besonderen Herausforderungen gegenüber. Oldenburg ist nach wie vor eine wachsende Stadt mit einem entsprechend hohen Siedlungsdruck. Die Nachfrage nach Gewerbe- und Wohnflächen ist hoch, nach vorliegenden Prognosen dürfte sich mittelfristig daran wenig ändern. Die Schaffung neuen Wohnraums erfolgt sowohl über eine Nachverdichtung, die Ausweisung neuer Baugebiete, aber auch durch Nachnutzung von Konversionsflächen.

Die negativen Begleiterscheinungen dieser Entwicklung zeigen sich vor allem im Verkehrsbereich. Oldenburg ist im Nordwesten die Pendlerhauptstadt mit täglich rd. 22.000 Aus- und rd. 42.000 EinpendlerInnen (Bundesagentur für Arbeit, 2018). Ein hohes Verkehrsaufkommen in den Stoßzeiten, Staus und vor allem Umweltbelastungen sind die Folgen. Aber auch der innerstädtische Verkehr hat bspw. auch durch das Wachstum der Paketdienste zugenommen. Die Diskussion über die Feinstaubbelastung und mögliche Fahrverbote hat das Thema Mobilität in der Stadt weit nach oben auf die politische Tagesordnung gebracht. Ganz offenkundig ist dabei, dass nicht allein nur technisch-regulative Maßnahmen ausreichen, sondern grundsätzlich eine Transformation des Mobilitätssystems erforderlich ist. Dies gilt auch, da sich Oldenburg ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt hat.

Die Ausgangsbedingungen für einen solchen Transformationsprozess in Oldenburg sind günstig: die Stadt ist Standort zahlreicher Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die sich in sehr unterschiedlicher Weise mit dem Thema

nachhaltige Mobilität befassen, es gibt zahlreiche neue MobilitätsanbieterInnen, die auf alternative Formen setzen (Cambio, City-Logistik, Rädchen für alle etc.) und auch die Verkehr und Wasser GmbH (VWG), die als Konzessionsinhaberin für den öffentlichen Nahverkehr der Stadt zuständig ist, hat in einem aktuellen Strategiepapier ihre zukünftige Rolle als Mobilitätsanbieterin neu definiert. Die Stadt selbst ist zudem in mehrere Forschungsvorhaben eingebunden, die das Thema Mobilität mitadressieren (ENaQ, Metropolregion).

Wenn über die Zukunft der Mobilität gesprochen wird, dann sind mehrere Trends sichtbar (Römer, 2018):

- Vernetzt: Fahrzeuge werden untereinander und mit dem Internet verbunden sein.
- Elektrifiziert: Der Elektromotor wird sich als Antriebstechnologie gegenüber Verbrennungsmotoren durchsetzen.
- Geteilt: Mobilität wird stärker zur Dienstleistung, die auch in geteilten und kollektiven Formen genutzt werden kann.
- Automatisiert: Langfristig werden die Fahrzeuge immer selbstständiger fahren können.

Alle diese Aspekte spielen bei der Entwicklung eines städtischen Mobilitätskonzepts eine Rolle, wobei das Thema Autonomes Fahren wahrscheinlich auf mittlere Sicht eine reale Option darstellt. Mobilitätskonzepte setzen vorrangig

Einleitung

auf die intelligente Verknüpfung von unterschiedlichen Mobilitätsangeboten.¹ In diesem Zusammenhang spielen Mobilitätsstationen als Knotenpunkte eine zentrale Rolle. Ausgestaltung, Standortwahl und auch Betriebskonzepte einer solchen Einrichtung sind dabei entscheidend für den Erfolg.

1.2 Mobilitätsstationen im Kontext einer nachhaltigen Mobilitätsstrategie

Im Zusammenhang mit der Transformation eines städtischen Verkehrssystems fallen häufig Begrifflichkeiten, die einer näheren Erläuterung bedürfen (KCW GmbH et.al., 2017; Schlump, 2015; Schwedes et.al., 2017; Schwedes et.al., 2018).

Mobilitätskonzept

Grundlage für ein städtisches Mobilitätsmanagement liefert auf der strategischen Ebene ein Mobilitätskonzept. Es gibt keine einheitliche Definition von Mobilitätskonzepten (Vallée et.al., 2018), das Zukunftsnetz Mobilität NRW fasst bspw. wie folgt zusammen: „Wie ein Masterplan für das Thema Mobilität verbindet es die konkreten Lösungsansätze aus dem Bereich

Die Stadt Oldenburg hat ein Konsortium unter der Federführung des Oldenburger Energieclusters OLEC beauftragt, ein entsprechendes Konzept für die Errichtung einer E-Mobilstation in Oldenburg zu erarbeiten.

der Infrastruktur, des Bau- und Planungsrechts sowie aus Beratung, Information und Öffentlichkeitsarbeit zu einer integrierten Gesamtstrategie, die auch bei kleinteiligen Maßnahmen ein zielführendes Vorgehen gewährleistet“ (Zukunftsnetz Mobilität NRW, 2015).

Die EU hat einen Leitfaden vorgelegt, der Städten und Kommunen eine Hilfestellung an die Hand geben soll, wenn es darum geht, entsprechende Mobilitätskonzepte oder Mobilitätspläne zu erarbeiten (European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans, 2014).

Was die bisherige Verkehrsplanung einer Stadt von einem nachhaltigen Mobilitätskonzept unterscheidet, fasst Tabelle 1 zusammen.

Tabelle 1: Traditionelle Verkehrsplanung vs. Nachhaltige städtische Mobilitätsplanung. Quelle: ARSU (2019).

Traditionelle Verkehrsplanung		Nachhaltige städtische Mobilitätsplanung
Fokus auf Verkehr	⇒	Fokus auf Menschen
Primäre Ziele: Sicherung ausreichender Transportkapazitäten und Transportgeschwindigkeiten	⇒	Primäre Ziele: Zugang, Lebens- und Umweltqualität, Gesundheit, sozial ausgewogen, Nachhaltigkeit; Wirtschaftlichkeit
Fokus auf Modal	⇒	Ausgewogene Entwicklung aller Verkehrsträger und Übergang auf ökologisch verträgliche Mobilität
Fokus auf Infrastruktur	⇒	Integrierte Maßnahmenprogramme zur Erreichung kosteneffektiver Lösungen
Sektorale Planung	⇒	Sektorale Planung, die mit anderen Handlungsfeldern abgestimmt ist (Flächennutzungsplanung, Regionalplanung, soziale Dienstleistungen, Regulierung, Preispolitik etc.)

¹ Laut einer aktuellen Studie zur Digitalisierung von Städten belegt Oldenburg im Städteranking einen guten Platz (43 von 394), Schwächen werden der Stadt aber gerade

auch im Bereich der smart mobility konstatiert (Haselhorst Associates, 2019a, 2019b).

Traditionelle Verkehrsplanung		Nachhaltige städtische Mobilitätsplanung
Kurz und mittelfristige Angebotsplanung	⇒	Kurz- bis mittelfristige Angebotsplanung, die eingebettet ist in langfristige Visionen und Strategien
Auf ein administrativ abgegrenztes Gebiet bezogen	⇒	Ausgerichtet auf funktional abgegrenzte Räume (Bsp. Pendlerbeziehungen)
Domäne von IngenieurInnen	⇒	Interdisziplinäre Teams
Expertenplanung	⇒	Einbindung von Stakeholdern im Rahmen eines transparenten und partizipativen Prozesses
Nur begrenzte Folgenbewertung	⇒	Kontinuierliches Monitoring und Evaluation, um auf der Grundlage Planungen anzupassen

Mobilitätsstation

Die zentralen Knotenpunkte innerhalb eines städtischen Mobilitätssystems bilden Mobilitätsstationen. Unter einer Mobilitätsstation wird folgendes verstanden² (InnoZ, 2018; Rehme et.al., 2018): „... ein Ort oder eine Räumlichkeit, an dem unterschiedliche Mobilitätsangebote und Services miteinander verknüpft werden und ein einfacher Zugang zu diesen gewährt wird. Durch die Bündelung und Vernetzung mehrerer Mobilitätsangebote wird Multimodalität und Intermodalität gefördert und eine Mobilitätsgarantie (auch ohne privaten Pkw) geschaffen“ (Stadt Wien - Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2018).

Zur Definition von Mobilstationen ist die Beschreibung von Jansen etwas detaillierter: „...Eine Mobilstation ist eine Kombination aus Mobilitätszentralen und Umsteigepunkten, die effizient verschiedene Verkehrsmittel miteinander verknüpft und an großen Stationen Beratungen in Servicegebäuden anbietet. Grundvoraussetzung jeder Mobilstation ist, dass es mindestens einen ÖPNV Anschluss gibt und der Umweltverbund (Fuß- und Radverkehr) Vorrang vor dem motorisierten Individual-

verkehr hat. Darüber hinaus bieten Mobilstationen unterschiedliche Formen des Sharings an. Zudem gibt es an Mobilstationen Bike- und Car-Sharing Angebote, sowie oftmals auch eine Autovermietung.

Eine Mobilstation zeichnet sich dadurch aus, dass sie durch moderne Kommunikations- und Informationsdienste Funktionen, wie die Planung der kürzesten und effizientesten Route bereithält. Die Mobilstation ist somit der bauliche Ausdruck einer modernen Mobilität und bietet jedem die Möglichkeit sich effizient und umweltbewusst in einem bestimmten Radius fortzubewegen“. (Jansen et.al., 2015)

Multi- und Intermodalität

Multi- und Intermodalität beschreiben das Verkehrsverhalten von Personen im Hinblick auf die Wahl ihrer Verkehrsmittel: „Dabei bezeichnet Multimodalität Verkehrsverhalten, das durch die Verwendung verschiedener Verkehrsmittel im Verlauf eines Zeitraumes, der üblicherweise mehrere Wege beinhaltet, gekennzeichnet ist. Intermodalität ist dagegen definiert als die Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel im Verlauf eines Weges. Damit ist intermodales Verhalten eine Sonderform multimodalen Verhaltens“ (FIS, 2019).

² Die Begrifflichkeiten sind nicht immer eindeutig; häufig wird auch von Mobilitätspunkten oder auch Hubs gesprochen.

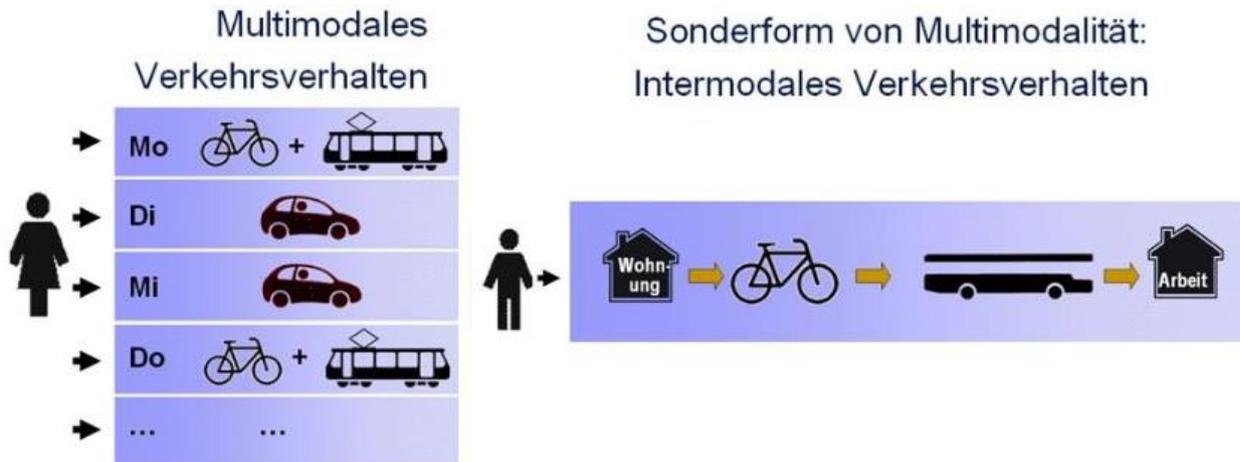


Abbildung 1: Multimodales und intermodales Verkehrsverhalten. Quelle: Projektbericht „Bestimmung multimodaler Personengruppen, TU Dresden (2011).

Ein Beispiel für ein multimodales Mobilitätsverhalten liefern BerufspendlerInnen, die innerhalb einer Woche für den Arbeitsweg jeweils auf andere Transportmittel zurückgreifen, d.h. etwa bei gutem Wetter mit dem Fahrrad fahren, ansonsten den ÖPNV nutzen, oder wenn sie auf der Rückfahrt noch Einkäufe tätigen müssen, mit dem eigenen PKW fahren.

Intermodalität stellt dann eine Sonderform da, als hier mehrere Verkehrsmittel auf einer Reise genutzt werden. Ein Beispiel dafür ist jemand, der mit

dem Fahrrad zum Bahnhof fährt, dann mit dem Zug fährt, sich am Zielbahnhof ein Pedelec mietet und damit zum vereinbarten Termin fährt. Auf einer Reise können also sehr vielfältige Verkehrsmittel kombiniert werden.

Voraussetzungen für eine solche Flexibilität sind jedoch der Ausbau der Infrastruktur (etwa Mobilitätsstationen) und die Digitalisierung, die den NutzerInnen die entsprechenden Informationen für die individuelle Mobilitätswahl real-time zur Verfügung stellen.

1.3 Merkmale von Mobilitätsstationen

Die Veränderungen im Mobilitätsbereich und der darauf abzielende Ausbau der Infrastruktur finden ihren Niederschlag auch in den zahlreichen Studien und Handlungsanleitungen, die sich mit der Entwicklung von Mobilitätsstationen als Kernbestandteil kommunaler Mobilitätskonzepte befassen (Baden-Württemberg Stiftung gGmbH, 2017; Hagg et. al., 2015; Proff & Fojcik, 2018; PTV, 2018; Rehme, 2018; Stadt Wien - Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2018; VCÖ, 2018; Verkehrsclub Deutschland e.V., 2017; Zukunftsnetz Mobilität NRW, 2017b).

Als zentrale Merkmale von Mobilitätsstationen gelten:

- Ein rascher, unkomplizierter und zeitlich uneingeschränkter Zugang, insbesondere durch die Nutzung innovativer IT-Dienstleistungen.
- Die Bündelung und Verknüpfung mehrerer Angebote an einem Ort (multimodaler Angebotsmix).
- Der Fokus auf emissionsarme Mobilitätsangebote (E-Fahrzeuge, Fahrräder).
- Die Verortung an gut zugänglichen Standorten und in attraktiven Räumlichkeiten.
- Das Andocken an einen zentralen Ort/ bzw. an einen zentralen Akteur (z. B. ÖPNV-Haltestelle oder Sammelgarage etc.).

Die vorliegenden Konzepte und auch in deutschen Städten und Kommunen bereits realisierten Mobilitätsstationen unterscheiden sich vor allem in der Bandbreite der dort angebotenen Leistungen:

- Carsharing-Fahrzeuge (Stellplätze für unterschiedliche AnbieterInnen und lokale Initiativen), Mietwagen
- Zweirad-Leihfahrzeuge (z. B. E-Scooter, Pedelecs, Motorräder) bzw. nicht-motorisierte Verkehrsmittel (Fahrräder, Lastenräder)
- Bikesharing-Räder (Station des städtischen Systems Citybike oder lokaler Initiativen)
- Sonstiges Mobilitätszubehör (z. B. Trolleys, Fahrradanhänger)
- Radabstellplätze (z. B. Fahrradbügel, Fahrradboxen)
- Reparatur- und Servicewerkstätten für Fahrräder
- E-Ladepunkte (z. B. für Elektroautos, Pedelecs und E-Scooter oder auch für mobile Endgeräte, die z. B. für den Abruf dynamischer Verkehrsinformationen genutzt werden)
- Infrastrukturen für City-Logistik (Paketbox, Schließfächer für die Zwischenlagerung, Kühlboxen, Micro Hub)
- IT-Infrastruktur für die Buchung und Zahlung der Mobilitätsangebote (Infostele, Infoterminal o. Ä., Terminal für die Bedienung durch die NutzerInnen und digitale Plattform im Hintergrund)
- Information zu weiteren Mobilitätsangeboten (z. B. Ridesharing, Bring- und Holdienste)
- Multifunktionsstreifen (z. B. Nutzung als Ladezone für Gewerbebetriebe und Private, für „Kiss+Ride“ oder Ähnliches)

2. Anforderungen an eine E-Mobilstation für die Stadt Oldenburg

2.1 E-Mobilstationen als Wegbereiter

Obwohl die Elektromobilität nach wie vor eine Priorität der Bundesregierung im Klimaschutz darstellt, setzt sich die Technik im Alltag wenig durch. Gründe sind die ungenügende Unterstützung durch die deutschen HerstellerInnen, teure, mangelnde und unattraktive Auswahl von E-Fahrzeugen am Markt, sowie Vorbehalte und Risikoscheu der VerbraucherInnen gegenüber E-Fahrzeugen. Hinzu kommt die ungenügende Reichweite, die den vollwertigen Ersatz von Verbrenner-Fahrzeugen nicht in vollem Umfang erlaubt. Nichtsdestotrotz stellt die Verkehrswende ein unumgängliches Element im Klimaschutz dar. Etwa ein Drittel des Energieverbrauchs erfolgt im Transportsektor. Da die Treibstoffe weitestgehend auf Öl basieren, ist der Treibhausgasausstoß ungleich höher, da der Anteil regenerativer Energie weit geringer ist als in den Sektoren Strom- und Wärmeversorgung.

E-Mobilität unterbricht die traditionellen Versorgungsketten, da die „Treibstoff“-Versorgung einen komplett anderen Weg nimmt. Der Aufbau der notwendigen Infrastruktur ist daher vordringlich. Die Literatur³ zeigt, dass der Aufbau einer neuen Infrastruktur etwa fünf Jahre Vorlauf benötigt, bis sich VerbraucherInnen einstellen. Auf der anderen Seite lassen sich private E-Fahrzeuge an Schuko-Steckdosen zuhause aufladen (soweit dazu eine Steckdose zur Verfügung steht). Die Frage des Aufbaus der Infrastruktur stellt sich hier also anders als etwa für Brennstoffzellen-E-Fahrzeuge.

Der „Basisbedarf“ an Ladeinfrastruktur wird durch Ladepunkte in privaten Garagen, Carports und Stellplätzen, sowie Lademöglichkeiten an Arbeitsstätten gedeckt werden. Weitere Ladepunkte an beliebigen Stellplätzen in Wohngebieten und im Stadtgebiet müssen dort entstehen, wo die Fahrzeuge über Nacht und über Tag geparkt werden, da

³ S. Hardman, R. Steinberger-Wilckens: Mobile Phone Infrastructure Development - Lessons for the Development of a Hydrogen Infrastructure. IJHE 39 (2014) 8185-8193; DOI:10.1016/j.ijhydene.2014.03.156.

M. Melaina: Initiating hydrogen infrastructures: preliminary analysis of a sufficient number of initial hydrogen stations in the US. IJHE 28(2003)743-755. doi:10.1016/S0360-3199(02)00240-9.

der Ladevorgang nach längeren Fahrten zwischen vier und fünf Stunden dauert. Zusätzlich kann an Ladepunkten an Einkaufsstätten, Restaurants etc. zwischengeladen werden. Die insgesamt benötigte Ladeleistung wird einen wesentlichen innerstädtischen Netzausbau notwendig machen, der Zeit und hohe Investitionen erfordert.

Zusätzliche Ladeinfrastruktur ist flankierend notwendig, um längere Fahrten durch rasches Zwischenladen zu ermöglichen. Diese Lademöglichkeiten müssen zentral erreichbar sein, z. B. an Verkehrsknotenpunkten, oder an Hauptverkehrsstrecken liegen (Schnellstraßen und Autobahnen). Hier ist längeres Parken und Warten nicht sinnvoll. Da diese Punkte Schnell-Laden ermöglichen müssen, sind sehr hohe Anschlussleistungen notwendig.

2.2 Vergleichbare Anlagen an anderen Standorten

An verschiedensten Stellen werden kommunale Initiativen zur Förderung der Elektromobilität umgesetzt. U.a. innerhalb der einschlägigen Förderprogramme für Fahrzeuge und Infrastruktur. In den seltensten Fällen geschieht das in größerem Stil mit hinreichender Konsequenz, die einen nachhaltigen Einfluss nehmen würde. Hierzu muss aber auch bemerkt werden, dass die Erstellung einer Treibstoffinfrastruktur nicht eigentliche Aufgabe der öffentlichen Hand ist. Verschiedenste Versorgungs- und Dienstleistungsunternehmen haben Initiativen gestartet, es fehlt aber angesichts der oben angesprochenen Problematik der erheblichen Vorab-Investition an überzeugenden Konzepten. In der Regel steht die Öffentlichkeitswirksamkeit im Vordergrund, weniger die Nützlichkeit.

In den meisten Fällen werden kommunal einzelne Ladesäulen aufgestellt – meist in Zusammenarbeit mit Versorgungsunternehmen. Dabei werden oft kommunale Trägerschaften oder Projektförderungen zur Kostendeckung herangezogen (vgl. Abbildung 3). Diese Installationen haben eher Vorzeige-

Der Bedarf, in der Stadt Oldenburg eine E-Mobilstation zu errichten, ergibt sich zusammengefasst daher im Wesentlichen aus fünf Gründen, die in der weiteren Konzeptionierung berücksichtigt werden müssen:

- öffentliche Sichtbarmachung des Faktums Elektromobilität in der Stadt und des Engagements der Stadt Oldenburg;
- Bereitstellung einer multi-modalen Elektromobilitäts-Verkehrsanbindung an einem Verkehrsknotenpunkt (Bus - E-Pkw - Fahrrad/ Lastenrad);
- Beitrag zum Ausbau der Ladeinfrastruktur in Hinsicht auf die oben erwähnten Schnellladepunkte;
- aktive Förderung des Themas Elektromobilität durch die Stadt mittels Unterstützung zur Bereitstellung von Dienstleistungen, Infrastruktur und Fahrzeugen, sowie
- eigene Nutzung dieser Infrastruktur für den städtischen Fuhrpark.

Charakter, aber dienen nur marginal dem Aufbau einer Ladeinfrastruktur.



Abbildung 2: Typische Ladesäuleninstallation mit einzelner Säule. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017).

Weiter fortgeschrittene Konzepte binden weitere Funktionalitäten ein, z. B. Informationsangebote oder Firmenwerbung. Damit werden potenziell zusätzliche Geldquellen erschlossen.

Da eine Standard-Ladesäule eher mehrere Stunden als unter einer Stunde belegt wird, kann eine merkbare Kapazität nur durch multiple Ladepunkte erreicht werden.

Dabei ermöglicht die höhere Konzentration von Anlagen eine effizientere Bewirtschaftung. Logischerweise sind solche Anlagen dann vorzugsweise im Kontext von Tank- und Raststätten zu finden. Dadurch kann auch der erhebliche elektrische Anschlusswert ggf. sinnvoller in das Netz eingebunden werden.

Alternativ dazu kann die Ladeinfrastruktur dorthin gebracht werden, wo sich Fahrzeuge länger aufhalten, z. B. in Parkhäusern.

Eine andere Möglichkeit ist, Mobilitätszentralen in Wohngebieten oder anderen Orten mit hoher Konzentration von potenziellen NutzerInnen einzurichten, z. B. Verkehrsknotenpunkten, Bahnhöfen, verdichteten Wohngebieten, Bürogebäuden, oder Studentenwohnheimen usw.

Der nächste logische Schritt ist dann die Zusammenfassung von Ladeangeboten verschiedenster Leistung an einem zentralen Ort.

Um die Bedienung auch bei schlechtem Wetter komfortabel zu gestalten, liegt es nahe, eine Überdachung zu schaffen. Dies kann auch sehr ähnlich für E-Fahrrad/ Pedelec-Ladestationen erfolgen. Hier ist wegen der geringeren Wetterfestigkeit (Regeneinwirkung beim Öffnen der Fächer) eine Überdachung sogar erforderlich. Sie dient dann auch sinnvollerweise dem Schutz der Fahrräder.

Die bisher vorgestellten Installationen stellen im Wesentlichen Lösungen zur Bereitstellung von Ladepunkten dar. In keiner Weise sind sie in kommunale Konzepte eingebunden, die eine weitergehende Förderung der Elektromobilität beabsichtigen, oder diese in einen Kontext einbinden, der einen Mehrwert für die Öffentlichkeit darstellt. Die

Ausnahme ist die Kombination von E-Mobilitätsangebot und studentischem Wohnen.

Nichtsdestotrotz werden Installationen an Zahl erheblich zunehmen müssen, wenn die Ziele des Ausbaus der Elektromobilität ernst genommen werden sollen. Dies wird zu erheblichen Problemen mit der Bereitstellung von Anschlussleistung führen.

Kommunales Interesse kann nicht auf die Bereitstellung von kommerziell genutzter Infrastruktur abzielen, es sei denn, diese würde durch kommunale Eigenbetriebe wie z. B. Stadtwerke oder kommunale Fuhrparks betrieben. Das Hauptinteresse besteht vielmehr in der allgemeinen Förderung der Elektromobilität durch Demonstrations- und Vorzeigeprojekte oder öffentlichkeitswirksame Werbung und Beispiele von Best Practices.

Insofern sind kommunal initiierte Projekte anders strukturiert und verbinden in der Regel Ladetechnik für Pkw und Fahrräder miteinander. Darüber hinaus steht die Herkunft des eingesetzten Stromes stärker im Vordergrund.

Eines der am weitesten entwickelten Konzepte wird von der Stadt Offenbach über die dortigen Stadtwerke betrieben. Neben den üblichen Ladesäulen steht die Versorgung von E-Fahrrädern, inklusive Abstellboxen zur Sicherung vor Diebstahl, zur Verfügung. Die Nutzungszahl konnte erst von ca. 500 in 2017 auf über 800 Ende 2018 gesteigert werden, als genügend Ladesäulen aufgebaut waren, damit die Fahrzeuge nicht zum Abholpunkt zurückgebracht werden mussten, sondern Ein-Weg-Fahrten möglich wurden. Diese Einsicht stimmt mit den Ergebnissen der Befragung potenzieller NutzerInnen bei der Entwicklung des Oldenburger E-Car-sharing-Konzeptes durch den Arbeitskreis Elektromobilität des OLEC überein.

Im Rahmen des Gesamtkonzeptes Offenbach, aber unabhängig von den städtischen Aktivitäten, richtete die Firma Honda bei ihrem Forschungszentrum in Bieber eine vierfach Ladestation mit PV-Dach ein, an der auch Pedelecs und Scooter geladen wer-

Anforderungen an eine E-Mobilstation für die Stadt Oldenburg

den können. Abgesehen von der fehlenden Anbindung an den ÖPNV kommt diese Station bereits dem Konzept einer E-Mobilstation nahe.

Weitere Projekte zu Elektromobilitätsstationen sehen eher Ansammlungen von Ladetechnik vor als eine erkennbare Station. Die 5 und 6 zeigen Stationen in Hamburg und Offenburg.



Abbildung 3: Switchh Elektromobilitätsstation an einer der S-Bahn-Stationen. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017).

Alle aufgeführten Konzepte verbinden Ladetechnik mit Carsharing und Pedelec Lade- und Leihmöglichkeiten. In den meisten Fällen sind die Stationen an ÖPNV-Haltestellen, idealerweise solchen mit Umstiegen zwischen Verkehrsmitteln, gelegen. Damit kommen sie dem Ideal einer intermodalen Zentrale oft sehr nah (u.a. Hamburg). Die Station in Hamburg Altona sieht auch die Funktion des Zubringers zum Flughafen vor (vgl. Abbildung 7).



Abbildung 4: Einfache Mobil Station in Offenburg. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017).



Abbildung 5: Switch Station in Hamburg Altona mit E-Pkw als Zubringerfahrzeugen zum nördlich gelegenen Flughafen. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017).

Die Station am Berliner Südkreuz kommt den Vorstellungen einer Station und Zentrale näher, da sie (wie das Honda-Projekt) die Energieversorgung – hier wieder mit PV – mit einbindet und einen räumlichen Zusammenhang schafft (vgl. Abbildung 6). Aber auch hier handelt es sich im Wesentlichen um eine Ansammlung von Ladetechnik. Befragungen, die das Zukunftsnetz Mobilität NRW durchgeführt

hat, ergaben, dass in der allgemeinen Wahrnehmung eine Mobilitätsstation das städtische Umfeld

aufwertet (bzw. aufwerten würde, da erst sehr wenige solcher Projekte überhaupt realisiert wurden).



Abbildung 6: E-Mobilitätsstation am Berliner Südkreuz. Quelle: Zukunftsnetz Mobilität NRW (2019).

Der Wunsch nach intermodaler Mobilität verbindet sich mit dem nach einem Service- und Treffpunkt. Damit verweben sich hier vielleicht Aspekte, die nicht zwangsläufig technisch zusammengehören. Nichtsdestotrotz scheint die Verbindung von Treff-

punkt und Mobilität für die (potenziell) NutzerInnen eine hohe Attraktivität zu besitzen. Ob dieser Wunsch letztendlich zu einem wirtschaftlich durchführbaren Konzept führt, ist allerdings eine andere Frage.

Interessanterweise erfüllt die E-Mobilitätsstation Wolfsburg dieses Ideal in hohem Maße. Sie wurde von der Stadt Wolfsburg und dem VW-Konzern entwickelt (vgl. Abb. 7). Der PR-Aspekt, der hier eine Rolle spielt, würde in einem rein städtischen Kontext der Informationsvermittlung und Service-Angeboten weichen. Die Gestaltung der Station ist aber bereits wesentlich auf eine hohe Attraktivität für die NutzerInnen und ein einladendes Ambiente ausgerichtet. Diese Station ist kein Parkplatz, sondern ein nutzbarer und nützlicher Raum, in/an dem man für eine begrenzte Zeit (gerne) verweilt.



Abbildung 7: E-Mobilitätsstation Wolfsburg Quelle: © VW Immobilien GmbH, www.vwimmobilien.de.

Abschließend sei noch auf zwei Beispiele eingegangen, die zwei wichtige Aspekte bei der praktischen Umsetzung der E-Mobilitätsstation beleuchten: Design und KundInnenfreundlichkeit/ Serviceangebot. Die Überdachung einer Ladestation bietet die Möglichkeit eine Photovoltaikanlage optisch und funktional einzubinden. Besonders der ‚Mushroom Hub‘ in Milton Keynes hat aufgrund der auffälligen Gestaltung regional einen hohen Bekanntheitsgrad (Bericht dazu siehe: <https://fuelincluded.com/2019/01/milton-keynes-mushrooms-new-generation-charging-stations/>). Die Nutzung einer PV-Anlage als Überdachung kombiniert Funktionen und senkt dadurch Kosten.

SWARCO e-Volt hat in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IAO das Konzept der ‚Lade-Lounge‘ entwickelt und 2014 vorgestellt wurde (<https://www.chargelounge.eu/>). Seitdem war es aber um das Konzept eher still. IKEA in Ludwigburg hat eine Charge Lounge mit dem Prinzip: eine Ladestation (Säulen) wird mit einem Aufenthaltsraum kombiniert, in dem NutzerInnen sich während des Ladevorganges aufhalten können

(Beispiel siehe hier: <https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/presse-und-medien/aktuelles/1792-chargelounge-e-tankstelle-fuer-ikea-besucher.html>). Dies bezieht sich auf Ladevorgänge, die 30 bis 60 Minuten dauern, also Schnellladestationen an z. B. Raststätten, u.a. mit Einbindung einer Batterie zur Überbrückung von Netzengpässen. In der ‚Lounge‘ werden Lesematerial (u. a. Ikea-Katalog), kostenloser Kaffee und Sitzmöglichkeiten angeboten. Obwohl sie nicht bewirtschaftet wird, ist der Aufwand für Instandhaltung hoch und eine regelmäßige Aufsicht durch Personal angebracht.

Fazit für die Stadt Oldenburg

Für das hier vorgestellte Konzept ergeben sich aus dem bisher Gesagten folgende Eckpunkte:

- die Station muss an einem zentralen Verkehrsknotenpunkt mit multimodalem Angebot positioniert werden,

2.3 Technische Beschreibung

Die detaillierte technische Beschreibung aller Komponenten der Station findet sich im Anhang b

2.4 Ökonomische und ökologische Bewertung

Der Nutzen der Elektromobilität ist sicherlich unbestritten. Ein Video des Landes Niedersachsen aus dem Jahr 2015 führt dies eindrucksvoll vor Augen.⁴

2.4.1 Ökologische Bewertung

In der Diskussion um die Elektromobilität und alternative Kraftstoffe vermischen sich zwei Ziele des städtischen Umweltschutzes:

- (a) Reduktion klimaschädlicher Emissionen und
- (b) Reduktion lokaler Luftschadstoffe.

- sie muss mit genügend Schnellademöglichkeiten zur kurzzeitigen Nutzung versehen werden, um Dauerparken abzuwenden,
- sie muss ausbaufähig sein zu einem zentralen Anlaufpunkt mit weiteren Lademöglichkeiten (Nachrüstung zum zentralen Anlaufpunkt),
- ggf. muss eine Bewirtschaftung und/oder eine Verbindung mit verschiedenen (flankierenden) Serviceangeboten vorgesehen werden,
- die Kombination mit anderen Serviceangeboten (Kiosk, Stadtverwaltung usw.) führt zu Kostensenkungen beim Betrieb/Aufsicht, zu erheblicher Aufwertung des Angebotes für die NutzerInnen und damit zu hoher Akzeptanz,
- die Optik der Station ist nicht entscheidend, aber wichtig, um einen hohen Bekanntheitsgrad zu erreichen und ein positives Image zu erzeugen.

Die Kombination von zentraler Erreichbarkeit, Verkehrs-Umsteigemöglichkeiten und Funktionen des vorhandenen Kiosks stellen für die Lage am Pferdemarkt prinzipiell ideale Bedingungen her.

„Technische Beschreibung – Lastenheft bauliche Ausführung“.

Im Folgenden soll trotzdem dem ökologischen und ökonomischen Nutzen der Station in Oldenburg nachgegangen werden

Nicht alle Lösungen zu (a) haben einen positiven Einfluss auf (b) und umgekehrt. Es ist z. B. unbestritten, dass Elektromobilität basierend auf deutschem Netzstrom (heute) kaum einen Einfluss auf den Klimaschutz hat. Die Wirkung auf die Luftbelastung und die Lebensqualität in Städten ist jedoch durchschlagend (siehe auch o.g. Video). Gleiches

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=kPHLbIJQWY>.

gilt für den Einsatz von Wasserstoff aus Erdgasreformierung. Umgekehrt hat die Einführung synthetischer Kraftstoffe (Fischer-Tropsch-Diesel oder e-fuels) für Verbrennungsmotoren Klimaneutralität als Ziel, die NOx-Belastung in Städten bleibt aber fast gleich.

Von daher ist es sinnvoll, den ökologischen Nutzen der E-Mobilstation im Einzelnen darzustellen:

Energieeffizienz

Elektromotoren haben eine viel höhere Energieeffizienz und Drehmomentverhalten als Verbrennungsmotoren. Von daher können sie erheblich kleiner ausgelegt werden (siehe Ressourceneffizienz). Insbesondere beim Anfahren haben Verbrennungsmotoren eine sehr geringe Effizienz. Beim Halten bei laufendem Motor (Leerlauf) ist die Effizienz sogar ‚Null‘. Deshalb wird im Mittel für eine Stadtfahrt ein Wirkungsgrad von 18 % (Benziner) bis 20 % (Diesel) angegeben. Hybridfahrzeuge haben in etwas denselben Wirkungsgrad, da der Strom im Fahrzeug selbst erzeugt wird. Serien-Hybride (z. B. Opel Ampera), wo der Verbrennungsmotor nur zur Stromerzeugung eingesetzt wird, können höhere Wirkungsgrade bis 40 % erreichen. Ein Elektromotor liegt im Wirkungsgrad zwischen 60 und 90 %, inklusive Batterieladungs- und Systemverlusten liegt der Wirkungsgrad eines E-Pkw zwischen 55 und 80 %, also bis zu vier Mal höher als beim Verbrenner.

Stromversorgung

Bei einem CO₂-Ausstoß von 235 g/kWh für Diesel und 489 g/kWh Netzstrom (Deutschland, 2017) ist der E-Pkw schlechtesten Falls gleichwertig, bestenfalls verursacht er etwas mehr als halb so viele Treibhausgasemissionen wie ein Verbrenner-Pkw. Insofern ist intuitiv sofort verständlich, dass eine Versorgung von E-Fahrzeugen mit regenerativem Strom notwendig ist, um einen substanziellen Einfluss auf den Klimawandel zu haben. Tabelle 3.1 zeigt die Größenordnungen der Emissionen im Ver-

gleich. Der Verbrauch von 20 kWh / 100 km entspricht einem Mittelklasse-E-Pkw (z. B. Nissan Leaf). Kleinere Fahrzeuge verbrauchen nochmals deutlich weniger. Für den Stadtverkehr könnten diese ausreichen, was als Hinweis in der Ausschreibung für den Carsharing-Dienst aufgenommen werden kann.

Aus Tabelle 2 wird deutlich, dass eine Netzstromversorgung kurzfristig wenig Entlastung bringt. Dies wird sich erst ändern, wenn der Anteil regenerativen Stroms im deutschen Netz sich weiter deutlich erhöht und die CO₂-Belastung auf unter 300 g/kWh sinkt. Damit wäre die CO₂-Belastung pro km wenigstens halbiert.

Tabelle 2: Pkw-Emissionen im Stadtverkehr bei unterschiedlicher Treibstoffversorgung. Planet 2019.

Pkw-Typ	spezifische Emissionen	g CO ₂ / km
Diesel, 5,5 L/ 100 km	235 g CO ₂ /kWh	125
Elektro, DE-Netzstrom 2017, 20 kWh/100km	489 g CO ₂ /kWh	98
Elektro, Windstrom 20 kWh/100km	10 g CO ₂ /kWh	2
Elektro, PV-Strom 20 kWh/100km	40 g CO ₂ /kWh	8

Sehr deutlich wird der positive Einfluss der rein regenerativen Versorgung, entweder über regionale Grünstromtarife oder -versorger (EWE, Friesenenergie) oder nationale Anbieter. Angesichts einer zu erwartenden Debatte über die ökologische Sinnhaftigkeit von Elektromobilität ist es wünschenswert, eine deutlich überlegene Lösung wie die Versorgung mit PV-Strom anzustreben.

Ressourceneffizienz

Das Konzept der „shared economy“ stellt durch gemeinsame (geteilte) Nutzung von Objekten auf deutliche Einsparungen an Ressourcen zur Herstellung ab. Zwar ist der Besitz an Pkw in Deutschland

weit verbreitet (ca. 40 Mio. Pkw auf ca. 80 Mio. Einwohner), auf der anderen Seite ist die tägliche Fahrtzeit im Mittel minimal. Über 90 % der Zeit sind Pkw in der Regel geparkt: über 250.000 km Laufleistung (10 bis 15 Jahre) werden ca. 5.000 Betriebsstunden gemessen (7 Monate).

Insofern ist die gemeinsame Nutzung ein logischer Schritt zur Verminderung des Abbaus von Rohstoffen und Erschöpfung von Energiequellen. Dazu müssen sich aber die Nutzungsprofile in geeigneter Weise ergänzen. Würde Car-Sharing rein von Berufspendlern genutzt, wäre es nicht anders als eine Autovermietung, da in der Regel nur eine Nutzung pro Tag erfolgen kann. Damit wäre beim Ressourcenverbrauch praktisch nichts gewonnen. Dieser Extremfall würde allerdings aus Kostengründen eher nicht auftreten, da die Car-Sharing-Tarife solche Fälle nicht fördern würden.

Ideal funktioniert Carsharing im City-Bereich für Kurzfahrten, inklusive Kleintransporten, was auch der Anwendung der E-Mobilität entgegenkommt. Untersuchungen des OLEC haben 2012/13 ergeben, dass bis zu sieben tägliche Nutzungen eines E-Pkw im Car-Sharing in Oldenburg möglich wären. Damit kann mit einiger Sicherheit festgestellt werden, dass 3 bis 5 Fahrzeuge im Stadtbereich durch einen Car-Sharing-E-Pkw ersetzt werden können – mit den entsprechenden positiven Konsequenzen für Parkraum in Wohngebieten. Im öffentlichen Bereich wird sich eher nichts am Parkraumbedarf ändern, da die Anreisen zu Einkauf, Arztbesuchen etc. immer noch per Pkw erfolgen.

Intermodalität

Die Nutzung von Carsharing Fahrzeugen für Kurzfahrten im Stadtgebiet ist ein wesentlicher Kritikpunkt an diesem Konzept. Es ist darstellbar, dass Car-Sharing Angebote, wie erwartet, zu besserer Ressourceneffizienz im Sinne weniger Fahrzeuge führen. Auf der anderen Seite verlockt das leicht zugängliche Angebot zu mehr Fahrten mit dem Pkw, insbesondere bei Personen, die ohnehin keinen Pkw besitzen/ besäßen (hier gibt es sicherlich

auch eine soziale Komponente zu diskutieren). Damit steigen der Gesamtverkehr und der Energieverbrauch, ganz im Gegensatz zur eigentlichen Intention.

Das hier vorgestellte Konzept vermeidet diese Falle im Ansatz, da die Positionierung an einer Verkehrsschnittstelle mit dem ÖPNV und das Angebot an E-Bikes und Lastenrädern durchaus andere Transportvorgänge erlaubt, als rein mit dem Pkw (oder Kleintransporter, falls sich ein solches Angebot an diesem Standort ergibt). Insofern wird sich über die angebotenen Tarife die Entscheidung für (Lasten-)E-Fahrrad, E-Pkw oder ÖPNV nicht nur nach Bequemlichkeit richten, sondern auch nach persönlicher Wirtschaftlichkeit und Nützlichkeit. Wichtig ist, dass alle Angebote an einer Schnittstelle zur Verfügung stehen und die Auswahl durch den Kunden für die eigenen Bedürfnisse optimal erfolgen kann. Das ist in dem hier beschriebenen Konzept der Fall. Insofern ist die Platzierung der Station in jeder Hinsicht essenziell für die Erfüllung dieser Aufgaben.

Batteriespeicher

Angesichts des oben zur Stromversorgung Gesagten, ist eine Versorgung mit Grünstrom für die Station essenziell. Ob dies lokal durch die PV-Anlage erfolgt oder über einen Grünstrom-Anbieter, ist technisch ohne Belang. Aus Gründen des Kontextes in der Außendarstellung – die PV-Anlage produziert „für den Standort“ – und für die Glaubwürdigkeit, macht die PV-Anlage an der Station hingegen viel Sinn. PV-Strom senkt die CO₂-Emissionen im Vergleich zu einem Diesel-Pkw um 94 %, im Vergleich zu Netzstrom immer noch um 90 %.

Die in Kapitel 8 beschriebene PV-Anlage wird im Sommer Energieüberschüsse erzielen, hingegen im Winter kaum einen Beitrag zur Versorgung liefern können – das liegt rein in der Natur der Wintermonate Dezember/ Januar. Man kann bilanziell errechnen, dass die Gesamtenergieproduktion trotzdem ausgeglichen ist, verlässt sich dann aber auf die im Elektrizitätsversorgungsnetz vorhandenen

Speicher und auf die im Winter aktive Stromerzeugung (Wind, Gas und Kohle).

Durch die Integration eines Speichers können die Eigennutzung des PV-Stromes (siehe Kapitel 8) im Tagesverlauf und die Leistungsfähigkeit der Ladestation (kurzfristig fast beliebige Leistung) erhöht werden. Letzteres verringert den negativen Einfluss von Schnellladungen auf die Netzstabilität und kann zu Kosteneinsparungen beim Netzanschluss führen. Kapitel 7.2 zeigt die möglichen Ladeprofile.

Nichtsdestotrotz führt der Speicher im Vergleich zu einem reinen Grünstrombezug zu keinem ökologischen Vorteil. Die höhere ‚Autarkie‘ der Station (Kapitel 8.1.5, Abbildung 13 bis Abbildung 17) und die höhere Quote des selbst genutzten Stroms sind – abgesehen von etwaigen zukünftigen Netzanschlussproblemen – sind von eher ideellem Wert, allerdings sehr wichtig für den Demonstrationscharakter der Anlage. Bei kleinen PV-Leistungen (bis 17 kWp) steigt der Eigenverbrauch durch einen 20 bis 40 kWh-Batteriespeicher dramatisch (bis auf 100 %) und sorgt damit für eine höhere Wirtschaftlichkeit für den PV-Anlagenbetreiber. Allerdings reicht der Strom bei Weitem nicht zum Betrieb der Gesamtanlage, 40 bis 50 % müssen zugekauft werden. Bei größeren PV-Leistungen (24 oder 36 kWp) ist der Effekt der Batterie geringer, dafür beträgt die Autarkiequote bis zu 75 % bei einer Eigennutzung von ca. 60 %, also Stromexport von etwa 40 %. Eine 20 kWh-Batterie verdoppelt beide Werte, ein 40 kWh-Speicher verbessert die Werte nochmals leicht.

Nimmt man die Zyklenzahl von 200/Jahr (Kapitel 7) und eine Kapazität von 40 kWh an, bei angenommener genutzter Kapazität von 30 kWh/Ladung, ergibt sich eine Strommenge von maximal 60 MWh, die innerhalb von 10 Jahren über den Speicher umgesetzt wird. Auf diese muss die CO₂-Belastung aus der Batterieproduktion aufgeschlagen werden (28 g CO₂/ umgesetzte kWh).

Bei einer PV-Jahresproduktion von 38 MWh/Jahr beträgt der über die Batterie zeitlich verschobene

Energieanteil nur 16 %. Nur auf die eigene PV-Produktion bezogen, erhöht sich also der CO₂-Faktor auf 44,4 g / kWh und auf 100 km Wegstrecke gerechnet ergeben sich 8,8 g CO₂, also nur eine geringe Erhöhung.

Nur auf den eigenen Strombedarf von 31 MWh/Jahr gerechnet und unter der vereinfachten Annahme, dass der Netz-Grünstrom ebenfalls aus PV stammt, beträgt der Beitrag des Speichers 19 %. Der CO₂-Faktor erhöht sich auf 45,5 g / kWh und auf 100 km Wegstrecke gerechnet ergeben sich 9,1 g CO₂.

CO₂-Einsparung

Mit den in Kapitel 7 und 8 getroffenen Annahmen beträgt der Jahresenergiebedarf 30.988 kWh (31 MWh). Daraus können die jährlich eingesparten Mengen an CO₂ berechnet werden.

Die Berechnung beschränkt sich hier auf die Pkw-Nutzung wie sie durch die Ladeprofile abgebildet wird (Carsharing und öffentliche Ladesäule. Die E-Pkw-Nutzung wird mit der eines Mittelklasse Pkw verglichen. Die E-Bike und Lastenfahrrad-Nutzung wird hier ausgeklammert, da der Einfluss auf die Emissionsbilanz gering ist und berücksichtigt werden muss, dass viele der Fahrradfahrten auch ohne E-Antrieb erfolgen würden. Damit steigert die E-Bike-Nutzung tendenziell den Energieverbrauch. Als Gegengewicht müsste beziffert werden, wie viele Pkw-Fahrten wegen des E-Antriebes des Pedelecs oder Lastenfahrrades entfallen. Da diese Auswertungen nicht vorliegen, wird angenommen, dass sich diese Effekte gegenseitig wegheben.

Unter Annahme eines Verbrauchs von 20 kWh/100 km für den E-Pkw ergibt sich eine äquivalente Diesel-Fahrtstrecke von 154.990 km und ein Diesel-Verbrauch von 8.524 Liter. Das sind 19,43 t CO₂ pro Jahr im Vergleich zu 1,24 t aus PV-Erzeugung (ohne Speicherbeitrag) und damit eine Einsparung von 18,19 t CO₂/Jahr.

Unter Berücksichtigung des Batteriespeichers vermindert sich dieser Wert marginal auf 18,0 t CO₂/Jahr.

2.4.2 Ökonomische Bewertung

Das hier vorgestellte Konzept einer E-Mobilstation für die Stadt Oldenburg ist nicht als rein ökonomisches Unterfangen zu verstehen. Es ist (auch) ein Modell- und Demonstrationsvorhaben, das das Engagement der Stadt im Bereich Energie- und Verkehrswende dokumentiert und weitere Akteure integriert, auf die die Stadt sich in der zukünftigen Entwicklung der Emissionsminderung im Verkehrsbereich stützen kann.

Von daher stellt sich die Frage der ökonomischen Machbarkeit, also der Wirtschaftlichkeit, erst in zweiter Linie. Je nach Ausführung der Station mit oder ohne Überdachung oder Aufenthaltsraum kann eine Minimal- oder Maximallösung erreicht werden, die entsprechend ohne oder mit Mehrkosten verbunden sind.

Die Minimallösung im Rahmen der heute bereits realisierten städtischen Förderung von Car-Sharing Angeboten durch Zuschüsse zu Beschilderung und Parkplatzbügel, sowie Bereitstellung von Stellplätzen verursacht minimale Kosten. Der Betrieb des Car- und E-Bike-Sharing/Vermietung auf dieser Basis ist ein rein wirtschaftliches Unterfangen und angesichts der bereits existierenden Angebote offensichtlich kostendeckend. Allerdings ist die Sichtbarkeit der Stadt in diesem Zusammenhang minimal bis nicht vorhanden. Es bleibt eine politische Entscheidung, inwieweit die Stadt als Förderin und Unterstützerin sichtbar sein will.

Die Maximallösung mit Aufenthaltsraum und E-Mobilitäts-Information, Überdachung und Speicher kann nicht wirtschaftlich sein, da diese Elemente keinen oder nur marginalen wirtschaftlichen Mehrwert erzeugen. Sie verringern sicherlich die Hemmschwelle, die potenzielle Neukunden von der Nutzung der Angebote abhalten könnte. Mithin haben sie einen indirekten Nutzen. Die Mehrkosten eines Aufenthaltsraumes und/oder Infozentrums können durch Kombination mit dem Kiosk-Angebot minimiert werden. Ein Teil kann auch auf die Anbieter umgelegt werden. Nichtsdestotrotz werden

Mehrkosten entstehen, die im Rahmen des Charakters als Modellvorhaben bei der Stadt Oldenburg oder gegebenenfalls gewonnenen Sponsoren verbleiben. Eine noch zu identifizierende Förderung (Kapitel 9) wird die Kosten anteilig reduzieren. Letztlich ist dies eine Investition in die Verkehrspolitik, die die Stadt tätigen kann, wenn sie weitere Akteure nachhaltig gewinnen und die Bevölkerung mobilisieren will.

Der Umfang dieser Investition hängt von der letztlichen Ausgestaltung der Station ab. Sie sollte sich jedoch im Betrag wahrscheinlich auf ca. 100.000 bis 200.000 € beschränken, je nachdem, welche Kostenanteile die Stadt übernehmen will (allein die Nebenkosten für Planung und Realisierung können bereits bis zu 100.000 € betragen, siehe Kapitel 9). Es sollte in jedem Fall darauf geachtet werden, dass keine Folgekosten entstehen und die Stadt für den Betrieb der Anlage keine weiteren finanziellen Verpflichtungen eingeht.

Insgesamt wird die Station nahe an der Wirtschaftlichkeit betrieben werden können. Dies ergibt sich aus der Wirtschaftlichkeit von Teilbereichen des Betriebes:

- Photovoltaikanlagen liefern heute Strom zu Kosten von 0,11 bis 0,13 €/kWh; Installation und Betrieb der PV-Anlage sowie die Nutzung des Stromes sind damit sofort wirtschaftlich darstellbar; allein die Eigennutzung der PV-Anlage halbiert die Strombezugskosten; die PV-Anlage gewährleistet ca. 20 Jahre konstante Stromkosten;
- Carsharing-Angebote mit E-Autos bestehen bereits am Markt;
- Gleiches gilt für Pedelec- und Lastenfahrrad-Angebote.

Elemente, die keine Wirtschaftlichkeit erwarten lassen:

- Errichtung eines Aufenthalts- und Info-Raumes;
- Parkplatzüberdachung;
- Batteriespeicher.

Nichtsdestotrotz tragen diese Elemente entscheidend dazu bei, die Akzeptanz und Attraktivität der Station zu erhöhen und ihren Charakter als Anlaufstelle zu unterstreichen. Der Speicher erhöht die Eigennutzungsquote des PV-Stromes (Kapitel 8) und unterstützt die Glaubwürdigkeit des Vorhabens, auch wenn er wirtschaftlich keinen wirklichen Mehrwert bringt. Speicher werden erst zukünftig wirtschaftlich sinnvoll, wenn sie den Netzan-schlusswert drastisch senken können. Dies betrifft

erst Stationen des Typs Tesla Supercharger, die erheblichen Probleme im Netzausbau verursachen werden. Die Integration eines Speichers in die E-Mobilstation sollte daher als Demonstrator für zukünftige Entwicklungen und Testfeld gesehen werden.

3. Untersuchung von Standortvarianten

3.1 Standortwahl von Mobilitätsstationen

Wenn Mobilitätsstationen eine zentrale Rolle als Knotenpunkte innerhalb eines städtischen Mobilitätskonzeptes spielen sollen, kommt der Standortwahl eine maßgebliche Rolle zu.

Die Standortwahl für E-Mobilstationen kann sich nicht allein an rein betriebswirtschaftlichen Kriterien einer potenziellen privaten Betreiberin/ eines Betreibers orientieren, sondern hat auch gleichermaßen sowohl städteplanerische Aspekte zu berücksichtigen als auch die Projekte und Initiativen anderer relevanter AkteurInnen. Dies erscheint notwendig, um einerseits mögliche Nutzungskonflikte zwischen konkurrierenden AnbieterInnen und Technologien an einem konkreten Standort zu vermeiden. Andererseits aber auch, um die Nutzungsintensität und die Akzeptanz steigern zu können, wenn bei der Standortwahl der Mobilitätsstation die Einbindung in bestehende oder geplante städtebauliche Strukturen (Sanierung von Stadtquartieren, Entwicklung neuer Wohnquartiere oder Gewerbegebiete) sowie mittel- und langfristige Entwicklungstrends (Bspw. der Ausbau der Ladeinfrastruktur im halböffentlichen Bereich) berücksichtigt werden. Ebenso können sich aus vorhandenen oder geplanten städtischen oder auch überregionalen Mobilitätskonzepten spezifische Anforderungen an die konkrete Standortwahl von Mobilitätsstationen ergeben.

So haben die Planungen im Bereich Radverkehr oder Maßnahmen zum Ausbau des Öffentlichen Personennahverkehrs auch Implikationen für die Standortwahl der E-Mobilitätsstation. Wenn die geplante Station aus städtischer Sicht zudem einen Leuchtturm-Charakter haben soll, ist bei der Standortwahl gleichzeitig auch die Sichtbarkeit der Anlage im städtischen Raum und ihre baulich-architektonische Ausgestaltung von Relevanz (BBSR im BBR, 2014).

In den letzten Jahren sind zahlreiche Leitfäden veröffentlicht worden, die Empfehlungen für den Aufbau von Mobilitätsstationen enthalten und sich dabei in der Regel auch mit den Anforderungen an die Standortwahl auseinandersetzen. Einige Schlussfolgerungen lassen sich aus den Studien ableiten, die sich explizit auf die Elektromobilitäts-Ladeinfrastruktur beziehen (BuW, 2017; Bundesregierung, 2017; GED, 2017; Gutberlet, 2017; Hagg et.al., 2015; Initiative Zukunftsmobilität, 2018; Wörner et.al., 2018; Rothfuchs et.al., 2018).

Im Wesentlichen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen, wobei die Reihenfolge noch keinen Rückschluss auf die Gewichtung zulässt:

Tabelle 3: Empfehlungen für den Aufbau von Mobilitätsstationen. Quelle: ARSU (2019).

Kriterium	Beschreibung
Nutzungspotenzial	hohe Bevölkerungsdichte im fußläufigen Einzugsgebiet der Mobilitätsstation; Nähe zu „Anker“-NutzerInnen (öffentliche Einrichtungen, Unternehmen etc.)
Anbindung	Anbindung des Standortes an das Straßennetz sowie das hochrangige Fuß- und Radverkehrsnetz
ÖPNV	Nähe zu einer Haltestelle des öffentlichen Verkehrs
Quartier	Gute Erreichbarkeit des Standortes im Falle von Quartierslösungen
Zugang	einfacher und sicherer Zugang mit allen Verkehrsmitteln und für alle Zielgruppen (ältere Personen, Kinder und mobilitätseingeschränkte Personen)
Sichtbarkeit	gute Sichtbarkeit und Zugänglichkeit des Standortes, ohne dabei das Ortsbild zu beeinträchtigen
Fläche	Ausreichende Flächen für die Angebote der Mobilitätsstationen Langfristige Flächenverfügbarkeit für potenzielle Erweiterungen
Energieversorgung	Sicherung der Stromversorgung, z. B. für digitale Infoterminals, E-Ladestationen und Beleuchtung
Kombination	Kombination mit weiteren „Attraktoren“ (z. B. Gastronomie, Lebensmittel, Drogerie o. Ä.).
Netzhierarchie	vorausschauende Standortwahl, um später mehrere Mobilitätsstationen zu einem städtischen Netz zusammenschließen zu können
Energietechnologien	Kombination mit neuen Energietechnologien
Kompatibilität	Abstimmung der Standortplanung mit bestehenden oder geplanten Mobilitätsangeboten anderer AkteurInnen
Marketing	Mobilitätsstationen als intelligente Lösung zur Präsentation und Bereitstellung multimodaler Mobilitätskonzepte: örtliche Bündelung und öffentlichkeitswirksame Vermarktung
Gestaltung	Charakter als verkehrspolitische „Botschafterin“ erfordert eine deutliche Wahrnehmbarkeit. Regenwassersammlung und -nutzung, Photovoltaik, Fassadenbegrünung usw. sollen berücksichtigt werden.
Barrierefreiheit	Bei der Gestaltung Berücksichtigung von Kriterien der Nachhaltigkeit und Barrierefreiheit

Vor allem bei Lösungen innerhalb des Siedlungsbestandes kann sich die Flächenverfügbarkeit als eine besondere Restriktion herausstellen (City2Share, 2016). Zwar wird oft darauf verwiesen, dass bei einem Umbau des städtischen Mobilitätssystems

auch bislang für den motorisierten Individualverkehr reservierte Flächen für andere Nutzungen frei werden (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2018; Umweltbundesamt, 2018), es dürfte jedoch nicht immer gelingen, dies an einem konkreten Standort dann zu realisieren.

Untersuchung von Standortvarianten

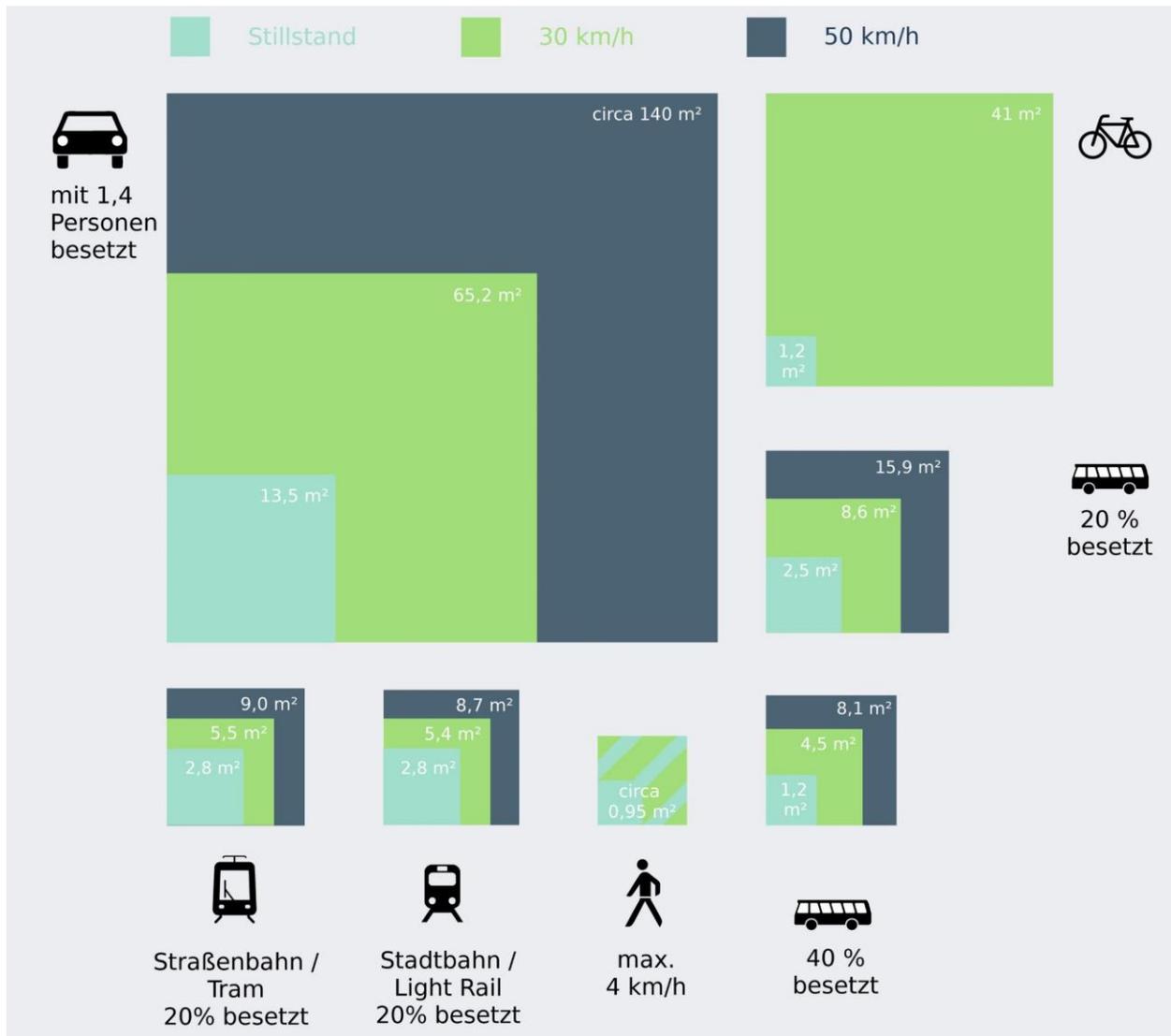


Abbildung 8: Vergleich unterschiedlicher Flächeninanspruchnahme durch Pkw, Bus, Straßenbahn, Radfahrer und Fußgänger (pro Person). Quelle: Martin Randelhoff, www.zukunft-mobilitaet.net – CC BY 3.0.

Der konkrete Flächenbedarf ist immer stark kontextabhängig, maßgeblich ist dabei nicht nur die Angebotspalette der Station, hinzu kommen die Flächen für die erforderlichen Zuwegungen. Bei der Standortwahl sollten zudem potenzielle Erweiterungsmöglichkeiten berücksichtigt werden. In den

verschiedenen Standortleitfäden gibt es einige Hinweise zum Flächenbedarf, die als Anregung genutzt werden können (Zukunftsnetz Mobilität NRW, 2015, 2017a):

Tabelle 4: Geschätzter Flächenbedarf pro Ausstattungselement einer Mobilstation. Quelle: eigene Darstellung mit Daten von Zukunftsnetz Mobilität NRW, 2015, 2017a.

Ausstattungs-elemente einer Mobilitätsstation	Geschätzter Flächenbedarf (in m ²)
Stellplatz für ein (E-)Carsharing-Fahrzeug (exkl. Ladesäule)	12,52 m ² pro Fahrzeug
Stellplatz für ein einspuriges Fahrzeug (Leihfahrrad, Bikesharing-Rad oder -Roller)	1,6-2,0 m ² pro einspuriges Fahrzeug
Stellplatz für ein Transportrad (Lastenrad)	3,0-3,2 m ² pro Lastenrad
Fahrrad-Service-station oder Fahrrad-Service-Raum	3,0 m ² pro Service-station am 15m ² pro Service-raum
Terminal (z.B. als Infoste-le oder Ladesäule)	2,0 m ² pro Terminal

Bei den bislang realisierten Mobilitätsstationen gibt es die Bandbreite zwischen hochwertig und auffällig gestalteten Einrichtungen und solchen mit einer eher funktionalen Minimalausstattung. Stationen an zentralen städtischen Standorten können dabei durch kleinteiligere Standorte mit beschränkterer Angebotspalette ergänzt werden. Zusammen

ergeben diese Standorte dann eine Netzhierarchie von Stationen, wobei auch gerade die kleineren Standorte nicht zwangsläufig auf öffentlichem Grund liegen müssen. Beispielhaft stehen dafür die vielfältigen innovativen Mobilitätslösungen auf der Quartiersebene, die oft von Wohnungsbaugesellschaften initiiert werden (Köfle et.al., 2018).

Gestaltung der Stationen

Wenn Mobilitätsstationen auch sinnbildlich die Transformation des städtischen Mobilitätssystems zum Ausdruck bringen sollen, dann ist ein besonderer Wert auf ihre Gestaltung zu legen: *„Statt einzelne Insellösungen zu schaffen, soll die einheitliche Gestaltung dazu beitragen, dass die Mobilstationen in wenigen Jahren nicht mehr erklärungsbedürftig, sondern eine*

etablierte Marke mit Wiedererkennungswert und fester Orientierungspunkt für die Menschen in Nordrhein-Westfalen sind“, so das nordrhein-westfälische Zukunftsnetz Mobilität, das einen umfangreichen Leitfaden zu diesem Thema vorgelegt hat (Zukunftsnetz Mobilität NRW, 2017b). Weitere Hinweise finden sich auch bei (Franz, 2017).

3.2 Analyse der Standortfaktoren am Beispiel Oldenburg

Die Stadt Oldenburg als Auftraggeberin dieser Machbarkeitsstudie hat bestimmte Anforderungen formuliert und auch bereits einen favorisierten Standort benannt. Dennoch wird es im Rahmen des Vorhabens als notwendig erachtet, eine etwas systematischere Standortanalyse durchzuführen und auch andere potenzielle Standorte mit zu berücksichtigen.

Arbeitsschritt 1: Verständigung auf relevante Standortfaktoren

Auf der Basis der Auswertung relevanter Literatur und von Fallstudien und Leitfäden wurde eine Liste von Standortfaktoren ausgewählt, die dann der Bewertung potenzieller Standorte zugrunde gelegt wurde (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Darstellung relevanter Standortfaktoren. Quelle: ARSU (2019).

Standortfaktor	Beschreibung
Gute Erreichbarkeit	Umfasst alle Faktoren, die die Akzeptanz/Auslastung der Stationen beeinflussen: <ul style="list-style-type: none"> • Anbindung an andere Mobilitätsformen (ÖPNV, Bahnhöfe etc.) • Zeitliche Erreichbarkeit
<i>Potenzial Nutzung durch städtische MitarbeiterInnen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Standort nahe städtischer Einrichtungen</i>
<i>Potenzial zusätzliche Geschäftskunden (zzgl. zur Stadt)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Standort nahe Zentren von Handel und Gewerbe</i>
<i>Potenzial Privatkunden</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Nähe zu Wohnquartieren, Laufkundschaft</i>
<i>Zusammenspiel/ Ergänzung E- Mobil durch Verbrenner-Carsharing</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zusätzliche konventionelles Carsharing- Angebot, wenn E- Mobile nicht zur Verfügung stehen</i>
<i>Potenzial für Pedelec-Verleih</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Nähe zu Wohnquartieren</i>
<i>Potenzial f. Batterieaufladen Besucher/ Touristen Durchreisende mit Pedelec</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Nähe zu anderen Mobilitätsformen (Bahnhof, Hotels)</i>
Flächenverfügbarkeit/ Erweiterungsmöglichkeiten Eigentumsverhältnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Je nachdem welche Angebote in einer Mobilitätsstation gebündelt werden, ergeben sich unterschiedliche Flächenansprüche • Auch wenn in einem ersten Schritt nicht alle denkbaren Angebote realisiert werden, sollte der Flächenbedarf zukünftiger Angebotsoptionen bei der Standortwahl Berücksichtigung finden • Naturschutzfachliche Vorgaben als Restriktionen • Eigentumsverhältnisse bei Flächen können die Realisierung von Stationsprojekten be- oder verhindern
Sichtbarkeit/ Stadtbild	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilitätsstationen müssen für die Bevölkerung/ potenzielle NutzerInnen deutlich sichtbar sein • Einbindung in das Stadtbild und architektonische Gestaltung als wichtige Aspekte
Einsehbarkeit/ Sicherheitsgefühl/ Wohlfühlfaktor	<ul style="list-style-type: none"> • Akzeptanz von Mobilitätsstationen hängt auch davon ab, ob NutzerInnen sich zu jedem Nutzungszeitpunkt (Bsp. Dunkelheit, außerhalb von Büro- und Geschäftszeiten) sicher und wohl fühlen können.
Umsetzbarkeit innovativer Lösungen	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten, auch innovative Energietechnologien zur realisieren und eine Mobilitätstation damit auch zu einem Ort praktischer Sektorenkoppelung zu machen, werden auch durch die konkreten Standortbedingungen bestimmt
Hoher Parkdruck	<ul style="list-style-type: none"> • Erfolgsaussichten einer Mobilitätsstation sind an Standorten günstig, in denen ein hoher Parkdruck besteht und Verkehrsteilnehmer eher bereit sind, auf alternative Mobilitätsangebote umzusteigen
Soziale Milieus Bevölkerungsstruktur vor Ort	<ul style="list-style-type: none"> • Die Bevölkerungsstruktur im Einzugsbereich einer Mobilitätsstation kann Einfluss auf die Akzeptanz der Mobilitätsangebote

Arbeitsschritt 2: Bewertung mittels Standortfaktoren

Im Rahmen eines Workshops wurden potenzielle Standorte innerhalb des Stadtgebietes auf diese Standortfaktoren hin bewertet. Die Bewertung erfolgte mittels einer Skala von 0 (nicht gegeben) bis max. 3 (voll erfüllt).

Im Rahmen des Vorhabens konnten keine eigenständigen Verkehrsanalysen durchgeführt werden, in anderen Kontexten entstandene Verkehrsauswertungen, die für diese Studie nutzbar gewesen wären, liegen zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht vor.

Für das Stadtgebiet Oldenburg wurde eine Vorauswahl potenzieller Standorte bestimmt. Hierbei flossen die spezifischen Kenntnisse der TeilnehmerInnen über die städtischen Strukturen, sowie auch die Erfahrungen von MobilitätsanbieterInnen ein. Auch die Standortbewertung erfolgte durch die ProjektpartnerInnen, die über ein breites Erfahrungswissen verfügen.

Die folgende Tabelle 6 gibt einen Überblick über die in die Untersuchung einbezogenen Standortalternativen. Tabelle 7 stellt die abschließende Bewertung der Standortvarianten dar.

Tabelle 6: Standortalternativen für die Stadt Oldenburg. Quelle: ARSU (2019) mit Datengrundlage von Google Earth.

Standort	Kurzbeschreibung	Lage
<p>Alte Fleiwa</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Fläche verfügbar • Technisches Rathaus und dessen MitarbeiterInnen der Stadt Oldenburg als AnkerutzerInnen • Zukünftige Entwicklung des Viertels positiv • Bereits E-Stationen vorhanden, Carsharing • Keine/schlechte Anbindung an Nahverkehr • Eher Randlage 	
<p>Lappan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zentraler Verkehrsknotenpunkt der Stadt • Deutliche Sichtbarkeit der Anlage • Flächenverfügbarkeit als Ausschlusskriterium 	

Untersuchung von Standortvarianten

Standort	Kurzbeschreibung	Lage
Pferde- markt	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Lage • Anschluss an ÖPNV • Laufkundschaft; Städtisches Rathaus und dessen MitarbeiterInnen als AnkernutzerInnen • Hohe Flächenverfügbarkeit • Hohe Nachfragedichte (Nähe Rathaus, Landesbibliothek; Kino und Veranstaltungsräume) • Hohe Sichtbarkeit 	
Schlossplatz	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Innenstadtlage • Begrenzte Fläche • Laufkundschaft • Hohe Sichtbarkeit • Umsetzung innovativer Lösungen (Bsp. Nähe zu Schlauem Haus) • Problematische Integration in Stadtbild (Schloß etc.) 	
Stautorkrei- sel	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Lage • Gute Erreichbarkeit (Achse Bahnhof – Stadt) • Begrenzte Flächenverfügbarkeit • Anbindung an Hafen 	
Theaterwall	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Lage • Unzureichende Anbindung an Nahverkehr • Probleme bei Einbindung in Städtebild (Nähe zu Theater) 	

Untersuchung von Standortvarianten

Standort	Kurzbeschreibung	Lage
Wechloy	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsknotenpunkt (DB, Carsharing, Park and Ride); Anbindung an Umland • Hohe Nachfragedichte (Universität, TGO, Gewerbepark) • Gute Möglichkeiten für die Umsetzung innovativer Lösungen (Nähe zu FuE) • Ausreichende Fläche vorhanden • Eher periphere Lage zu Innenstadt 	
Westkreuz	<ul style="list-style-type: none"> • Anbindung an ÖPNV, Autobahn • Part und Ride und Carsharing Angebote vorhanden • Hohe Nachfragedichte (Universität etc.) • Unzureichende Flächen • Sichtbarkeit und Umsetzung innovativer Lösungen eher unzureichend 	
ZOB	<ul style="list-style-type: none"> • Zentraler Verkehrsknotenpunkt (ÖPNV, DB, Fernbus, Parkhaus) • Hohe Nachfragedichte; • Entwicklung neuer Quartiere eröffnet Chancen für die Umsetzung innovativer Lösungen • Ausreichende Flächen verfügbar • Eher randständige Lage zur City 	

Untersuchung von Standortvarianten

Tabelle 7: Bewertung der Standortfaktoren. Quelle: ARSU (2019).

Standortfaktor	Pferde- markt	ZOB	Lappan	Stautor	Schloss- platz	Thea- terwall	West- kreuz	Alte Fleiwa	Wechloy
Erreichbarkeit	3	3	3	3	2	2	2	1	2
Fläche	3	3	0	1	1	1	1	2	3
Sichtbarkeit	3	3	3	2	1	1	1	2	3
Sicherheitsgefühl	3	3	2	2	2	2	2	1	1
Innovative Lösungen	3	3	1	1	1	1	1	3	3
Parkdruck	2	3	3	3	3	3	3	1	0
Sozialstruktur	3	3	3	1	1	1	2	1	1
Potenzial Nutzung d. städtische MA	3	0	1	2	2	2	0	3	0
Potenzial zusätzliche Geschäftskunden (zzgl. zur Stadt)	3	3	3	3	3	3	3	1	2
Potenzial Privatkun- den	3	3	3	3	3	3	2	1	1
Potenzial Ergänzung d. CS-Verbrenner bzw. Ersatz von Verbren- nerfahrten	2	2	1	2	2	1	3	0	1
Potenzial für Pedelec- Verleih	2	3	2	2	3	3	1	2	1
Potenzial f. Batterie- aufladen Besucher/ Touristen, Durchrei- sende m. Pedelec	2	2	3	3	3	3	1	1	0
SUMME	35	34	28	28	27	26	22	19	18

3.3 Bewertung der Ergebnisse

Die Bewertung der potenziellen Standorte für eine Mobilitätsstation anhand der ausgewählten Kriterien hat den auch von der Stadt Oldenburg präferierten Standort am Pferdemarkt bestätigt. Für die weiteren Planungen ist die Klärung zahlreicher Fragen zum Mikrostandort am Pferdemarkt entscheidend.

Im Hinblick auf die Festsetzung des konkreten Standortes auf dem Areal sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Flächenbedarf in Abhängigkeit von der geplanten Angebotspalette der Station
- Wie ist die Zuwegung zur Station geregelt? Können die vorhandenen Zufahrtswege zum Gelände genutzt werden oder sind neue Zuwegungen erforderlich?
- Ergeben sich aus verkehrsplanerischer Sicht an diesem zentralen Verkehrsknotenpunkt der Stadt bestimmte Restriktionen?
- Die auf dem Gelände vorhandenen Bäume können nicht beseitigt werden und beeinflussen die Standortfestlegung.
- Auf dem Pferdemarkt findet mehrmals wöchentlich ein Markttag statt. Vor allem die Zufahrt für die MarktbesucherInnen mit LKW darf nicht behindert werden.
- Auf dem Gelände gibt es ein Gebäude (Kiosk, Imbiss, Toiletten), das im Besitz der Stadt ist und längerfristig vermietet ist. Das stark sanierungsbedürftige Gebäude liegt in unmittelbarer Nachbarschaft zu einem der möglichen Mobilitätsstandorte. Zu prüfen ist, ob das Gebäude in die Planungen für eine Station unmittelbar integriert werden kann.
- Neue Chancen für die Akzeptanz der Station könnten sich durch zusätzliche Angebote im Zusammenhang mit den Wochenmärkten ergeben (Lastenräder, Paketstation mit Kühlboxen, etc.)
- Wie können AkteurInnen vor Ort konkret in Planungen eingebunden werden (Bspw. Casablanca-Kino, Mohrmann-Halle)?

4. Zusätzliche Angebote der E-Mobilstation in Oldenburg

4.1 Carsharing

4.1.1 Mindestanforderungen

Einen wichtigen Baustein beim Betrieb einer E-Mobilstation stellt das Carsharing dar. Um E-Mobil-Carsharing-Stationen im öffentlichen Straßenraum betreiben zu können, werden nachfolgend Mindestanforderungen und erweiterte Auswahlkriterien für Carsharing-Anbietende zu Grunde gelegt. Carsharing-Anbietende erfüllen die Kriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Carsharing (DE UZ 100 oder DE UZ 100b). Dieser Nachweis ist durch Vorlage der Blauer Engel-Zertifizierung oder durch den Nachweis der Erfüllung der Einzelkriterien, die im Blauen Engel inbegriffen sind, in schriftlicher Form zu erbringen.

Der Anbietende muss im Rahmen der vorhandenen Kapazität grundsätzlich jeder volljährigen Person mit einer für das entsprechende Kraftfahrzeug gül-

tigen und vorgelegten Fahrerlaubnis diskriminierungsfrei eine Teilnahmeberechtigung gewähren. Lediglich Einschränkungen hinsichtlich der Dauer eines Besitzes der Fahrerlaubnis, des Mindestalters sowie einer Bonitätsprüfung sind möglich. Ebenso ist eine Aberkennung der Teilnahmeberechtigung bei mehreren oder schweren Verkehrsvergehen durch die Teilnehmenden seitens des Carsharing-AnbieterInnen möglich.

Im Sinne der Familienfreundlichkeit müssen alle angebotenen Fahrzeuge mit einem Kindersitz der Klasse 1/2/3 nach ECE-Regelung Nr. 44 ausgestattet sein.

Carsharing-Anbietende bieten ihren Kunden folgenden Mindestumfang:

- Fahrzeugdisposition: Die Fahrzeugbuchung, -abholung und -rückgabe ist an 24 Stunden täglich möglich.

Zusätzliche Angebote der E-Mobilstation in Oldenburg

Die Buchung muss im Internet, an mobilen Endgeräten (App) und telefonisch erfolgen können. Sie kann auch langfristig im Voraus erfolgen (mindestens 90 Tage).

- 24h-Callcenter für Buchungen und Schadensmeldungen.
- Zugang zu den Fahrzeugen erfolgt z. B. per Stand-Alone-Bordcomputer (für Übertragung von Buchungsdaten, Kilometer und Ladezustand der Batterie über Mobilfunknetz), es ist keine weitere Infrastruktur für Carsharing notwendig (z. B. Fa. INVERS, Siegen: Kosten Standalone IBoxx ca. 1.200 € netto je Bordcomputer).
- Anmeldung/ Fahrzeugöffnung mit Kundenkarte (Transponder), Freischaltung mit PIN an Handheld (Kosten ca. 6 € je Kundenkarte).
- Kurzzeitnutzungen ab einer Stunde sind möglich. Der Stundentarif darf 15 % des Tagespreises nicht überschreiten.
- Die Wartung der Fahrzeuge wird regelmäßig, entsprechend der Herstellerempfehlungen, auf Kosten des Carsharing-AnbieterInnen durchgeführt.
- Pflege und Service der Fahrzeuge (Kontrolle Flüssigkeiten und Luftdruck) erfolgt zwei Mal im Monat durch Eigenpersonal der Anbieterin/des Anbieters oder Dienstleistungsunternehmen.
- Ein 24-Stunden-Notfallservice (Fahrzeugzugang, Unfälle oder unsachgemäße Bedienung der Ladesäule) wird durch die/den AnbieterIn gewährleistet (durch Eigenpersonal oder Dienstleistende).
- Ein differenziertes Tarifmodell bietet passende Tarife mindestens für Geschäftskunden, gelegentliche und regelmäßige Nutzende.
- Inhabern von Dauer- oder Vergünstigungskarten des Öffentlichen Personenverkehrs sind angemessene Vergünstigungen zu gewähren. Ebenso sollen gesonderte Tarife für Studierende in Absprache möglich sein.
- Eigenwerbung der Carsharing-Anbieterin/ des Carsharing-Anbieters für die E-Mobilstation auf den Fahrzeugen wird angestrebt, Fremdwerbung ist hingegen nicht zulässig (Kosten Entwurf mit Einbindung der Partner ca. 2.000 € zzgl. MwSt., Fahrzeug-Beklebung 1.000 € zzgl. MwSt.).
- Edelstahlrahmen für Stationsschild (max. 180 cm hoch, 60 cm breit, ca. 200 € zzgl. MwSt.)
- Sichtbarkeit und Informationen: Schilder Entwürfe (ca. 500 €, Produktion 500 €).
- Edelstahl-Parkplatzkopfrahmen je Parkplatz (80 cm hoch 60 cm breit, ca. 150 € zzgl. MwSt.)
- Erkennbarkeit und Abschleppinfo – Schilderproduktion (ca. 150 € zzgl. MwSt.)
- Parksicherungsbügel je Parkplatz (ca. 180 € zzgl. MwSt.)⁵

Die Einhaltung dieser Anforderungen kann der Anbietende durch die Vorlage der Vertragsbedingungen, Tarife (einschließlich Vergünstigungen für InhaberInnen von Ermäßigungskarten und Dauerkarten des Öffentlichen Personenverkehrs) und seiner Kundeninformation (insbesondere über allgemeine Verbraucherinformationen, den Internetauftritt oder die Allgemeinen Geschäftsbedingungen) nachweisen.

Zudem sind vergleichbare Referenzen des Betriebes von E-Mobilen im Carsharing mit Kontaktdaten der AnsprechpartnerInnen zu nennen.

Die Stadt Oldenburg stellt für die beiden Carsharing-Fahrzeuge je einen Stellplatz mit Wallbox-Anschluss zum exklusiven Laden und Parken zur Verfügung. Carsharing-Fahrzeuge haben die Möglichkeit jederzeit mit 22 kW an Wallboxen aufzuladen. Die Parkplätze sind jederzeit gut beleuchtet und ermöglichen ein komfortables Abholen und eine Rückgabe rund um die Uhr.

4.1.2 Auswahlkriterien

Folgende Auswahlkriterien werden zur Anbieterauswahl herangezogen:

Nutzungsfreundlichkeit: Das Konzept wird hinsichtlich seiner Nutzungsfreundlichkeit bewertet. Dazu zählen

⁵ Beispiele hierfür: <http://www.poller24.com/parkplatzsperrungen/2034/parkbuegel-beckum?c=189>

<https://www.kaiserkraft.de/abspernung-und-markierung/abspernungen/parkbuegel-aus-stahl-umklappbar/p/M1733/>

Zusätzliche Angebote der E-Mobilstation in Oldenburg

- die Preise für EndkundInnen,
- die Bedienfreundlichkeit der Homepage und der App(s),
- die Quernutzungsmöglichkeiten (d.h. ergänzendes Angebot von zusätzlichen Stationen, Fahrzeugtypen, Antriebsarten und/oder Orten außerhalb der E-Mobilstation),
- der KundInnenservice vor Ort,
- der Registrierungsvorgang,
- die Geschäftsbedingungen und
- die Tarifvielfalt.

Nachhaltigkeit des Gesamtkonzeptes: Die Stadt Oldenburg ist an einer langfristigen Etablierung eines E-Carsharing-Angebotes und einem nachhaltigen Wachstum eines solchen Angebotes interessiert. Das Konzept für ein E-Carsharing-Angebot wird daher hinsichtlich seiner Auslegung und seiner Plausibilität für einen nachhaltigen Erfolg bewertet. Dazu zählen zum Beispiel die Berücksichtigung der Struktur der Stadt, sowie mögliche Kombinationen mit anderen Verkehrsmitteln oder Kooperationen mit anderen Regionen.

Fahrzeugauswahl: Die eingesetzten Fahrzeuge sind Serienfahrzeuge, mit fünf Sitzen und fünf Türen ausgestattet und haben eine Mindestreichweite von 200 km im Realbetrieb (z. B. Renault ZOE 40 Z.E. z. B.3-Jahresleasing, 55.000 km: monatliche Leasingrate 244,68 € (netto) zzgl. Batteriemiete 100 € /Monat (netto).

Es erfolgt eine Remote-Überwachung des Ladezustandes der Traktionsbatterie über die Zugangshard- und -software und Server.

Reichweitengarantie: Die/ der AnbieterIn sorgt durch entsprechende KundInnenabfragen beim Buchen und Softwareroutinen dafür, dass den KundInnen bei Fahrtbeginn für die geplante Fahrt ausreichende Reichweite zur Verfügung steht.

Verlässliche Alternativen: Passt zur gewünschten Buchung laut Reichweitenprognose kein Ladezustand eines E-Mobils oder steht gerade kein E-Mobil zur Verfügung, ist es von Vorteil, wenn Alternativen von nahe gelegenen Stationen aus anderen Carsharing-Fuhrparken angeboten werden.

Wenn E-Mobile zu klein sind: um BürgerInnen der Stadt eine vollwertige Alternative zu Fahrzeugen in Privatbesitz oder Firmenwagen zu bieten, ist es wünschenswert, wenn alternative Wagenklassen im Stadtgebiet (oder außerhalb) mit der gleichen Karte geöffnet werden können (z B.: Kombis, Mini-Vans, Stadtlieferwagen, Transporter, 9-Sitzer usw.).

Software: Eine Anbindung an die aktuelle Dispositions- und Abrechnungssoftware des Fuhrparkes der Stadt Oldenburg ist wünschenswert⁶.

⁶ Anm.: Das wäre aus Sicht von cambio prinzipiell möglich, da derzeit der städtische Fuhrpark durch eine „CarSharing-Light“ Software aus dem Hause cambio disponiert und abgerechnet

wird. Eine Verbindung der beiden Systeme müsste aber noch programmiert werden.

4.1.3 Unterschiede zur Nutzung von Verbrennern

Nachfolgend werden Hinweise zum Unterschied zur Nutzung von Carsharing-Autos mit Verbrennungsmotor gegeben, die eine Schätzung der Finanzmittel für die Stadt Oldenburg ermöglichen.

Folgekosten/ Mindereinnahmen im Betrieb im Vergleich zu Verbrennern: Erfahrungen aus anderen cambio-Städten zeigen, dass sich die Mindereinnahmen in größeren Städten je nach Standort und Kundenstruktur auf 300 bis 500 € netto je Fahrzeug und Monat belaufen. Aufgrund der Bevölkerungsdichte und der Kundenstruktur in Oldenburg werden Mindereinnahmen im Bereich der oberen Bandbreite erwartet.

Grundsätzliche Unterschiede zur Nutzung von Verbrennern:

- geringere Reichweite der Fahrzeuge, E-Mobile fahren weniger km im Monat,
- Standzeiten durch Ladedauer: Verlust von potenzieller Vermietungszeit → Einnahmeverlust,
- erhöhte Häufigkeit von Ausfällen (Bedienfehler, Probleme Ladeinfrastruktur und Fahrzeuge),
- verlängerte Reparaturdauern in Werkstätten aufgrund längerer Lieferdauer von Ersatzteilen und/ oder geringer Anzahl auf Starkstrom geschulter MitarbeiterInnen,
- nicht alle Carsharing-Kunden möchten mit E-Mobilen fahren, auch wenn das Fahrtenprofil (Zeit und km) es zulassen würden,
- erhöhte Reparaturkosten bei Unfällen.

Bei einem Neustart von Angeboten werden in der Carsharing-Branche im Rahmen von Entwicklungspartnerschaften unterschiedliche Wege bzgl. des Umsatzes beschritten:

- fixe monatliche Mindestumsätze, die die gesamte Laufzeit des Projektes gleichbleiben und einen Teil der Fixkosten decken. Sie verändern sich nicht, egal ob der Betreibende im Verlauf des Projektes eine positive oder negative Umsatzentwicklung verzeichnet. Schwerpunkt des Risikos liegt beim anbietenden Carsharing-Unternehmen.
- flexible monatliche/ quartalsmäßige Umsatzgarantien, gegen die auch reale Umsätze der Fahrzeuge gegengerechnet werden (entweder jene Umsätze, die von einer/einem AnkerkundIn bzw. AuftraggeberIn erwirtschaftet werden oder alle Umsätze aller Kunden eines Fahrzeuges). D.h. zu Projektbeginn kommen relativ hohe Kosten auf die Beteiligten zu, da anfangs geringe reale Umsätze durch die Fahrzeuge erwirtschaftet werden. Bei positivem Projektverlauf nehmen aber die realen Umsätze stark zu, daher die Kosten als Differenz zur Umsatzgarantie ab, und liegen idealweise über die gesamte Projektlaufzeit in der Summe unter dem Durchschnittsniveau möglicher fixer monatlicher Mindestumsätze. Das Risiko liegt schwerpunktmäßig bei der/ bei dem AuftraggeberIn.

Konkrete Zahlen aus Projekten werden in der Branche in der Regel nicht veröffentlicht. Ausnahme ist das „Flensburger Modell“ bei dem cambio in einer Entwicklungspartnerschaft mit dem Klimapakt Flensburg (infolge eines durchgeführten Interessenbekundungsverfahrens) Zahlen auf einer Tagung des Bundesverbandes Carsharing 2017 veröffentlicht hat. Beim Start des Carsharings in Flensburg wurden mit verschiedenen Ankerkunden mit eigenem Mobilitätsbedarf für 10 Verbrenner-Fahrzeuge 7.200 € brutto monatliche Umsatzgarantien vereinbart (diese Umsatzgarantien reichten cambio zur Kostendeckung nicht – ein Risiko/ Eigenanteil hat also auch cambio getragen).

Entwicklungspartnerschaft Flensburg

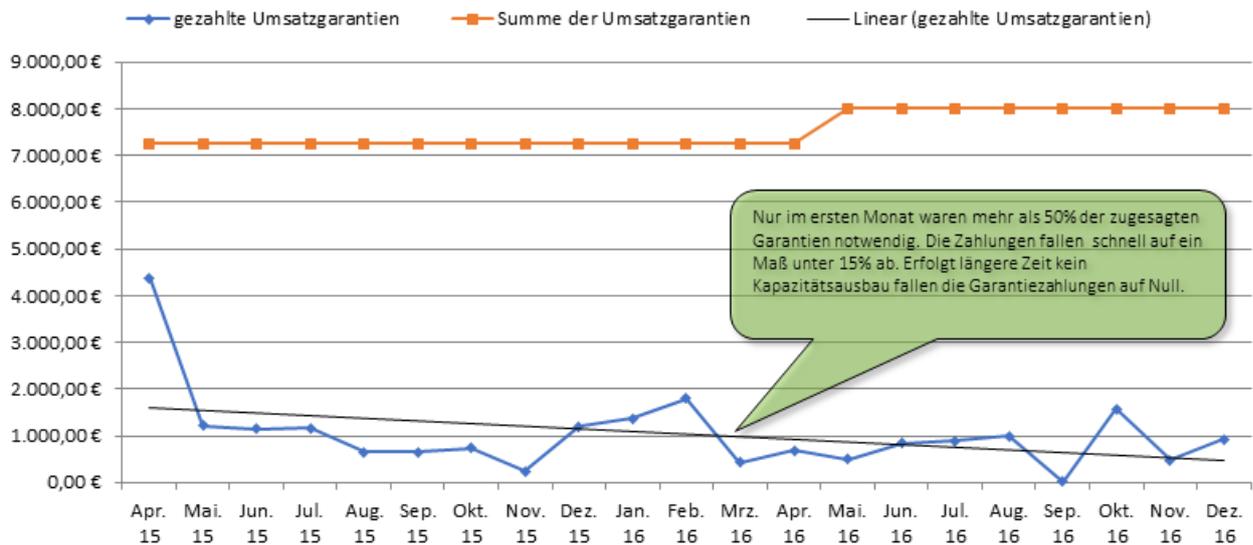


Abbildung 9: Umsatzentwicklung Flensburger Modell. Quelle: cambio (2019).

Die Summe der Umsatzgarantien blieb ein Jahr konstant und stieg noch einmal, da der Fuhrpark vorzeitig um ein Fahrzeug erhöht wurde. Die gezahlten Umsatzgarantien waren nur im ersten Monat hoch, und sanken danach kräftig (saisonale Schwankungen sind sichtbar). Großer Vorteil war dort, dass Ankerkunden de facto ihren eigenen

Fuhrpark reduziert und durch Carsharing-Fahrzeuge ersetzt haben. Unter dem Strich hatten die PartnerInnen dann zwar eigene Fahrtkosten bei cambio plus die Differenz der Umsatzgarantien, die Einsparungen im eigenen Fuhrpark waren in der Vollkostenrechnung (inkl. Personaleinsparung) aber insgesamt höher.

4.2 Verleihsysteme von Pedelecs und E-Lastenrädern

4.2.1 Konzeptionierung passender Pedelec-Typen, Lade- und Verstaumöglichkeiten

Ein weiterer Baustein der E-Mobilstation für die Stadt Oldenburg ist der Verleih von Pedelecs und E-Lastenrädern.

Um eine ausreichend hohe Auslastung der durch die städtischen MitarbeiterInnen genutzten Pedelecs zu garantieren, sollte zunächst besonderes Augenmerk auf die Auswahl geeigneter Modelle gelegt werden. In einem ersten Schritt könnten MitarbeiterInnen der Stadt Oldenburg im Hinblick auf ihre Präferenzen bei der Identifikation passender Fahrradtypen befragt werden. Parallel könnten ggf.

in Zusammenarbeit mit dem ADFC und Fahrradfachhandlungen verschiedene Modelle für einen kurzzeitigen Test bereitgestellt werden, wie dies z. B. in der Stadt Aachen oder in Elmshorn im Rahmen von Testreihen erfolgte.

Da Pedelecs durch die Unterstützung über ein anderes Handling als herkömmliche Räder verfügen, sollte die Einweisung durch qualifizierte Fachleute erfolgen. Grundsätzlich ist die Zuverlässigkeit der gemeinschaftlich genutzten Räder eine ganz wesentliche Voraussetzung, damit die städtischen MitarbeiterInnen die Pedelecs vermehrt anstelle

eines Autos nutzen. Dementsprechend sollten die E-Fahrräder eine hohe Stabilität und geringe Wartungsintensität aufweisen, damit sich möglichst keine Schäden während der Fahrt (z. B. Rahmen- und Speichenbrüche) oder hohe Wartungsintervalle ergeben. Eine geeignete Fahrradversicherung sollte zusätzlich abgeschlossen werden, damit die Straßentauglichkeit jederzeit sichergestellt ist. Parallel könnten auf Basis sensorischer Anwendungen innovative Predictive Maintenance-Ansätze verfolgt werden, um innere und äußere Schäden zu erkennen, bevor diese zum Ausfall des Rades führen können, und damit die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Die digitale Vernetzung der Flotte ermöglicht die Integration eines Schließsystems ohne analogen Schlüssel. Der Zugriff auf das Fahrrad erfolgt somit per Smartphone bzw. per RFID durch den berechtigten NutzerInnenkreis. Die eingesetzten Pedelecs sollten für jede/n NutzerIn unabhängig von Alter oder Geschlecht leicht höhen- bzw. größenverstellbar sein. Hier könnte z. B. über die Beschaffung des faltbaren i:SY DrivE Kompaktrades (ab 2.700 €, auch als S-Pedelec bis 45 km/h verfügbar) nachgedacht werden. Alternativ sollten verschiedene Rahmengrößen zur Verfügung stehen. Ein tiefer Einstieg, wie z. B. beim Pegasus E8R (ab 2.400 €), ist zu bevorzugen, um eine universale Nutzung unabhängig körperlicher Voraussetzungen zu gewährleisten.

Um die Mitnahme von Unterlagen zu ermöglichen, sollten die Räder mit wasserdichten Taschen oder Körben ausgestattet sein. Die Beschaffung von Sicherheitswesten oder Tauschakkumulatoren könnte zur Erhöhung von Verkehrssicherheit und Zuverlässigkeit ebenfalls in Betracht kommen.

Um der interessierten Öffentlichkeit ebenfalls Zugang zum Thema Pedelec zu verschaffen, sollen die Fahrräder perspektivisch nach Dienstschluss auch der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Ein nennenswertes praxisrelevantes Projekt wurde dazu im Rahmen von „Ludwigsburg Bike“ in Süddeutschland umgesetzt. Beim Start des Projektes

erfolgte zunächst ein Testeinsatz in der Stadtverwaltung. Hier wurden verschiedene Routen innerhalb des Stadtgebietes mit hohem Potential zur Vermeidung von Autofahrten identifiziert.

Zur Stärkung des Nachhaltigkeitscharakters wurden die Räder durch lokale HerstellerInnen designt und bereitgestellt. Der Erwerb steht inzwischen auch Privatpersonen und Unternehmen offen. Das Konzept wurde kombiniert mit einer überdachten Radstation inkl. Lademöglichkeit auf Basis von Ökostrom. Das Teilen von kommunal genutzten E-Fahrzeugen mit der interessierten Öffentlichkeit ist bislang allerdings eher im Bereich Automobil weiter verbreitet. Hier finden sich viele Praxisbeispiele (z. B. Lahr/Schwarzwald).

Neben den Pedelecs soll die E-Mobilstation mit geeigneten Lade- und Verstaumöglichkeiten ausgerüstet werden, damit möglichst stets ein geladener Akku zur Verfügung steht und die Verlässlichkeit des Verleihsystems erhöht werden kann. Andere Kommunen im Bundesgebiet haben in der Vergangenheit Fahrradabstellanlagen beschafft, welche Lademöglichkeiten und Schließfächer zur sicheren Verwahrung der Batterien integrieren. Diese können per Münzeinwurf oder alternativ personalisiert mit RFID-Karte/ Smartphone/ Pin-Code entriegelt werden. Die Fächer sind mit Steckdosen ausgerüstet und bieten zusätzlichen Raum z. B. für Helme oder Fahrradtaschen. Die Batterien können im idealerweise beheizten Innenraum aufgeladen werden. Alternativ bestehen technische Lösungen, welche eine Stromversorgung per Kabel (z. B. für nicht abnehmbare Batterien) vorsehen.

Einige auf dem Markt verfügbare Lösungen, welche Abstellanlagen mit Lade- sowie Verstaumöglichkeiten mit speziellem Fokus auf Pedelecs kombinieren, finden sich u.a. bei Ziegler Metall (ab 1.200 €). Hier stehen u.a. Schränke mit Schließfächern, aber auch Fahrradboxen zur Verfügung. Elektrisch betriebene Roller, die vorerst kein Anschaffungsgegenstand der E-Mobilstation sein sollen, könnten hier ebenfalls mit Energie versorgt werden.

Bei der Anschaffung sollte in jedem Fall auch die Integration von E-Lastenrädern, welche mehr Platz benötigen, Berücksichtigung finden. Eine mögliche spätere Integration von Betankungsmöglichkeiten für Brennstoffzellen betriebene E-Lastenräder für

4.2.2 Best-Practices automatisierter Verleihsysteme von E-Lastenrädern anderer Städte und Regionen

Vor allem in Städten haben sich in den letzten Jahren im Rahmen innerstädtischer City-Logistik-Konzepte Lastenräder zu einer interessanten Alternative gegenüber klassischen Transportermitteln entwickelt. Aber auch die normalen BürgerInnen haben dieses Transportmedium für ihre spezifischen Mobilitätsanforderungen entdeckt. Städte und Gemeinden unterstützen entsprechende Initiativen, da Transporträder unter umweltpolitischen Gesichtspunkten vorteilhaft sind, den Flächenverbrauch reduzieren, den Verkehrsfluss verbessern (z. B. kein Parken in der zweiten Reihe, keine Blockade von Fahrradwegen) und auch eine Belieferung in Randzeiten ermöglichen. Bisher noch beschränken sich Lastenrad-Verleihsysteme vorrangig auf herkömmliche Lastenräder, zunehmend werden aber E-Lastenräder in die Verleihsysteme integriert. Höhere Kosten, aber auch erhöhte Ansprüche an das Verleihsystem und die Ausstattung der Stationen sind dabei einige Punkte, die zu berücksichtigen sind.

Im Rahmen dieses Gutachtens wird vorgeschlagen, auch am Standort Oldenburg die geplante E-Mobilstation dafür zu nutzen, ein automatisiertes Lastenradverleihsystem – zunächst mit einem E-Lastenrad mit Erweiterungsmöglichkeit – in das Gesamtkonzept zu integrieren.

In Oldenburg gibt es mit dem Verein „Rädchen für alle(s)“ ein freies Lastenradsystem, das sich erfolgreich in der Stadt als alternativer Mobilitätsanbieter positioniert hat, bislang zwar keine E-Lastenräder im Angebot hat, aber auf dessen Erfahrungen zurückgegriffen werden kann. Weitere freie Lastenradinitiativen haben bereits akkumulatorisch unterstützte Lastenräder in ihr Angebot integriert (z. B. in Stuttgart).

die City Logistik sollte hier ebenfalls bereits bedacht werden (siehe Kapitel 4.2.2).

Im deutschsprachigen Raum finden sich bereits auch einige Beispiele für kommerziell genutzte E-Lastenradverleihsysteme. Aufmerksamkeit erlangt hat u.a. das Verleihsystem Donk-EE aus Köln: Insgesamt 50 E-Lastenräder der Marke Riese & Müller können an verschiedenen Stationen im westlich des Rheins liegenden Stadtgebiet ausgeliehen werden. Bei einer maximalen Zuladung von 100 kg sind bei dem Modell Reichweiten bis zu ca. 75 km möglich. Die Reservierung sowie die Öffnung des Schlosses erfolgen ausschließlich per App. Die Transporträder müssen an der Station, an der die Ausleihe erfolgte, auch zurückgegeben werden. An den Stationen werden auch geladene Wechselakkumulatoren bereitgestellt. Außerhalb der Öffnungszeiten kann eine Rückgabe der Lastenräder im Umkreis von 50 Metern um den Standort erfolgen, sofern das Rad an einem fest im Boden verankerten Gegenstand angeschlossen werden kann.

Mit Carvelo2go ist in der Schweiz ein mit Donk-EE vergleichbares Konzept in mehreren Städten u.a. in Bern, Zürich, Lausanne und Genf verfügbar. Auch hier können E-Lastenräder zu einem Stundentarif stationsbasiert angemietet werden. Als ein auch im europäischen Vergleich besonders hervorzuhebendes Projekt ist das Lastenrad-Verleihsystem im österreichischen Aspern (Visualisierung und Details unter: <https://www.aspern-seestadt.at/city-news/lastenrad-verleih-beim-stadtteilmanagement>). Gemeinsam mit der Seestadt Wien wird ein nachhaltiges Quartier entwickelt, in dem das Thema Mobilität einen besonderen Schwerpunkt darstellt. BewohnerInnen und BesucherInnen haben u.a. seit Herbst 2015 Zugriff auf ein anonymisiertes und vollständig automatisiertes Fahrradverleihsystem, in dem erstmals auch Transporträder

integriert wurden. An sieben Stationen stehen insgesamt 52 Pedelecs und vier Lastenräder (Typ i:SY eCAR:GO, maximale Zuladung 120 kg) zur Verfügung. Mit einer SeestadtCard können die Räder 24 Stunden am Tag entliehen werden. Zu Beginn war das Angebot kostenlos, so dass alle interessierten NutzerInnen eine unentgeltliche Probefahrt in Anspruch nehmen konnten. Dieses Angebot hat ganz wesentlich zur Akzeptanz des Verleihsystems beigetragen. Inzwischen ist, ähnlich wie bei Donk-EE, ein zeitlich gestaffeltes Tarifsysteem eingeführt worden.

Bei vielen Beispielen aus anderen Städten hat sich gezeigt, dass vor allem die Integration von Lastenrädern in bestehende Verleihsysteme ein besonders hohes Potenzial zur Substitution des Autoverkehrs aufweist. Bestätigt wird dies u.a. durch die Erfahrungen in Rüsselsheim, wo 2018 zwei Transporträder in das bestehende nextbike Fahrradverleihsystem integriert wurden und u.a. Studierende besondere vergünstigte Nutzungskonditionen erhalten, was insgesamt zur Erhöhung der Auslastung beigetragen hat. Ähnliche Auswirkungen waren auch in Konstanz und Norderstedt im Rahmen des Projektes TINK (Transportrad Initiativen Nachhaltiger Kommunen) zu beobachten. Auch hier ist eine automatisierte Ausleihe an öffentlichen Stationen rund um die Uhr möglich.

Wie die Erfahrungen im Projekt TINK auch gezeigt haben, wird ein Transportradverleihsystem in Städten mit hohem Parkdruck und verstärkten Parksuchverkehren, besonders gut angenommen. Dies trifft auch auf die Verkehrssituation im innerstädtischen Bereich Oldenburgs zu. Bei der Festlegung der Angebotspalette einer E-Mobilstation sollte bei der Integration von Lastenrädern vor allem auch die Verknüpfung mit Carsharing, Nähe zum Einzelhandel und zu Wohngebieten berücksichtigt werden.

Die Freie Hansestadt Hamburg folgt diesen Beispielen und integriert in den kommenden zehn Jah-

ren 70 Lasten-Pedelecs in ihr öffentliches Fahrradverleihsystem StadtRAD. Ab April 2019 werden zunächst 20 E-Lastenräder in die Flotte integriert. In der Startphase sollen die Transporter kostenlos zur Verfügung stehen.

Im konkreten Fall ist auch vor dem Hintergrund der Best Practices ein geeignetes Lastenrad-Konzept für die E-Mobilstation zu erarbeiten. Während der Dienstzeiten kann die Nutzung der Fahrradflotte zunächst den MitarbeiterInnen der Stadt Oldenburg vorbehalten sein. Um die Auslastung und die Akzeptanz der Station zu erhöhen, sollten die Pedelecs und das E-Lastenrad außerhalb der Dienstzeiten des kommunalen Betriebs (z. B. am Wochenende) auch für andere Nutzende zur Verfügung stehen. Langfristig ist auf jeden Fall eine Erweiterung des Stationsnetzes anzustreben, um die Akzeptanz zu erhöhen und auch die Rückgabe-Optionen zu verbessern.

Bei den Planungen für eine E-Mobilstation inklusive E-Lastenrädern gibt es interessante Anknüpfungspunkte an das Thema City Logistik. Die Stadt Oldenburg arbeitet bereits parallel an zukunftsfähigen Belieferungskonzepten. So soll unweit der geplanten E-Mobilstation ein zentraler Depot-Standort für innerstädtische Lieferverkehre entstehen. Alle Lieferungen sollen in den kommenden Jahren ausgehend von diesem Hub anbieterübergreifend innerhalb des Stadtgebiets per Lastenrad zugestellt werden.

Um Lastenrad-basierte Logistik-Konzepte weiter zu fördern, ist zudem ein Projekt unter Mitwirkung verschiedenster PartnerInnen aus Wissenschaft und Praxis zu Brennstoffzellen betriebenen Lastenrädern geplant. Dies verspricht u. a. deutlich vergrößerte Reichweiten und eine schnellere Aufladung der Akkumulatoren. Im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms (BMW/ Pt Jülich/ Forschungsantrag in Ausarbeitung) möchte ein Konsortium um das DLR Institut für Vernetzte Energiesysteme mögliche Betankungskonzepte für Brennstoffzellen betriebene E-Lastenräder erproben und

Zusätzliche Angebote der E-Mobilstation in Oldenburg

umfassende sensorische Anwendungen integrieren, um genauere Erkenntnisse zu Verschleiß sowie Alterungsprozessen der verwendeten Komponenten zu erhalten. In diesem Zusammenhang ist eine spätere Integration von Wasserstoff-Betankungskonzepten für den Anwendungsfall Lastenrad in das Gesamtkonzept der E-Mobilstation zu prüfen bzw. in Aussicht zu stellen. Ein weiteres relevantes Projekt, welches im Rahmen der Förderinitiative mFUND (BMVI) die Entwicklung eines aufmerksamkeits-sensitiven smarten Fahrradhelms als Assistenzsystem für die City Logistik vorsieht, befindet sich derzeit in Begutachtung.

4.2.3 Verleihvorgang, Betriebs- und Verwaltungskonzept Pedelecs/Lastenräder

Bei verfügbaren Verleihsystemen können die Räder bequem über das Internet gebucht werden. Die MitarbeiterInnen der Stadt Oldenburg könnten so von Ihrem Arbeitsplatz, vom Auswärtstermin oder auch von zu Hause außerhalb der Arbeitszeiten ein Fahrrad reservieren. Beim bereits erwähnten E-Lastenradsharing Donk-EE wird das Rad dann für den gebuchten Zeitpunkt an der Verleihstation für 30 Minuten reserviert und kann in diesem Zeitraum nicht von anderen NutzerInnen entliehen werden. Bei der Internetbuchung können ein bestimmtes Rad und die Mietdauer den Nutzungspräferenzen entsprechend ausgewählt werden. Der entsprechende Geldbetrag wird vom angegebenen Konto (z. B. der Stadt Oldenburg) abgebucht. Der Zugangscode für das Schloss und ggf. die Fahrradbox, wird per SMS oder Mail zugesendet. Das Rad wird dann der nummerierten, persönlichen Box entnommen und dort auch wieder abgestellt.

Für eine Kurzzeitbelegung z. B. durch interessierte BürgerInnen, die ein Rad außerhalb der städtischen Dienstzeiten nutzen möchten, kann eine Bezahlung auch spontan ohne vorherige Registrierung ermöglicht werden. Als Möglichkeiten stehen auf dem Markt u.a. der elektronische Schlüssel bzw. Transponder oder eine RFID-Karte, welche mit weiteren Diensten für die städtischen MitarbeiterInnen

Das von mFUND geförderte Projekt ECOSense, welches von Baron Mobility Service koordiniert wird und voraussichtlich zum 1.6.2019 startet, bietet ebenfalls Anknüpfungspunkte zur E-Mobilstation. Hier soll eine Sensorik speziell für den Fahrradverkehr entwickelt und in die Anwendung gebracht werden. Auf Grundlage der generierten Datenbasis sollen neue digitale Geschäftsmodelle entstehen, um Radfahren attraktiver und verkehrssicherer zu machen.

kombiniert werden könnte, zur Verfügung. Alternativ könnte eine Steuerungseinheit mit vandalismus-sicherer Tastatur und Display zur Codeeingabe Berücksichtigung finden.

Maßgeschneiderte Konzepte zu Fahrradparksystemen und digitalen Schließsystemen bietet beispielsweise die Kienzler Stadtmobiliar GmbH an. Dabei können auch bereits bestehende Systeme z. B. im Falle einer Vergrößerung der Pedelec-/ Lastenradflotte oder bei einer späteren Erweiterung der E-Mobilstation in Oldenburg aufgerüstet werden. Auch Lade- und Verstaumöglichkeiten lassen sich leicht zu einem späteren Zeitraum integrieren oder erweitern. So könnte beispielsweise einer weiteren Öffnung der E-Mobilstation für PendlerInnen oder Touristen Rechnung getragen werden.

Bei einer Basisversion können bis zu sechs Fahrradboxen nebeneinander platziert werden. Die Integration weiterer Boxen erfolgt dann in der Regel über eine doppelstöckige Erweiterung. Dabei wird nach Öffnung der Box die Parkschiene bis zum Anschlag herausgezogen und nach unten geklappt. Das Fahrrad wird auf die Schiene geschoben und abgeschlossen, die Schiene wird nach oben geklappt, die Box verschlossen. Gasdruckfedern unterstützen das Anheben in die zweite Reihe, um

Rückenbelastungen vorzubeugen. Ein Dachüberstand, Seitenelemente oder Sichtschutzelemente können zusätzlich integriert werden.

Um die Diebstahlsicherheit zu erhöhen und die Räder stärker von äußeren Witterungsbedingungen zu schützen, könnte eine modular erweiterbare Fahrrad-Sammelgarage in die E-Mobilstation der Stadt Oldenburg integriert werden. Auch hier könnten die bereits beschriebenen Lade- und Verstaumöglichkeiten z. B. im Rahmen von Schließfächern für Wertsachen und Helme etc. integriert werden. Die Öffnung erfolgt auch hier mit einem elektronischen System inkl. Online-Buchung oder Münzpfand.

Ein anschauliches Beispiel zur Online-basierten Reservierung von Fahrradabstellanlagen findet sich etwa unter www.bikeandridebox.de. Hier können Fahrradboxen im gesamten Bundesgebiet reserviert werden. Nach Auswahl des Standortes folgt die Belegung der gewünschten Box. Dabei wird mit einem Stecker-Symbol eine vorhandene Lademöglichkeit angezeigt. Um die Box leichter finden zu können, sind Fotos, ggf. Videos der Box sowie ein Kartenausschnitt des Stadtgebietes auf der Webseite hinterlegt. An manchen Standorten z. B. in Berlin und im Rhein-Main-Gebiet sind einige Boxen speziell für KundInnen des öffentlichen Nahverkehrs, die mit einer Mitgliedskarte vergünstigte Konditionen erhalten, reserviert. Zur Steigerung der Belegungsquote jedes Stellplatzes sollte die Kurzzeitnutzung gegenüber der Langzeitnutzung Vorrang erhalten. Die Buchung erfolgt stunden- oder tageweise mit entsprechenden tariflichen Abstufungen. Nach Registrierung bzw. Log-In sowie erfolgter Bezahlung (PayPal, Kreditkarte, Lastschrift) erhält der Nutzende per Mail einen siebenstelligen Code, der Zugang zur Fahrradbox für den gebuchten Zeitraum gewährt. Die Kommune erhält als Besitzerin der Anlage eine Buchungs- und Einnahmenübersicht. Praxisbeispiele sowohl für offene als auch geschlossene Verleihstationen finden

sich u.a. in Göttingen (Vgl. auch <https://goettingen.bike-and-park.de/>).

Um den Verwaltungsaufwand zu minimieren, könnten bei der Stadtverwaltung vorhandene Schließsysteme (z. B. Transponder) integriert werden. So ließe sich die Tür der Sammelgarage als auch das Fahrradschloss ohne analogen Schlüssel bequem öffnen. Auch in einen Fahrradkäfig können zwecks Erweiterbarkeit und Platzeinsparung die bei den Fahrradboxen beschriebenen schienenbasierten Konzepte zur Anwendung kommen. Für die untere Ebene bietet sich die Integration von Fahrrad- bzw. Anlehnbügel an. Die Anlehnbügel ermöglichen das Anlehnen bzw. das Anschließen des Fahrradrahmens an mindestens zwei Punkten, sofern ein entsprechender Montageabstand vorhanden ist. Beim Stellplatz für das E-Lastenrad ist zu beachten, dass unter Berücksichtigung des größeren Volumens mehr Platz als bei den anderen Bügeln eingeplant wird. Dieser Stellplatz sollte für ein E-Lastenrad fest reserviert sein (Erweiterbarkeit einplanen), damit das E-Lastenrad zu jeder Zeit sicher abstellbar ist. Weitere Bügel könnten auch im Außenbereich der Box angebracht werden, um auch externen NutzerInnen ohne Zugang zumindest das Abstellen eines (Lasten)-Fahrrades zu ermöglichen.

Ein zur Stadtverwaltung passendes Design (Logos, Farben) sollte Berücksichtigung finden. Eine freie Auswahl von Wandmaterial (Lochblech, Matten, Holzlamellen) und Zugangsmöglichkeit (Dreh- oder Schiebetür) können ebenfalls den Wünschen der Stadt entsprechend gestaltet werden. Ein optimal zu den Anforderungen der Stadt passender Fahrradkäfig genügt höchsten Sicherheitsanforderungen, sodass auch hochwertigste Räder der Stadtverwaltung dort ohne Bedenken zu jeder Tageszeit abgestellt werden könnten.

Erforderliche Serviceleistungen

Die Pedelecs und das E-Lastenrad der E-Mobilstation werden versichert u.a. gegen Diebstahl, Vandalismus, Beschädigung, Sturzschäden, E-Schäden, Feuchtigkeits-/ Wasserschäden, Brand/ Explosion, etc. Die Selbstbeteiligung des Versicherungsnehmers im Schadensfall wird bei etwa 15-20 % liegen. Weiterhin sind Kosten für die Wartung, Verschleiß und Instandhaltung der Räder zu kalkulieren. Pro Jahr sollten dafür ca. 25 % der Anschaffungskosten des Pedelecs eingeplant werden. Für die Versicherung werden 15 % vom Anschaffungswert pro Jahr anfallen.

Für die Abrechnung und Zugang zum Fahrradpool fallen Kosten für die Anschaffung einer geeigneten Softwarelösung an. Die Einmalkosten für die Anschaffung liegen bei ca. 5.000 €. Der Betrieb und die Nutzung können pro Monat mit 100 € kalkuliert werden. Weiterhin fallen Verwaltungskosten an, u.a. für die Beschäftigten, Nebenkosten, Miete usw. Diese liegen etwa bei $20 \text{ Std} \times 35 \text{ €} = 2.800 \text{ €/Monat}$. Eine Reserve von 15 % der Gesamtkosten ist einzustellen, da das Konzept zur E-Mobilstation erst in zwei Jahren umgesetzt wird und die Kosten/Löhne pro Jahr mindestens um 6 % steigen werden.

Nach Angaben der Orion Bausysteme GmbH belaufen sich die Kosten für eine Anlage mit 12 Boxenstellplätzen inkl. Buchungsportal auf ca. 30.000 € zzgl. Mehrwertsteuer. Dabei ist zu beachten, dass durch das Buchungsportal laufende Kosten entstehen.

4.3 Service- und Treffpunkt

Da das Laden von Pedelec-Akkumulatoren nach heutigem Stand der Technik noch mehrere Stunden bedarf, kommt bei der Nutzung der Ladestation der Aufenthaltsqualität der Umgebung der E-Mobilstation erhebliche Bedeutung zu. Am Standort Pferdemarkt ist die Fußgängerzone Oldenburgs nur wenige Meter entfernt und fußläufig erreichbar. Weiterhin sollten attraktive Warte- und Verweilmöglichkeiten am angeschlossenen Gebäude (Grill) geschaffen werden.

Die E-Mobilstation der Stadt Oldenburg sollte zudem einen Servicepunkt enthalten, der Anlaufstelle für alle Fragen und Belange der NutzerInnen der E-Mobilstation ist. Gleichzeitig kann dies auch ein Aufenthaltsraum und Treffpunkt sein, der die Attraktivität der E-Mobilstation mit verschiedenen Serviceleistungen steigert. Dazu zählen z. B.:

- Servicepunkt für die E-Mobilstation,
- Informationen rund um den ÖPNV,
- wettergeschützte Wartezonen,
- Gastronomie,
- Kiosk,
- öffentliche WC-Anlagen,
- Fahrradabstellplätze,
- Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge (vgl. Kapitel 8.2).

Es ist zu prüfen, inwieweit der am Pferdemarkt vorhandene Kiosk/ Grillimbiss für eine solche Funktion einbezogen und ggf. umgebaut werden kann.

Kapitel 2.2 enthält dabei Beispiele und Anregungen für die Idealvorstellung einer E-Mobilstation, die Vorlage bei der Gestaltung der E-Mobilstation für die Stadt Oldenburg sein könnten.

5. Rahmenbedingungen zur baulichen Umsetzung der E-Mobilstation

5.1 Organisatorisches Realisierungskonzept

Die Stadt kann für die E-Mobilstation in unterschiedlicher Funktion auftreten, z. B. als

- Initiatorin,
- Bauherrin und Vermieterin, oder
- Bauherrin und Betreiberin.

Die Unterschiede liegen offensichtlich in der Art und Weise wie die Stadt auf das Projekt Einfluss nehmen kann, in der Bereitschaft, unternehmerisches Risiko zu übernehmen und in den Mitsprachemöglichkeiten in der späteren Ausgestaltung des Betriebes, wenn erste Erfahrungen vorliegen.

Folgende beispielhafte Szenarien sollen als Diskussionshinweise für die Entscheidungsfindung der Stadt dienen. Die genannten Verträge müssten den Vergaberichtlinien entsprechend ausgeschrieben werden.

Szenario A: 100 % städtisch

Prinzip: die Stadt erstellt die Anlage auf eigene Rechnung und betreibt sie über die städtischen Dienste im betreuten Automatikbetrieb. Sie ist Hauptnutzerin der Anlage im Rahmen des eigenen Fuhrparks. Sie bestimmt über den weiteren Ausbau der Anlage und die Einbindung in die Stadt- und Verkehrsplanung, sowie den öffentlichen Nahverkehr (in Absprache mit VWG). Der Kiosk dient ohne weiteren Aufwand als Aufenthaltsraum und Anlaufstelle.

Unteraufträge werden vergeben für:

- Call-Center zur 24/7 Kundenbetreuung,
- Wartung der Anlagen,
- an Kiosk für Betreuungsaufwand (begrenzt).

Szenario B: Stadt als Eigentümerin

Prinzip: die Stadt erstellt die Anlage auf eigene Rechnung und bleibt Eigentümerin. Sie definiert die anfängliche Ausstattung und ist Investorin für

einen ggf. weiteren Ausbau. Sie erzielt Einnahmen durch die Vermietung der Anlage bzw. eine Beauftragung von Firmen mit dem Betrieb. Mit anlaufendem Betrieb und Konsequenzen aus der Betriebs Erfahrung können Entscheidungen der PächterInnen fallen, die nicht mit den Vorstellungen der Stadt konform gehen. Hier müssen entsprechende vertragliche Regelungen gefunden werden, die allen Interessen angemessen dienen.

Serviceaufträge werden vergeben (einzeln oder in Kombination) für:

- Bewirtschaftung des Carsharings,
- Bewirtschaftung des Pedelec- und Lastenfahrrad-Verleihs,
- Bewirtschaftung der Ladesäule(n),
- Bewirtschaftung der PV-Anlage.

Die Unteraufträge unter Szenario A entfallen und sind Aufgabe der PächterInnen.

Szenario C: Stadt als Auftraggeberin

Prinzip: die Stadt erteilt einem GeneralunternehmerIn (GU) den Auftrag, die Station zu erstellen. Sie least oder mietet sie zurück und finanziert sie dadurch. Sie ist Besitzerin der Anlage bis die Finanzierung endet. Dann kann sie Eigentümerin werden oder die Anlage zurückgeben. Sie untervermietet Teile des Betriebes. Diese Version kommt eigentlich nur in Frage, wenn die Stadt weder selbst Eigentümerin und Betreiberin sein möchte noch einen Dritten zum Bau und Betrieb der Anlage findet. Serviceaufträge (wie b) werden (einzeln oder in Kombination) vergeben für:

- Bewirtschaftung des Carsharings,
- Bewirtschaftung des Pedelec- und Lastenfahrrad-Verleihs,
- Bewirtschaftung der Ladesäule(n),
- Bewirtschaftung der PV-Anlage.

Szenario D: Stadt als Initiatorin

5.2 Hinweise zur baulichen Umsetzung

Folgende Phasen müssen für den Realisierungsprozess durchlaufen werden:

Prinzip: die Stadt tritt finanziell nicht in Erscheinung und sucht eine(n) PartnerIn, die/der an ihrer Stelle die Umsetzung betreibt. Dies könnte z. B. die VWG sein, die EWE oder andere. Vermutlich müsste diese Leistung ausgeschrieben werden, da städtische Grundstücke genutzt werden. Die Stadt wählt das attraktivste Angebot aus, hat danach aber auf die weitere Ausgestaltung nur insoweit Einfluss, als dies vertraglich geregelt wird.

Aufträge, die vergeben werden:

- Generalvertrag zum Bau und Betrieb der Anlage auf städtischem Grund (Pachtvertrag mit Umsetzungsbeschreibung).

Kriterien

Die Wahl eines der Szenarien oder Abwandlungen davon hängt im Wesentlichen vom Willen und den Möglichkeiten der Stadt ab, in Gestaltung, Investition und Betrieb der Anlage involviert zu sein.

Es ist zu beachten, dass der Aufbau der Infrastruktur für die Elektromobilität kurzfristig noch Voraussetzungen erfordert, die zunächst nicht wirtschaftlich sein werden. Diese Phase wird voraussichtlich 5 Jahre dauern, bzw. hängt vom Markthochlauf bei E-Pkws ab.

Letztlich entscheidet sich daher die Wahl des Szenarios daran, wie weit die Stadt einen gestaltenden Einfluss auf den Ausbau der E-Mobilität im Stadtgebiet nehmen will und inwieweit sie bereit ist, Investitionen zu tätigen, die zunächst als politischer Ansporn und Beispiel verantwortlichen Handelns (best practice) dienen, bevor sie sich zu einem späteren Zeitpunkt zurückzahlen. Ein Demonstrations- und Vorzeigeprojekt kann die Schwelle von Akteuren aus der Wirtschaft senken, selbst aktiv zu werden.

Konzeptfindung

Sie dient der Definition des Projektes und der ersten Budgetierung im Haushalt.

Betriebskonzept

Hierzu dient die vorliegende Studie.

Entscheidungsfindung

Diskussion des Konzeptes, Verfeinerung und Budgetierung im Haushalt. Wahl des Szenarios (siehe oben) und Beschlussfassung zur Beauftragung.

Falls Szenario C oder D gewählt wurden, endet der Prozess hier.

Technische Planung

Beauftragung eines Architektur- oder Ingenieurbüros zur Erstellung des Vorentwurfes und der Kostenschätzung, sowie des Bauantrages.

Baumsetzung

Beauftragung der Baufirmen, Bau und Endabnahme in Regie der Stadt.

Betrieb

Je nach Wahl des Szenarios A oder B Betrieb durch die Stadt oder Vergabe von Aufträgen zum Betrieb (Szenario B).

6. Betriebskonzept

In Anlehnung an die in Kapitel 5.1 beschriebenen Szenarien gibt es im Zusammenhang des Betriebes der E-Mobilstation folgende Aufgaben, die erfüllt werden müssen. Diese können von einer/ einem externen BetreiberIn, aber auch der Stadt selbst, angeboten werden. Entsprechende Ausschreibungen können auf Basis des Lastenheftes im Anhang vorbereitet werden. Die Grund-Aufgaben aus der folgenden Liste können kombiniert werden, je nach dem welches Betriebsmodell gewählt wird. Die zu erfüllenden Aufgaben bleiben letztlich immer

Evaluation

Das Projekt sollte in jedem Szenario durch die Stadt begleitet werden, um sicherzustellen, dass die politischen Absichten erfüllt werden. Ggf. sind vertragsrechtliche Konsequenzen zu ziehen, wenn Vertragspartner aufgrund ausbleibender Wirtschaftlichkeit Leistungen reduzieren oder nicht mehr anbieten.

Ausbau

Sollte sich das Projekt als Erfolg herausstellen, sind zusätzliche Investitionen zum Ausbau denkbar. Diese wären (aufgrund des festgestellten Erfolges) vermutlich im Bereich der Wirtschaftlichkeit. Es stellt sich dann wiederum die Frage des Investitions- und Auftragsrahmens, den die Stadt zu gegebenem Zeitpunkt nochmals überdenken kann (siehe oben). Die detaillierte technische Beschreibung aller Komponenten der Station findet sich in Anhang b „Technische Beschreibung – Lastenheft bauliche Ausführung“.

gleich, unabhängig davon, wer als BauherrIn, EigentümerIn und GesamtbetreiberIn der Anlage auftritt (Stadt, GeneralunternehmerIn, InvestorIn etc.):

- 1 Betrieb des Carsharings;
- 2 Betrieb des E-Bike und Lastenfahrrad-Verleihs;
- 3 Betrieb der öffentlichen Ladesäule;
- 4 Betrieb der Gesamtanlage, inkl. Wartung und Reparatur der Anlagen;
- 5 Betreuung eines Aufenthaltsraumes;
- 6 Betrieb der PV-Anlage;
- 7 Energiekostenabrechnung;
- 8 Werbung und Öffentlichkeitsarbeit.

6.1 Betrieb des Carsharings

Betriebskonzept

Ein/e Carsharing-AnbieterIn müsste alle Dienstleistungen bereitstellen, die zu dem Angebot des Carsharings an diesem Standort gehören. Dies wären:

- angemessenes Fahrzeugangebot am Standort
- Abrechnung
- 24-Stunden Hotline
- Notdienst
- Wartung aller technischen Anlagen, die zum Carsharing Angebot gehören (vorbehaltlich Abgrenzung zu Pkt. 4)

Es ist zu erwarten, dass ein Angebot am Standort durch eine/n FremdanbieterIn immer in ein größeres Carsharing-Netz (z. B. Cambio oder andere, aber auch städtischer Fuhrpark) eingebunden wäre. Dies könnte sich schon allein durch die Vorgabe von Mindeststandards des Fahrzeugangebotes ergeben, um eine angemessene Verfügbarkeit von Fahrzeugen, z. B. durch Überführung von anderen Pools, zu gewährleisten. Ebenso wären Abrechnung und Hotline/ Notdienst besser in ein übergeordnetes Netz eingebettet, das eine bessere Verfügbarkeit und geringere Kosten durch Betreuung einer höheren Zahl von Anlagen bieten sollte.

6.2 Betrieb des E-Bike und Lastenfahrrad-Verleihs

Hier gilt das unter 6.1 Gesagte in gleicher Weise. Allerdings ist hier eher zu erwarten, dass ein/e AnbieterIn lokal auftritt und nicht in ein landes- oder

europaweites Netz eingebunden ist. Nichtsdestotrotz gibt es auch hier globale arbeitende AnbieterInnen.

6.3 Betrieb der öffentlichen Ladesäule

Die öffentlich (und zwingend diskriminierungsfrei) zugängliche Ladesäule ist grundsätzlich unabhängig vom Carsharing-Angebot zu betrachten. Von daher kann ihr Betrieb und die Abrechnung anderweitig vergeben werden. Damit kann die Ladesäule (inklusive späterer Erweiterungen) in bundes- und europaweite Netze eingebunden werden. Dies vereinfacht den Zugang für beliebige NutzerInnen, mit oder ohne Kundenkonto bei einer/einem LadenetzanbieterIn.

Die Bedingung der Ladesäulenrichtlinie, diskriminierungsfreien Zugang zu ermöglichen, erlaubt verschiedene Zugangsmodelle:

- Mitgliedschaft bei einer/einem LadenetzanbieterIn;
- Mitgliedschaft bei einer/einem AnbieterIn von Abrechnungen für LadenetzbetreiberInnen;
- Abrechnung über Mobiltelefon (per SMS);
- spontane Mitgliedschaft (per SMS) und Abrechnung über Telefonrechnung;
- Bar- der Kartenzahlung.

Diese Regelungen bevorteilen überregionale AnbieterInnen, da die Einbettung in ein überregionales Angebot mit hohen Einmal-Kosten für die Einbindung und prozentualen Abgaben pro Zahlung belegt ist. LadesäulenherstellerInnen bieten jedoch z.T. schon technische Lösungen für diese Dienstleistungen an (u.a. Spontanmitgliedschaft oder Bargeldzahlung). Das Angebot der Kartenzahlung setzt wiederum eine Kooperation mit einer/ einem AnbieterIn von Zahlungsverkehr voraus.

Die Ladesäulen müssen in den gängigen Verzeichnissen der Ladeinfrastruktur, aber auch z. B. in Open Streetmap hinterlegt sein. Es sollte auch gefordert werden, dass die Informationen über den Zustand der Säule (belegt, betriebsbereit) über die gängigen Informationssysteme zugänglich sind. Im Sinne der Smart-Grid und Smart-City-Entwicklungen sollte auch von der/ von dem BetreiberIn gefordert werden, dass weitere Informationen und Einstellungen zu

- voraussichtliche Länge des laufenden Ladevorganges
- Vorbestellung des Ladepunktes

- vorbestimmte Ladezeiten

in das Angebot integrierbar sind, sobald Standards dafür bereitstehen.

Ein zeitgesteuertes Laden wäre z. B. möglich, wenn pro Ladepunkt mehrere Parkbuchten zur Verfügung stehen und angeschlossene Fahrzeuge nach Zeitplan geladen werden. Dadurch steigt auch die Auslastung der Ladesäule und Totzeiten durch Stehenbleiben vollgeladener Fahrzeuge werden verringert. Zudem kann der Anteil genutzten PV-Stroms (mit Einschränkungen) optimiert werden. Die Fahrzeuge sind quasi an eine „Steckdosenleiste“ angeschlossen, deren Steckdosen einzeln durch die Steuerung der Ladesäule angesprochen werden.

FahrerInnen/ Fahrzeuge können Wünsche bzgl. Ladezeiten, Ladeendpunkt etc. vorgeben. In gleicher Weise könnte damit eine Vehicle-to-Grid Anwendung realisiert werden, bei der die angeschlosse-

nen Fahrzeuge als Stromspeicher im Elektrizitätsnetz wirken. Da es hier noch keine Standards der Kommunikation gibt, sollte zumindest diese Möglichkeit in Ausschreibungen als Ausbauoption vorgesehen werden.

Erweiterungen zu einem späteren Zeitpunkt können durch die Stadt initiiert werden, oder dem Geschäftsinteresse der jeweiligen Betreiberin/ des jeweiligen Betreibers überlassen werden. Die Erteilung von Bau- und Betriebsgenehmigung ließen der Stadt noch genügend Gestaltungs- und Mitsprachenspielraum.

Zuletzt ist zu regeln, dass Carsharing-Fahrzeuge unter bestimmten Bedingungen (u. a. bei Überbelegung der eigenen Wallboxen oder Abgabe eines Fahrzeuges an einer anderen als der Anmietstation) Zugang zu der Ladesäule haben müssen. Die Abrechnung erfolgt dann über die oben genannten Wege extern. Weitere Vorgaben brauchen hier nicht gemacht zu werden.

6.4 Betrieb der Gesamtanlage, inkl. Wartung der Anlagen und Energiekostenabrechnung

Um kleinteilige Verantwortlichkeiten zu vermeiden und eine klare Aufgaben- und Verantwortungsteilung zu erreichen, ist es sinnvoll, die Wartung, Reparatur und Unterhaltung der Gesamtanlage in eine Hand zu legen. Hier gibt es zwei Modelle:

- Verantwortung für die gesamte Anlage;
- Verantwortung für die baulichen Anlagen.

Im ersten Fall läge die Aufsicht über alle Wartungsfälle, Reparaturen etc. in einer Hand, quasi in einer Hausmeisterfunktion. Geräte/ Installationen, die in den Bereich einer anderen Anbieterin/ eines anderen Anbieters fallen (Carsharing, Ladesäule etc.) würden entsprechend abgerechnet. Die Auslösung von Reparaturen würde über die Hotline oder individuelle Aufträge erfolgen. Um unnötigen Verwaltungsaufwand zu vermeiden, müssten bestimmte Handlungsspielräume vereinbart werden oder ein online ‚Ticket-System‘ genutzt werden.

Vorteil: die Gesamtanlage wird aus einer Hand betreut. Das Erscheinungsbild ist homogen und kann auf hohem Qualitätsniveau gehalten werden.

Nachteil: hoher Verwaltungsaufwand, falls jeder Unterauftrag/Aufgabe separat vergeben werden muss.

Im zweiten Fall beschränkt sich die zentrale Verantwortung nur auf die baulichen Komponenten, d.h. Dach und Traggerüst, Technikräume, Geländeoberfläche/ Pflasterung/ Bepflanzung, Regenwasserabläufe usw. Die technischen Einbauten (Ladesäule(n), Wallboxen, PV-Anlage und ihre Komponenten, Hinweisschilder usw.) fallen in den Verantwortungsbereich der jeweiligen Betreiberin/ des jeweiligen Betreibers.

Diese Gesamtverantwortung könnte typischerweise in die Gebäudeerhaltungsdienste der Stadt integriert werden.

Vorteil: vereinfachte Verwaltungs- und Abrechnungsabläufe.

Betriebskonzept

Nachteile: gegebenenfalls uneinheitliches Erscheinungsbild; Notwendigkeit einer klaren Regelung zum Zutritt zu Technikräumen und Zähler- und

Schaltschränken; potenzielle Probleme an Schnittstellen zwischen Aufgaben und Identifizierung von Verursachern von Schäden.

6.5 Betreuung eines Aufenthaltsraumes

Wie in Kapitel 4.3 dargestellt, gewinnt eine Mobilitätsstation an Attraktivität, wenn ein Aufenthalts-/ Warteraum bereitgestellt wird. Am Pferdemarkt könnte dies durch eine Einbindung des Kiosks relativ elegant erfolgen. Da eine Bewirtschaftung ohnehin vorhanden ist, wäre die zusätzliche Betreuung eines weiteren Raumes, oder die Bereitstellung eines Mobilitäts-Bereiches innerhalb des Kiosks mit wenig Aufwand zu bewerkstelligen.

Angeboten werden können:

- Warteraum während Schnellladung oder Fahrzeugübergabe
- Informations-Ecke

- Aus-/ Abgabe von Formularen, Schadensmeldungen usw.

Diese Funktion ist nicht zwingend für den erfolgreichen Betrieb der E-Mobilstation notwendig, sie kann aber die Station erheblich aufwerten und führt zu einer höheren Akzeptanz des Gesamtkonzeptes (Multimodalität und Elektromobilität). Die persönliche Betreuung als Gegensatz zu einer rein Internet- und Mobiltelefon-basierten Abwicklung wird Zugangshemmnisse leichter überwinden können.

6.6 Betrieb der PV-Anlage

Diese Funktion kann abgetrennt werden, macht aber eigentlich nur Sinn, wenn die gesamte Investition PV-Anlage durch einen externen Anbieter er-

folgt. In diesem Rahmen würde die Anlage auch extern weiter betreut werden. Dieser Bereich würde auch den Betrieb des Stromspeichers umfassen, sowie die Optimierung des Eigenverbrauchs.

6.7 Energiekostenabrechnung

Die Bereiche Carsharing, E-Bike, Ladesäule, PV-Anlage und ggf. Aufenthaltsraum sind im Extremfall alle unterschiedlichen BetreiberInnen zugeordnet. Der Stromverbrauch muss daher separat abgerechnet werden. Hinzu kommt der Stromverbrauch für den allgemeinen Teil des Technikraums/ Schaltschränke (Beleuchtung, Frostschutz) und der Außenbeleuchtung.

In der Regel werden diese Bereiche jeweils mit eigenem Anschlussvertrag über die/ den NetzbetreiberIn (in diesem Falle die EWE NETZ GmbH) mit Einzelzählern angeschlossen und regelmäßig abgelesen. Jeder Zähler kann einem eigenen Versorgungs-

vertrag mit unterschiedlichen VersorgerInnen zugeordnet sein. Die Anschluss-, Verwaltungs- und Ablesekosten deckt die monatliche Grundgebühr. Damit ist eine externe Dienstleistung nicht notwendig, bzw. über die Zähler bereits automatisch eingeschlossen und muss nicht beauftragt werden. Jeder/ jedem BetreiberIn ist die Wahl der Versorgerin/ des Versorgers freigestellt, unter den Bedingungen, die in der Beauftragung festgelegt wurden (u.a. Grünstromversorgung).

Alternativ kann auch intern abgerechnet werden, wenn sich dies aus übergeordneten Gründen, z. B. Smart-Grid-Einbindung, Energieoptimierung innerhalb der Station o. ä. anbietet. Hierzu müsste ein/e DienstleisterIn eingeschaltet werden, oder die

Technische Realisierung einer E-Mobilstation

Stadt übernimmt diese Aufgabe, z. B. im Rahmen der Liegenschaftsbewirtschaftung.

6.8 Werbung und Öffentlichkeitsarbeit

Lediglich der Vollständigkeit halber soll der Aspekt der Werbung und Information hier aufgeführt werden. Selbstverständlich kann diese Aufgabe allen BetreiberInnen individuell überlassen werden. Im eigenen Interesse wird Werbung geschaltet werden, insbesondere wenn die lokalen BetreiberInnen in größeren Netzwerken eingebunden sind.

Nichtsdestotrotz sollte überlegt werden, eine Gesamtdarstellung der Station zu bieten und für die Gesamtinstallation separat zu werben bzw. Öffentlichkeitsarbeit zu leisten. Dies würde vor allem der

Stadt und der Darstellung ihrer Aktivitäten im Klimaschutz dienen. Die individuellen AnbieterInnen würden jedoch ebenso profitieren und sollten entsprechend eingebunden werden.

Die Beauftragung kann über einzelne Aufgaben und Projekte (z. B. Erstellung eines Flyers oder einer Werbemaßnahme) oder als kontinuierliche Betreuung (inkl. regelmäßige Pressearbeit) erfolgen, je nach Zieldefinition des Projektes. Die Aufgabe kann auch im Rahmen des Stadtmarketing angesiedelt werden.

6.9 Lastenheft

Die genaueren Details der oben beschriebenen Leistungen sind im Kontext der in diesem Kapitel

diskutierten Mindeststandards im Lastenheft im Anhang unter Kapitel c dokumentiert.

7. Technische Realisierung einer E-Mobilstation

7.1 Sektorenkopplung und Einsatz erneuerbarer Energien am favorisierten Standort

Im Rahmen dieses Kapitels wird geprüft, welche Möglichkeiten zur regenerativen Energieversorgung am Standort zur Verfügung stehen und ob es sinnvolle Konzepte einer Sektorenkopplung geben kann. Im Folgenden sollen drei Konzepte geprüft werden:

- Die Station wird von einem Nachbargebäude aus über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) versorgt. Als Brennstoff kann hier entweder Erdgas oder Biometan verwendet werden.
- Die Station wird von Photovoltaik-Modulen versorgt. Diese können sowohl auf das Dach der Station als auch auf nahestehende Gebäude montiert werden. Der übrige Strombedarf wird aus dem Netz bezogen.
- Auf der Station werden Kleinstwindkraftanlagen installiert. Der übrige Strombezug wird aus dem Netz bezogen.

Blockheizkraftwerk

Ein BHKW ist eine modular aufgebaute Energieerzeugungsanlage, die das Prinzip der Kraft-Wärme-

Kopplung nutzt, um gleichzeitig Strom und Wärme zu erzeugen. Dabei wird über einen Motor ein Generator zur Stromerzeugung angetrieben. Die Abwärme des Motors wird über einen Wärmetauscher an das Heizmedium abgegeben. BHKWs gibt es in unterschiedlichen Größen von mehreren MW bis hin zu Anlagen mit weniger als 2,5 kW. Hierbei ist zu beachten, dass der elektrische Wirkungsgrad bei kleineren BHKWs abnimmt. Auch der Kraftstoff kann variieren. Der Generator kann z. B. von Dieselmotoren, Brennstoffzellen oder Gasmotoren angetrieben werden.

Ein Konzept für ein BHKW benötigt immer sowohl Strom- als auch Wärmeverbrauch in direkter Nähe des Aufstellortes. Da die E-Mobilstation keinen Wärmebedarf aufweist, ist für ein solches Konzept die Kooperation mit einem nahegelegenen Gebäude notwendig. Das BHKW würde in diesem Gebäude errichtet und die erzeugte Wärme direkt vor Ort verbraucht. Der Strom wird ebenfalls zu einem

Teil im Gebäude verbraucht. Die E-Mobilstation wird über ein erdverlegtes Kabel aus dem Gebäude versorgt. Hierbei kann der Strom sowohl aus dem BHKW als auch aus dem Netz stammen. Als mögliche Gebäude in direkter Nähe kommen das Standesamt Oldenburg, das Bürgerbüro Mitte sowie das Gebäude des Fachdienstes Sicherheit und Ordnung Oldenburg in Frage.

Die Größe des BHKWs hängt vom Bedarf des versorgten Gebäudes ab. Um einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen, sollte das BHKW anhand des Wärmebedarfs des Gebäudes ausgelegt und betrieben werden. Durch den wärmegeführten Betrieb kann nicht gewährleistet werden, dass der Strom aus dem BHKW immer zur Verfügung steht, wenn er benötigt wird. Ein Wärmepufferspeicher kann hier entgegenwirken. Ein großer Kostenfaktor neben dem BHKW selbst ist die Verbindungsleitung zur E-Mobilstation. Die hohen Tiefbaukosten in Verbindung mit der relativ geringen Abnahme der Station führen zu hohen Stromgestehungskosten.

Insgesamt ist diese Lösung auf Grund des Umfangs und der zu hohen Gestehungskosten im Vergleich zu anderen Konzepten nicht konkurrenzfähig.

Photovoltaikanlage

Eine Photovoltaik (PV)-Anlage ist eine Anlage, mit deren Hilfe auf direktem Weg Sonnenstrahlung in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Diese elektrische Energie steht anschließend zur Verfügung und kann in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden, wofür vom Netzbetreiber eine Einspeisevergütung gezahlt wird. Sie kann aber auch direkt vor Ort „selbst verbraucht“ oder mithilfe von Speichern für einen späteren Eigenverbrauch zwischengespeichert werden.

Die in Reihe geschalteten PV-Module bestehen aus Solarzellen, die mit einer transparenten Kunststoffschicht und Sicherheitsglas vor Umwelteinflüssen geschützt werden. Die Solarzellen werden auf einen Rahmen aus Aluminium aufgebracht.

Als mögliche Aufstellfläche für eine PV-Anlage kann eine Überdachung der E-Mobilstation genutzt werden. Bei einer geschätzten Dachfläche von 70 m² können ca. 13.000 kWh Strom erzeugt werden. Der Bedarf der E-Mobilstation ist wesentlich höher. Es ist also interessant, weitere Aufstellflächen zu betrachten, z. B. das Dach des nahegelegenen Imbisses. Eine PV-Anlage auf diesem Gebäude könnte ca. 30.000 kWh Strom erzeugen. Auf Grund der Verschiebung von Stromerzeugung und Ladezeiten kann der Bedarf der Station trotzdem nicht komplett aus einer solchen PV-Anlage gedeckt werden. Um den Deckungsanteil der PV-Anlage zu erhöhen, kann ein Batteriespeicher eingesetzt werden. Dieser kann die tagsüber erzeugte Strommenge zwischenspeichern, sodass die Autos auch in der Nacht mit PV-Strom geladen werden können. Der zusätzlich benötigte Strom wird aus dem Netz bezogen und überschüssiger PV-Strom in das Netz eingespeist.

Die Hauptproblematik einer Versorgung durch eine PV-Anlage ist die zeitliche Verschiebung von Erzeugung zu Bedarf. Der Deckungsanteil der PV-Anlage ist stark abhängig vom Ladeverhalten der NutzerInnen. Mit Hilfe eines Speichers kann der Deckungsanteil erhöht werden. Da Speicher aber sehr hohe Investitionskosten aufweisen, ist ihr Einsatz aus wirtschaftlicher Sicht nicht unbedingt sinnvoll. Insgesamt bietet eine PV-Anlage aber trotzdem eine sinnvolle Möglichkeit, die E-Mobilstation teilweise mit regenerativer Energie zu versorgen.

Kleinstwindkraftanlage

Kleinstwindkraftanlagen gibt es in verschiedenen Bauformen. Neben der bekannten horizontalen Bauform gibt es auch vertikale Windkraftanlagen. Bei vertikalen Windkraftanlagen wird zwischen Widerstandsläufern und Auftriebsläufern unterschieden. Bei Widerstandsläufern steht der Rotor ganz im Wind und wird vom Wind „weggedrückt“. Die Geschwindigkeit des Rotors ist damit auf die Windgeschwindigkeit begrenzt. Bei Auftriebsläufern stehen die Rotorblätter nicht vollständig im Wind. Wie

bei Tragflügeln streicht der Wind über die Blätter und erzeugt einen Auftrieb. Die Geschwindigkeit des Rotors ist nicht auf die Windgeschwindigkeit begrenzt. Es handelt sich hierbei um einen Schnellläufer. Horizontale Windkraftanlagen zählen ebenfalls zu den Auftriebsläufern. Vertikale Windkraftanlagen benötigen für den Betrieb geringere Windgeschwindigkeiten und sind darum für den Betrieb in der Stadt besser geeignet als horizontale Anlagen. Die Schallemission ist ebenfalls geringer als bei vielen Horizontalanlagen. Zusätzlich sind diese Anlagen wegen der geringeren Bauhöhe einfacher zu warten. Die vertikalen Anlagen weisen aber einen niedrigeren Wirkungsgrad auf. Außerdem ist die Anforderung an die Trägerkonstruktion aufgrund des Gewichts der Anlagen und der Schwingung der Flügel höher.

Aufgrund der Windverhältnisse am Standort der E-Mobilstation kommen horizontale Windkraftanlagen nicht in Frage. Auch aus Akzeptanzgründen sind vertikale Anlagen auf Grund des Designs und der geringeren Schallemission zu bevorzugen. Aber auch für vertikale Windanlagen ist die durchschnittliche Windgeschwindigkeit am Standort sehr gering. In Verbindung mit dem niedrigen Wirkungsgrad und dem erhöhten Aufwand für die Tragkonstruktion sind die Stromgestehungskosten einer Windkraftanlage als Energiequelle für die E-Mobilstation im Vergleich zu anderen Energieerzeugungskonzepten zu hoch.

7.2 Energiebedarfsanalyse

Nachdem zuvor untersucht wurde, welche Möglichkeiten zur regenerativen Energieversorgung am Standort der E-Mobilstation zur Verfügung stehen und dargelegt wurde, warum hierfür insbesondere PV-Anlagen interessant sind, soll diese Technologie im Folgenden etwas näher betrachtet werden. Da zudem aufgezeigt wurde, dass Batteriespeicher eine sehr interessante Möglichkeit darstellen, den Nutzen von PV-Anlagen weiter zu steigern, sollen auch diese in die Betrachtung einbezogen werden.

Zusammenfassung

Die regenerative Stromversorgung der E-Mobilstation ist möglich. Der Deckungsanteil der regenerativen Energiequellen ist auf Grund des Ladeprofiles der Station aber gering. Windkraftanlagen kommen im Stadtgebiet von Oldenburg nicht in Frage, da die Windgeschwindigkeit zu gering und der Ertrag bezogen auf die Investitionskosten damit zu niedrig ist. Ein Blockheizkraftwerk, das in Kooperation in einem nahegelegenen Gebäude betrieben wird, kann ein sinnvolles Konzept darstellen, wenn Wärme- und Strombedarf zueinander passen. Die weiten Strecken zu in Frage kommenden Gebäuden machen eine wirtschaftliche Versorgung der Station aber unwahrscheinlich. Das sinnvollste Versorgungskonzept der E-Mobilstation stellt der Einsatz einer PV-Anlage dar. Mögliche Aufstellflächen sind das Dach der Station und Dachflächen von nahegelegenen Gebäuden, wobei ab einer gewissen Entfernung die Stromgestehungskosten wegen des teureren Tiefbaus zu hoch werden. Den Deckungsanteil der PV-Anlage kann man mit Batteriespeichern erhöhen. Deren Einsatz ist aber aus wirtschaftlicher Sicht nicht immer sinnvoll. Hier gilt es eine Grundsatzentscheidung bezüglich der Prioritäten zwischen Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit zu fällen.

Bevor jedoch im weiteren Verlauf beide Technologien kurz vorgestellt und mögliche Szenarien aufgestellt und untersucht werden, werden zu Beginn die getroffenen Annahmen hinsichtlich des Strombedarfs der E-Mobilstation aufgezeigt.

Erzeugung von Lastprofilen

Um den Energiebedarf der E-Mobilstation abschätzen zu können, wurden Lastprofile für die verschiedenen geplanten Mobilitätsformen getrennt simuliert. Dabei wurden jeweils 100 Wochenlastprofile erstellt. Im Folgenden wird beschrieben, wie jeweils vorgegangen wurde.

Carsharing

Auf Basis von Angaben des Projektpartners cambio Oldenburg wurde zunächst ein stochastisches Modell des Nutzungsverhaltens einer typischen, gut frequentierten Ausleihstation erstellt. Die Angaben basierten auf vier Ausleihstationen in Bremen, an denen jeweils sowohl Elektrofahrzeuge als auch herkömmliche Verbrenner geliehen werden können. Sie umfassten dabei jeweils:

- die durchschnittliche Ausleihdauer,
- die durchschnittliche Anzahl von Ausleihvorgängen,
- durchschnittliche gefahrene Kilometer sowie
- qualitative Angaben zu Ausleihzeitpunkten.

Mit Hilfe des hieraus erstellten stochastischen Modells wurden dann Ausleihvorgänge für 100 Wochen simuliert. Diese Datensätze bestehen jeweils aus Ausleih- und Rückgabezeitpunkten und gefahrenen Kilometern (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Exemplarische Ausleih- und Rückgabezeitpunkte, sowie gefahrene Kilometer. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

Ausleihzeitpunkt	Rückgabezeitpunkt	Gefahrene Kilometer
Freitag, 7:41	Freitag, 10:34	36
Freitag, 11:16	Freitag, 16:01	24
Freitag, 16:10	Freitag, 20:13	41
Samstag, 6:36	Samstag, 11:01	40
Samstag, 12:14	Samstag, 15:39	6
Sonntag, 8:49	Sonntag, 12:24	35

Aus den technischen Daten des Renault ZOE Z.E. 40 (Renault, 2016) wurde dann, anhand eines vereinfachten Lademodells, die bezogene elektrische Leistung berechnet (siehe Abbildung 11).

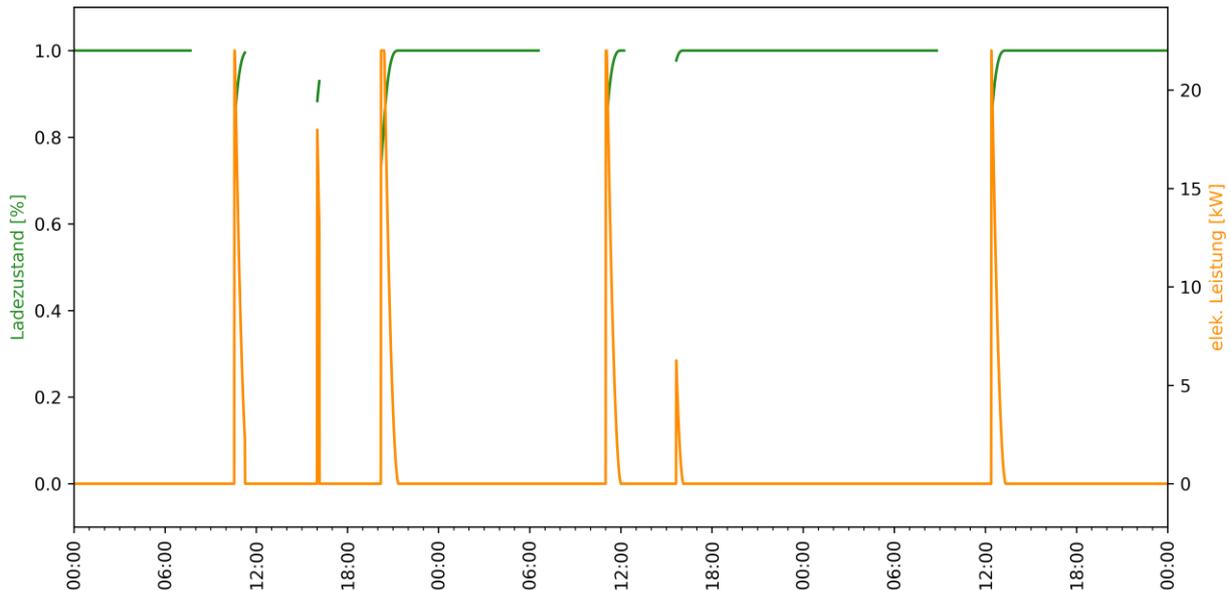


Abbildung 10: Ladezustand (grün) und Ladeleistung (orange) für Fahrzeug aus Tabelle 6. Quelle: DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme (2019).

Öffentliche Ladeplätze

Anhand von Nutzungsdaten der Parkscheinautomaten auf dem Pferdemarkt wurde, ähnlich dem

Ansatz für das Carsharing Angebot, ebenfalls ein stochastisches Modell für Ladeanfragen erstellt. Stichproben aus diesem Modell umfassen dabei

Technische Realisierung einer E-Mobilstation

Ankunftszeiten, Standzeiten und Ladezustand von Fahrzeugen. Auch in diesem Fall wurde die Nutzung für 100 Wochen simuliert.

Anhand des Lademodells, welches bereits im Fall der Carsharing-Fahrzeuge genutzt wurde, wurde

im Anschluss die bezogene elektrische Leistung einer Ladesäule mit zwei Ladepunkten berechnet (siehe Abbildung 12).

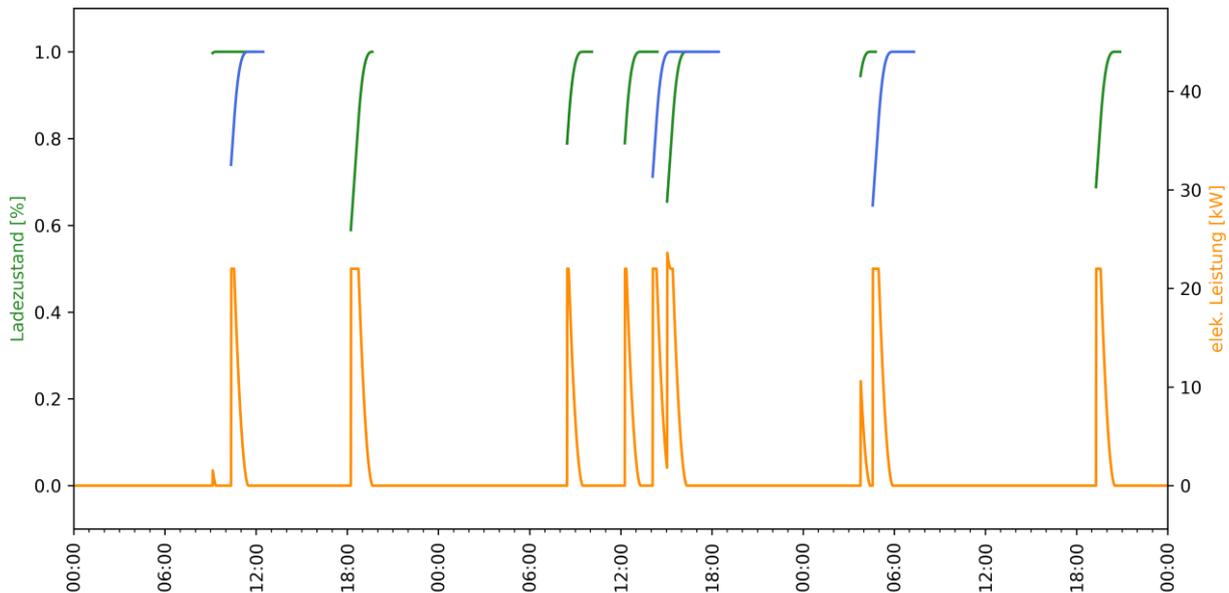


Abbildung 11: Ladeleistung (orange) einer Ladesäule mit zwei Ladepunkten und Ladezustand (grün und blau). Quelle: DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme (2019).

Pedelecs

Um die Leistungsaufnahme der Ladeplätze für Pedelecs abzuschätzen, wurde ebenfalls auf ein stochastisches Modell für die Nutzung zurückgegriffen. Dieses basiert auf qualitativen Einschätzungen zur erwarteten Nutzung. Hierbei wurden dienstlich genutzte Pedelecs (Nutzung an Arbeitstagen zu regulären Arbeitszeiten) und öffentlich

ausleihbare Pedelecs (Nutzung bis in die Abendstunden und am Wochenende) unterschieden. Die Leistungsaufnahme der Ladeplätze für Pedelecs wurde darauf aufbauend für die Nutzung eines Standardladegeräts (z. B. Bosch Standard Charger, 4A; (Bosch eBike Systems 2019)) mit einer netzseitigen Spitzenlast von 200 W simuliert.

8. Technische Infrastrukturplanung

8.1 Dimensionierung der PV-Energieversorgung und des Speichersystems

Bevor im weiteren Verlauf dieses Kapitels verschiedene Möglichkeiten für die Dimensionierung der PV-Anlage und des Speichersystems aufgezeigt werden, werden im Folgenden die dafür benötigten Parameter und Annahmen zusammengefasst.

Bei der E-Mobilstation sind geplant:

- zwei Ladepunkte für Carsharing-Fahrzeuge mit einer Leistung von jeweils 22 kW,
- zwei Ladepunkte für privat genutzte Elektrofahrzeuge mit einer Leistung von jeweils 22 kW,
- fünf Ladepunkte für privat genutzte Elektrofahrräder mit einer Leistung von je 0,2 kW sowie
- fünf Ladepunkte für dienstlich genutzte Elektrofahrräder mit einer Leistung von je 0,2 kW

Mithilfe der vom Projektpartner DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme e.V. bereitgestellten Ladeprofile für jede der Ladestellen (siehe Kapitel 7), ergibt sich somit ein minütlich aufgelöstes Gesamtlastprofil für die Station, welches zu einem jährlichen Strombedarf von knapp 29.000 kWh führt.

8.1.1 Photovoltaik-Anlagen

In Deutschland sind die Rahmenbedingungen für PV-Anlagen hauptsächlich im Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2017) geregelt. Dieses verpflichtet StromnetzbetreiberInnen u.a., PV-Anlagen anzuschließen, den Strom abzunehmen und ihn mit festgesetzten Vergütungssätzen zu vergüten. Allerdings sind diese Vergütungen mittlerweile vor allem im Vergleich zum Strompreis so niedrig, dass ein Eigenverbrauch des selbst erzeugten Stromes in der Regel wirtschaftlich deutlich sinnvoller ist. Zudem wird das Stromnetz bei Eigenverbrauch weniger belastet. Auch aus ökologischer Sicht kann es sinnvoll sein, PV-Anlagen zu betreiben, da somit weniger Energie aus konventionellen Kraftwerken, welche hauptsächlich auf fossilen Energieträgern basieren, eingespart werden kann.

Gerade auch in Bezug auf die geplante E-Mobilstation, in der Elektrofahrzeuge im Fokus stehen, ist der Einsatz von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus regenerativen Energiequellen sehr interessant. Denn würden die Elektrofahrzeuge mit konventionell erzeugtem Strom betrieben, würden dafür wie auch bei Verbrennerfahrzeugen fossile Energieträger eingesetzt und große Mengen an CO₂ emittiert – das Ziel der Energiewende würde verfehlt. Wird der Strom hingegen bspw. mithilfe einer PV-Anlage selbst erzeugt, leistet die E-Mobilstation einen Beitrag zu mehr Klimaschutz und fördert die klimafreundliche Mobilität.

Aber auch wirtschaftlich kann eine PV-Anlage sehr sinnvoll sein. Unter Berücksichtigung aller Kosten, die während der Lebenszeit einer solchen Anlage entstehen, liegen die Kosten pro erzeugter Kilowattstunde (die so genannten Stromgestehungskosten) für heute errichtete, kleine PV-Dachanlagen im Bereich von etwa 7 bis 11 Cent (Kost et.al., 2018). Der Strompreis liegt jedoch im Bereich 30 Cent (Kost et.al., 2018), sodass jede selbst verbrauchte Kilowattstunde eine deutliche Einsparung mit sich bringt.

Zwei wichtige Kennzahlen im Zusammenhang mit PV-Anlagen sind die Eigenverbrauchsquote und die Autarkiequote. Die Eigenverbrauchsquote gibt an, wie viel der mithilfe der PV-Anlage selbst erzeugten Energie tatsächlich selbst verbraucht und nicht in das Stromnetz eingespeist wurde. Die Autarkiequote hingegen zeigt, wie viel der insgesamt benötigten Energie selbst erzeugt wurde – sie ist somit ein Maß für die energetische Unabhängigkeit vom öffentlichen Stromnetz.

In der Regel werden die Module auf einem existierenden Dach aufgebaut. Eine Alternative dazu ist, die Module direkt als Dachhaut zu nutzen (sog. Indach-Systeme). Dafür werden zwar spezielle Module benötigt, die i. d. R. etwas teurer als herkömmliche Module sind, allerdings kann in diesem

Fall auf eine zusätzliche Dachstruktur verzichtet und gleichzeitig ein optischer Akzent gesetzt werden.

Kosten

Die Errichtung einer PV-Anlage mit einer Nennleistung zwischen 10 kWp und 100 kWp⁷ kostete Ende 2017 etwa 1.140 € pro kWp (inkl. MwSt.) (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2018). Hierbei handelt es sich um einen Systempreis, der sämtliche Kosten für bspw. Wechselrichter und Installation einschließt. Die über die letzten 27 Jahre gemittelte jährliche Preissenkung liegt bei 8 % (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2018). Somit ergäbe sich für Anfang 2020 ein Preis von etwa 965 €/kWp.

Des Weiteren sind jährliche Betriebskosten in Höhe von etwa 1 % der Investitionskosten zu berücksichtigen (Fraunhofer-Institut für Solare Energiespeichersysteme ISE 2018).

Einspeisevergütung

Netzbetreiber sind nach § 8 EEG 2017 verpflichtet, PV-Anlagen anzuschließen und müssen den eingespeisten Strom nach § 19 EEG 2017 vergüten. Die Höhe dieser Einspeisevergütung wird nach § 25 EEG 2017 zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme festgelegt und für das Jahr der Inbetriebnahme sowie für 20 weitere Jahre gezahlt.

Zu beachten ist, dass die Höhe dieser Vergütung u.a. von der Art der PV-Anlage und von der Größe der Anlage abhängt. So wird Strom aus „Anlagen auf Wohngebäuden, Lärmschutzwänden und Gebäuden nach § 48 Absatz 3 EEG 2017“ nach § 49 EEG 2017 etwas höher vergütet als Strom aus sonstigen Anlagen⁸. Auch werden kleinere Anlagen bei der gezahlten Einspeisevergütung leicht bevorzugt.

Zudem ist zu beachten, dass die Höhe der Einspeisevergütung auch vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme abhängt. In den letzten zwei Jahren sank die Einspeisevergütung für Anlagen auf Wohngebäuden mit einer Größe von maximal 10 kWp von 12,30 Cent/kWh (Inbetriebnahme im Januar 2017) auf 11,47 Cent/kWh (Inbetriebnahme im Januar 2019) (Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen 2019). Allerdings wird im Rahmen dieser Studie davon ausgegangen, dass es sich bei der für die E-Mobilstation zu installierenden PV-Anlage um eine „sonstige Anlage bis 100 kWp“ handelt, sodass die Einspeisevergütung bei einer Inbetriebnahme bspw. im April 2019 bei 7,58 Cent/kWh liegen würde (Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen 2019).

Sonstige Anforderungen

Da die Einspeisung das Stromnetz belastet, wird in § 9 EEG 2017 gefordert, dass Maßnahmen zu treffen sind, sodass die Planung und Steuerung des Netzes für die NetzbetreiberInnen etwas vereinfacht wird. Je nach Größe der Anlage stehen hierbei unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung.

So müssen Betreiber von PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von maximal 100 kWp durch geeignete technische Einrichtungen sicherstellen, dass der Netzbetreiber die Einspeiseleistung der Anlage bei Netzüberlastung überwachen und ferngesteuert reduzieren. Ist die Anlage maximal 30 kWp groß besteht alternativ die Möglichkeit, die maximale Einspeiseleistung auf 70 % der installierten Leistung zu reduzieren.

Vor allem die Installation geeigneter technischer Einrichtungen zur Fernsteuerung der Anlage führt unter Umständen zu nicht vernachlässigbaren Zusatzkosten von bis zu ca. 1.500 €, die allerdings ab-

⁷ Watt peak bzw. Kilowatt peak sind im Bereich der Photovoltaik verbreitete, jedoch nicht normgerechte Bezeichnungen

für die elektrische (Spitzen)leistung von Solarzellen. Als Faustregel gilt, dass eine PV-Anlage mit einer Nennleistung von 1 kWp in Deutschland etwa 1.000 kWh erzeugt.

⁸ Bspw. Freiflächen, sonstige Gebäudearten.

hängig von den Netzbetreibern stark schwanken. Eine Beschränkung der Einspeiseleistung hingegen ist mit deutlich geringeren Zusatzkosten verbunden. Allerdings ist hier zu beachten, dass unter Umständen weniger Energie eingespeist und damit vergütet wird, als es mit einer Fernsteuerbarkeit möglich wäre.

Technische Daten

Der Wirkungsgrad moderner PV-Module liegt aktuell im Bereich von etwa 17 bis 20 %. Ein Modul mit einer typischen Größe von 1,63 m² (b x h: 1,64 x 0,992 m) leistet somit unter Standardtestbedingungen⁹ etwa 275 bis 325 W.

Der Wirkungsgrad moderner Wechselrichter liegt bei etwa 98 %.

Ein weiterer oft erwähnter Parameter ist die sogenannte Performance Ratio, welche Verluste für variable Einstrahlungsbedingungen, erhöhte Betriebstemperatur sowie Wirkungsgradverluste des Wechselrichters zusammenfasst (Fraunhofer-Institut für Solare Energiespeichersysteme ISE 2018). Allerdings werden diese Einflüsse im Rahmen der am Fraunhofer IFAM entwickelten Simulation berücksichtigt und simuliert, sodass die Performance Ratio keine weitere Berücksichtigung findet. Die Durchschnittliche Degradation¹⁰ moderner Module beträgt bei den in Deutschland vorherrschenden Witterungsbedingungen etwa 0,1 %/Jahr (Fraunhofer-Institut für Solare Energiespeichersysteme ISE 2018) und ist somit vernachlässigbar.

Ausrichtung und Neigung

Hinsichtlich der Ausrichtung und Neigung der PV-Module gibt es abermals eine Vielzahl an unterschiedlichen Möglichkeiten. Oftmals werden die Module nach Süden und mit einer Neigung von 35° ausgerichtet, da diese Kombination im Allgemeinen den größtmöglichen Energieertrag pro Modul

verspricht. Eine andere häufig gewählte Variante ist, die Hälfte der Module nach Osten und die andere Hälfte nach Westen auszurichten, wobei die Module mit 10° Neigung deutlich flacher als bei der Südausrichtung aufgestellt werden. Diese Kombination führt dazu, dass der Energieertrag in den Morgen- und Abendstunden etwas höher als bei der reinen Südausrichtung ist. Allerdings ist die Leistung in der Mittagszeit häufig niedriger, was zu einer geringeren jährlichen Gesamterzeugung führt. Dennoch kann diese Kombination sinnvoll sein, falls das Dach bspw. keine andere Ausrichtung zulässt oder falls ein größerer Teil des Energieverbrauchs in den Morgen- und Abendstunden stattfindet.

Gleichzeitig führt eine Modulneigung von mindestens 10° dazu, dass der Regen in der Regel ausreicht, um die Module zu reinigen. Wären die Module hingegen flacher montiert, müssten sie regelmäßig gereinigt werden.

Grundsätzlich ist bei der Planung der Anlage zu berücksichtigen, dass sich geneigte Module gegenseitig verschatten könnten, was die Leistung der Anlage stark beeinträchtigen würde. Dies kann umgangen werden, indem der Abstand zwischen den Modulreihen erhöht wird. Ein Branchenstandard ist, die Abstände zwischen den Reihen so zu wählen, dass sich die Module bei einer Sonnenhöhe von 15° nicht gegenseitig verschatten.

Wetterdaten

Die Leistung einer PV-Anlage hängt erheblich von den am Standort vorherrschenden Wetterbedingungen ab. Hauptsächlich sei hier die solare Strahlung zu nennen – aber auch die Lufttemperatur hat einen gewissen Einfluss auf die Leistung der Module. Hohe Temperaturen erwärmen die Module, was deren Leistung reduziert, wohingegen niedrige Umgebungstemperaturen die Leistung sogar etwas über die Nennleistung erhöhen können.

⁹ Einstrahlung von 1000 W/m² senkrecht zum Modul in einem definierten Spektrum, 25 °C Modultemperatur.

¹⁰ Reduzierung der Leistung eines Moduls aufgrund von Alterung (durch Umwelteinflüsse, ...).

Im Rahmen der durchgeführten Simulationsrechnungen wurden Wetterdaten aus Oldenburg aus dem Jahr 2014 genutzt (Kalisch et.al., 2015). Von 525.600 Zeitpunkten¹¹ fehlen in diesem Datensatz Daten von 28 Zeitpunkten, welche linear interpoliert wurden.

Da in den Messdaten lediglich die Strahlungsdaten auf eine horizontale Ebene enthalten sind, im Rahmen der Simulation aber PV-Anlagen mit verschiedenen Himmelsausrichtungen und Neigungen betrachtet werden sollen, wurden die horizontalen Strahlungsdaten anschließend mithilfe eines hierfür entwickelten Algorithmus auf die gewünschte Fläche umgewandelt (Quaschnig 2013).

In Tabelle 9 findet sich eine Übersicht über die Jahresstrahlungswerte auf ausgewählte, verschieden ausgerichtete Flächen. Es ist ersichtlich, dass eine nach Süden ausgerichtete Fläche erwartungsgemäß die höchsten Jahreserträge aufweist. Allerdings ist zu bemerken, dass abhängig von dem Bedarfsprofil auch andere Ausrichtungen und Neigungswinkel sinnvoll sein könnten. Laden beispielsweise viele Fahrzeuge in den Abendstunden, so könnte eine Ausrichtung nach Westen sinnvoll sein, da diese im Allgemeinen in den Abendstunden etwas mehr Energie produziert als eine nach Osten oder Süden ausgerichtete Anlage.

Tabelle 9: Übersicht über die Strahlungswerte in Oldenburg auf ausgewählte Flächen im Jahr 2014, Ausrichtung im Uhrzeigersinn: 0° = Nord, 90° = Ost, 180° = Süd, 270° = West Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

Ausrichtung	Neigung	Gesamtstrahlung [kWh/(m ² *a)]
0°	0°	1064,23
0°	10°	1150,78
15°	10°	1146,54
15°	35°	1241,31
105°	10°	1030,37
285°	10°	1087,27

8.1.2 Stationäre Batteriespeicher

Ein Batteriespeicher *kann* dazu eingesetzt werden, die Eigenverbrauchsquote der PV-Anlage zu erhöhen. Er kann aber auch bspw. dabei helfen, die aus dem Stromnetz bezogene oder die in das Stromnetz eingespeiste maximale Leistung zu reduzieren (engl. Peakshaving).

Zu beachten ist hierbei, dass das Energiemanagement in diesen beiden Fällen unterschiedlich agiert. Sollen die Eigenverbrauchs- und die Autarkiequote erhöht werden, wird überschüssige Energie aus der PV-Anlage priorisiert zwischengespeichert und nur dann in das Netz eingespeist, wenn der Pufferspeicher ausgelastet ist. Gleiches gilt für den Netzbezug: Das Netz wird hier nur belastet, sofern der Stromspeicher die benötigte Energie nicht (vollständig) bereitstellen kann.

Soll hingegen die maximale Bezugs- oder Einspeiseleistung reduziert werden, wird der Batteriespeicher hauptsächlich ent- bzw. geladen, wenn eine Netzüberlastung droht.

Für die Wahl der Speichertechnologie gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten. Im Allgemeinen wurden als Pufferspeicher in den vergangenen Jahren bevorzugt Blei-Säure- und Lithium-Ionen-Batterien eingesetzt (Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen 2018). Da allerdings der Trend immer mehr zu den Lithium-Ionen-Zellen geht und im Jahr 2017 fast alle neu installierten Systeme mit dieser Zelltechnologie ausgestattet waren (Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen 2018), werden im Rahmen dieses Konzeptes auch nur diese betrachtet.

Kosten

Die (normierten) Kosten des Speichersystems (inkl. MwSt.) sind von der nutzbaren Kapazität abhängig. Im Jahr 2017 kostete ein Speicher mit einer Kapazität unter 6 kWh durchschnittlich über

¹¹ Anzahl der Minuten eines Jahres (kein Schaltjahr).

1.700 €/kWh. Speicher mit einer Kapazität zwischen 6 und 12 kWh kosteten hingegen durchschnittlich 1.300 €/kWh und Systeme zwischen 12 und 50 kWh sogar nur 1.000 €/kWh (Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen 2018). In den letzten fünf Jahren sank dabei der Preis jährlich um etwa 13 % (Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen 2018).

Technische Daten

Die energetische Effizienz von Speichersystemen liegt i. Allg. zwischen 75 und 95 %, der Mittelwert von 19 untersuchten Systemen lag bei 91 % (Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen 2018).

Bezüglich der maximalen Lade- und Entladeleistung der Speicher gibt es große Unterschiede zwischen verschiedenen Herstellern. Moderne Lithium-Speicher, die als Puffer für Energie aus PV-Anlagen genutzt werden, sind herstellerseitig oftmals auf eine C-Rate¹² von 1 limitiert. Es gibt aber auch Hersteller, die ihre Speicher für höhere C-Raten freigeben. Diese Limitierung ist u. a. damit zu begründen, dass die Zellen bei jedem Lade- und Entladevorgang geschädigt werden, wodurch die Kapazität des Speichers im Laufe der Zeit abnimmt. Diese Schädigung fällt in der Regel umso stärker aus, je größer die C-Rate ist.

Die Anzahl an Zyklen¹³ hat hierbei einen bedeutenden Einfluss auf die Lebensdauer¹⁴ der Speicher. Allerdings schwanken die Herstellerangaben hier stark. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass moderne Lithium-Ionen-Speicher eine Lebensdauer von mindestens 5.000 Zyklen (bei 1 C) haben.

Zusätzlich ist die kalendarische Alterung zu berücksichtigen. Diese hängt hauptsächlich mit chemischen Verfallsprozessen zusammen, die sich mit

steigendem Alter beschleunigen. Als Richtwert gilt, dass ein Speicher pro Jahr etwa 0,5 bis 1 % seiner Anfangskapazität verliert.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass bei einem Speicher im Allgemeinen nicht die gesamte Batteriekapazität genutzt werden kann. Oftmals wird hierbei einerseits von der Nennkapazität bzw. der Gesamtkapazität und andererseits von der nutzbaren Kapazität gesprochen. Im Rahmen dieser Studie beziehen sich Kapazitätsangaben immer auf die *nutzbare* Kapazität.

8.1.3 Zielsetzungen

Um Entscheidungen über die „beste“ Dimensionierung der PV-Anlage und des Pufferspeichers treffen zu können ist es wichtig, die Ziele zu definieren, die mit diesen Anlagen erreicht werden sollen.

Liegt das Hauptaugenmerk auf der möglichst ökonomischen Betriebsführung, könnte die Anschaffung und der Betrieb einer PV-Anlage wirtschaftlich sein – insbesondere, wenn der erzeugte Strom zu einem hohen Teil selbst verbraucht werden kann. Denn bei modernen PV-Anlagen liegen die Stromgestehungskosten im Bereich von etwa 7-11 ct/kWh, wohingegen die Strombezugskosten etwa 30 ct/kWh betragen (s.o.).

Ein Batteriespeicher, mit dessen Hilfe überschüssiger Strom aus der PV-Anlage zwischengespeichert wird, ist hingegen heutzutage noch recht teuer, so dass er unter Umständen nicht amortisiert werden kann. Aber auch die Länge des Betrachtungszeitraumes, Annahmen über die zukünftigen Entwicklungen von Strompreis und das geplante Betreibermodell haben neben einer Vielzahl weiterer Aspekte Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage.

¹² Die C-Rate gibt den Kehrwert der Zeit an, in der ein Akku einer bestimmten Kapazität mit dem maximalen Entladestrom entladen werden kann. 2 C bedeutet somit, dass ein Akku in einer halben Stunde vollständig entladen werden kann.

¹³ Ein Zyklus entspricht einer vollständigen Ladung und Entladung des Speichers.

¹⁴ Ein Speicher gilt als defekt, wenn seine aktuelle Kapazität geringer als 80 % der Nennkapazität ist.

Ein weiteres mögliches Ziel, welches mit einem Batteriespeicher erreicht werden kann, ist die Reduzierung der Netzbelastung. Laden gleichzeitig die beiden Car-Sharing-Fahrzeuge sowie die beiden privaten Elektrofahrzeuge mit maximaler Leistung (je 22 kW), so ergeben sich hier mögliche Leistungsspitzen (engl. Peaks) von bis zu 88 kW. Da es bei dem Vertrag mit den Energieversorgungsunternehmen üblich ist, nicht nur für die bezogene Energie, sondern auch für die Bereitstellung einer Leistung zu zahlen, ist diese Leistungsspitze relevant. Wird also für den Betrieb der Station ein Netzanschluss von 88 kW benötigt, so ist dies unter Umständen teurer als ein Netzanschluss mit einer maximalen Leistung von lediglich 40 kW.

An dieser Stelle kann insbesondere ein Batteriespeicher dabei helfen, das Stromnetz in Zeiten mit hohem Energiebedarf zu unterstützen und so die Peakbelastung zu reduzieren. Somit würde das Hauptaugenmerk nicht auf möglichst hohen Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten liegen, sondern der Speicher würde – zumindest teilweise – nur entladen, wenn der Leistungsbedarf sehr hoch ist und eine Netzüberlastung vermieden werden soll. Ist hingegen eine möglichst ökologische Betriebsführung im Fokus, kann das Ziel sein, so viel Energie wie möglich regenerativ zu erzeugen und die Eigenverbrauchs- sowie die Autarkiequote mithilfe des Batteriespeichers zusätzlich zu erhöhen – auch wenn dies aus wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll sein muss.

Aufgrund der Vielzahl verschiedener möglicher Zielsetzungen und Annahmen werden im Rahmen dieser Studie mehrere Szenarien untersucht und hinsichtlich der zu erwartenden Eigenverbrauchs- sowie Autarkiequoten verglichen. Zu bemerken ist, dass hierbei ein Energiemanagementsystem genutzt wird, welches auf möglichst hohe Eigenverbrauchs- sowie Autarkiequoten ausgelegt ist und kein Peakshaving zum Ziel hat.

8.1.4 Szenarienwahl

Eine eindeutige Aussage, welche PV-Anlage und welcher Speicher für diese E-Mobilstation „optimal“ ist, soll bewusst nicht getroffen werden. Dies liegt unter anderem an der Vielzahl an verschiedenen möglichen Zielsetzungen, welche mit den Komponenten verfolgt werden könnten. Stattdessen sollen die im Folgenden untersuchten Szenarien helfen, ein Gefühl für die Dimensionierung der Komponenten zu bekommen.

Photovoltaik-Anlage

Falls sich die Stadt Oldenburg für ein Konzept entscheidet, bei dem die E-Mobilstation überdacht ist, könnte dieses Dach zur Installation einer PV-Anlage genutzt werden. Hierfür würden sich beispielsweise die in Kapitel 8.1.1 erwähnten Indach-Module besonders eignen, wodurch sowohl auf eine separate Dachhaut verzichtet als auch ein optischer Akzent gesetzt wird. Eine zu bevorzugende Dach- bzw. Modulneigung könnte 10° sein, da die Module hierbei automatisch durch den Regen gereinigt werden würden. Bei vier PKW-Stellflächen (je etwa $3,5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$) ergibt sich eine Dachfläche von 70 m^2 . Hierauf könnte mit modernen PV-Modulen ($1.640 \times 992 \text{ mm}$, 18 % Wirkungsgrad) eine Anlage mit einer Nennleistung von etwa 12 kWp errichtet werden.¹⁵

Eine andere Möglichkeit wäre die Nutzung einer benachbarten Fläche. Am präferierten Standort „Pferdemarkt“ stünde hierzu beispielsweise das Flachdach des benachbarten Gebäudes (Pferdemarkt 1, 26121 Oldenburg), welches sich im Besitz der Stadt Oldenburg befindet, zur Verfügung.

Da auf dessen Dachfläche von etwa 170 m^2 (etwa $25 \times 6,8 \text{ m}$, siehe Abbildung 12) sehr viele verschiedenen ausgerichtete PV-Anlagen installiert werden könnten, wurden drei Aufstellkonzepte untersucht:

¹⁵ Da die Module alle in einer Ebene montiert sind, kommt es trotz der Modulneigung zu keiner gegenseitigen Verschattung.

- eine Anlage mit Südausrichtung und 10° Neigungswinkel,
- eine Anlage mit Südausrichtung und 35° Neigungswinkel sowie
- eine Anlage mit Ost- und Westausrichtung und 10° Neigungswinkel.



Abbildung 12: Übersicht über den "Pferdemarkt" in Oldenburg bzw. des Gebäudes „Pferdemarkt 1“. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

Als fünfte und letzte Möglichkeit wird eine Kombination der PV-Anlage im Dach der E-Mobilstation und der nach Osten und Westen ausgerichteten PV-Anlage auf dem Gebäudedach betrachtet.

Zu bemerken ist, dass die Gebäudelängsachse nicht exakt von Nord nach Süd ausgerichtet, sondern um 15° gedreht ist. Da eine an den Außenwänden der Gebäude ausgerichtete Modulaufstellung zu der bestmöglichen Flächennutzung führt, werden hier-

für die Ausrichtungen der hier untersuchten Anlagen 105° für „Ost“, 195° für „Süd“ sowie 285° für „West“ gewählt.

Berücksichtigt wurde, dass zwischen den Modulen ein ausreichend großer Abstand eingehalten wird, sodass sich die Module ab einer Sonnenhöhe von 15° nicht gegenseitig verschatten. Dieser Abstand, der bei steigendem Neigungswinkel vergrößert werden muss, ist auch dafür verantwortlich, dass die Nennleistungen der Anlagen trotz gleichbleibender Dachfläche unterschiedlich sind.

Eine Übersicht über die untersuchten Anlagen mit- samt ihrer jeweiligen Jahresenergieproduktion fin- det sich in Tabelle 10.

Tabelle 10: Übersicht über die betrachteten PV-Anlagen mit Modulen der Größe 1662 x 992 mm und 285 W (ca. 18 % Wir- kungsgrad), C: auf dem Dach der E-Mobilstation, G: auf dem Dach des Gebäudes "Am Pferdemarkt 1", Ausrichtung im Uhr- zeigersinn: 0° = Nord, 90° = Ost, 180° = Süd, 270° = West. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

Ort	Ausrich- tung, Nei- gung	Modulan- zahl	Nennlei- stung [kWp]	Jahreser- trag [kWh]
G	195°, 35°	32	9	10960
G	195°, 10°	60	17	19135
G	105°, 10°	84 (2 x 42)	24 (2 x 12)	24860
	285°, 10°			
C	180°, 10°	42	12	13445
C+G	105°, 10°	126	36	38304
	285°, 10°			
	180°, 10°			

Stationärer Batteriespeicher

Da das Ziel dieser Arbeit nicht die optimale Dimen- sionierung des Batteriespeichers, sondern viel- mehr das Darlegen verschiedener Handlungsoptio- nen ist, werden die o. g. PV-Anlagen jeweils mit Speichern mit Kapazitäten zwischen 0 kWh (kein Speicher) und 150 kWh kombiniert und die Ergeb- nisse im Folgenden diskutiert.

Bezüglich der Lade- und Entladeleistung wird da- von ausgegangen, dass die Speicher eine C-Rate von 1 haben. Allerdings wird auch der Einfluss die- ses Parameters kurz untersucht.

Bei der Planung der E-Mobilstation muss der für den Speicher benötigte Platz berücksichtigt wer- den. Ein handelsüblicher Stromspeicher mit einer nutzbaren Kapazität¹⁶ von 10 kWh benötigt hier etwa 1 m³. Zudem sollte der Speicher möglichst ge- schützt und bestenfalls in einem Raum mit mög- lichst konstanter Temperatur aufgestellt sein.

8.1.5 Ergebnisse

Für jedes der in Kapitel 8.1.4 vorgestellten Szena- rien wurden die minütlich aufgelösten Energie- flüsse für ein Jahr ermittelt und anschließend aus- gewertet. Dafür wurde eine am Fraunhofer IFAM selbstentwickelte Simulation genutzt und die o. g. Annahmen und Vereinfachungen implementiert. Im Folgenden wird aufgezeigt, welche Eigenver- brauchs- und Autarkiequoten erreicht werden kön- nen. Anschließend werden der Einfluss der C-Rate sowie die zu erwartenden Zyklenzahlen der Batte- riespeicher kurz analysiert.

Betont werden muss an dieser Stelle, dass sich sämtliche Aussagen über zu erwartende Zusam- menhänge und Empfehlungen lediglich auf den Ein- satz im Rahmen der E-Mobilstation beziehen und eine Allgemeingültigkeit ausdrücklich nicht gege- ben ist.

Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten

12 kWp PV-Anlage im Dach der E-Mobilstation

In Abbildung 14 zeigt sich, dass bei der ersten un- tersuchten PV-Anlage ohne Batteriespeicher eine Eigenverbrauchsquote von etwa 32 % und eine Au- tarkiequote von 15 % erreicht werden kann. Diese lässt sich mithilfe eines 7,5 kWh-Speichers etwa verdoppeln. Ab einer Kapazität von etwa 35 kWh liegt die Eigenverbrauchsquote bei etwa 93 % und die Autarkiequote bei etwa 41 %, was sich auch mit größeren Speichern kaum mehr steigern lässt. Selbst ein Speicher mit 150 kWh Speicherkapazität würde lediglich eine Autarkiequote von knapp 43 % ermöglichen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der jährlich produzierten Energiemenge von 13.444 kWh und dem Energiebedarf von 28.964 kWh pro Jahr die theoretisch maximal mögliche Au- tarkiequote bei 46,4 % liegt.

¹⁶ Sofern nicht anders angegeben beziehen sich Angaben zur Kapazität immer auf die nutzbare Kapazität.

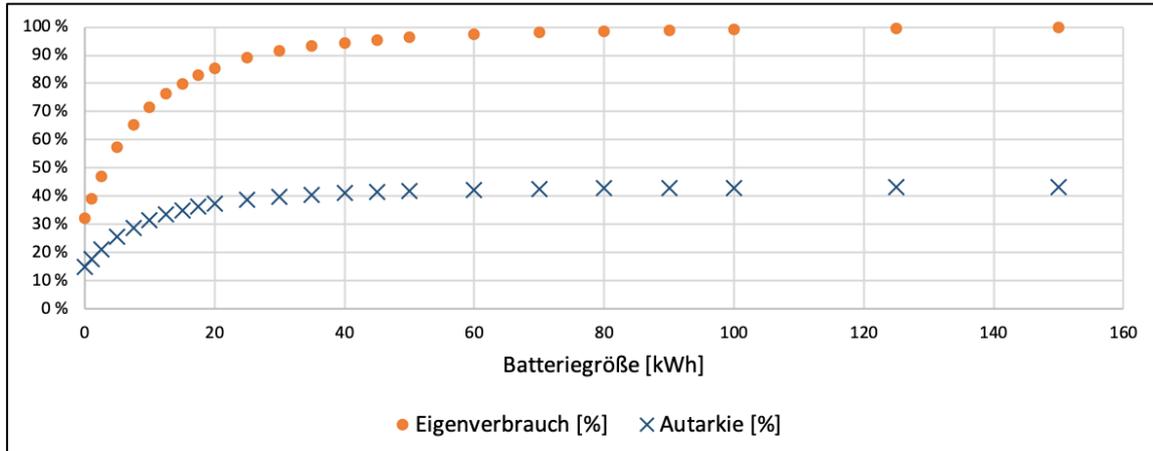


Abbildung 13: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 12 kWp, Südausrichtung (0°) und 10° Neigung auf dem Dach der E-Mobilstation in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

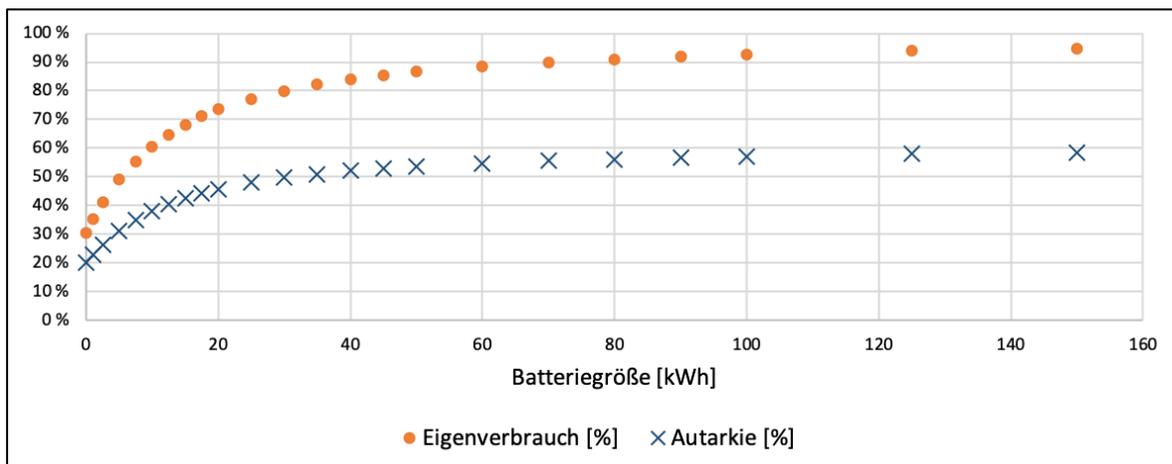


Abbildung 14: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 17 kWp, Südausrichtung (15°) und 10° Neigung auf dem Dach des benachbarten Gebäudes „Pferdemarkt 1“ in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

Technische Infrastrukturplanung

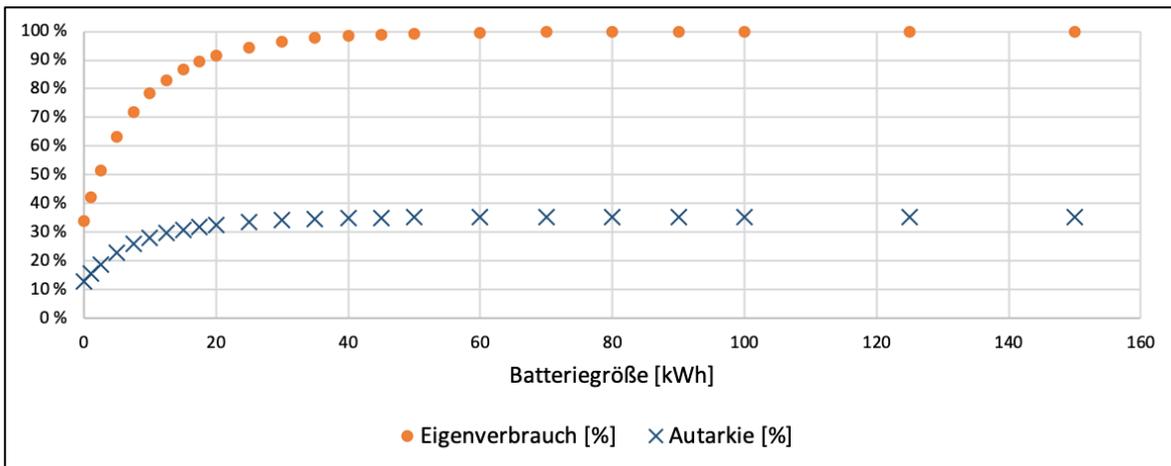


Abbildung 15: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 9 kWp, Südausrichtung (15°) und 35° Neigung auf dem Dach des benachbarten Gebäudes „Pferdemarkt 1“ in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

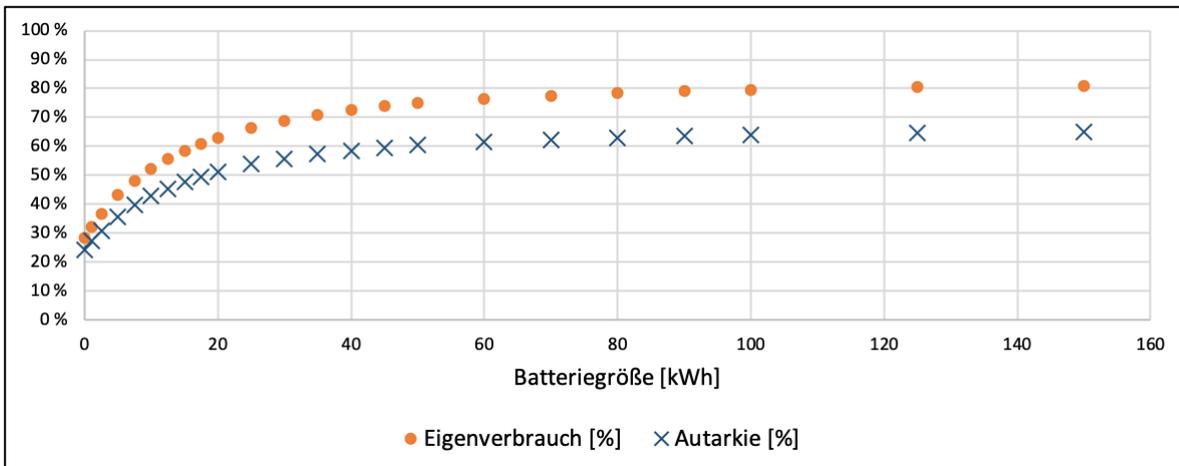


Abbildung 16: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 24 kWp (je 12 kWp Ostausrichtung (105°) und 12 kWp Westausrichtung (285°)) mit 10° Neigung auf dem Dach des Gebäudes „Pferdemarkt 1“ in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019)

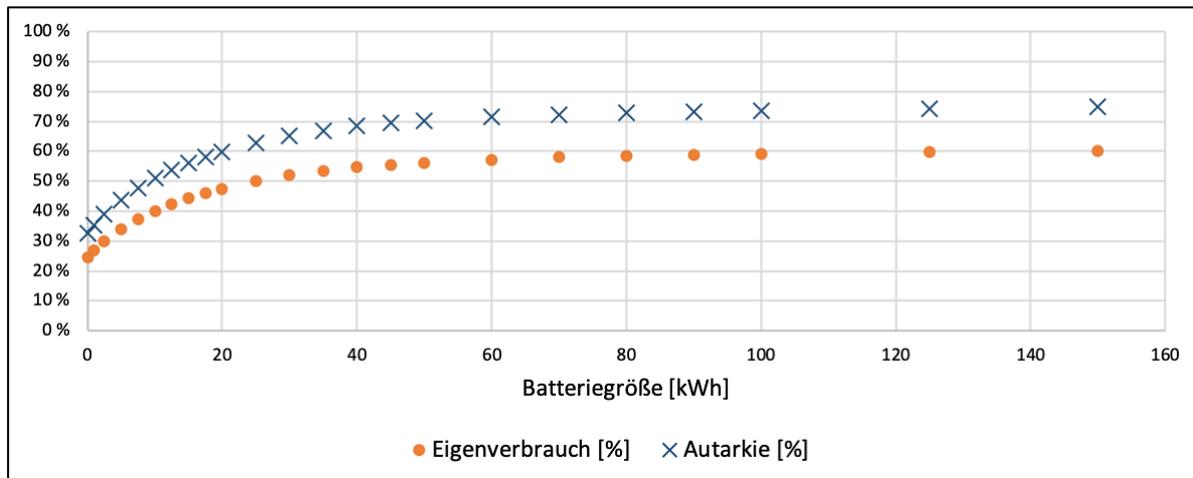


Abbildung 17: Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei einer PV-Anlage mit 36 kWp (je 12 kWp Ostausrichtung (105°) und 12 kWp Westausrichtung (285°)) mit 10° Neigung auf dem Dach des Gebäudes „Pferdemarkt 1“ sowie der PV-Anlage mit 12 kWp, Südausrichtung (0°) und 10° Neigung auf dem Dach der E-Mobilstation in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

17 kWp PV-Anlage auf dem Dach des Gebäudes (Südausrichtung, 10° Neigungswinkel)

Bei der Wahl dieser PV-Anlage ergibt sich ohne Batteriespeicher eine Eigenverbrauchsquote von 30 % sowie eine Autarkiequote von 20 % (siehe Abbildung 15). Weiterhin zeigt sich, dass bis zu einer Speicherkapazität von etwa 15 kWh die Steigerung der Eigenverbrauchs- und Autarkiequote pro 1 kWh Speicherkapazität recht hoch ist, danach flacht die Kurve deutlich ab.

9 kWp PV-Anlage auf dem Dach des Gebäudes (Südausrichtung, 35° Neigungswinkel)

Würden die Module statt mit 10° Neigung um 35° geneigt, würden zwar deutlich weniger Module auf das Dach passen (9 kWp statt 17 kWp), allerdings wäre die Jahresenergieproduktion pro 1 kWp Nennleistung am höchsten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 16 dargestellt.

Ohne Speicher ergibt sich hier eine Eigenverbrauchsquote von 34 %, die sich mit einem 10 kWh-Speicher auf 78 % steigern lässt. Die Autarkiequote hingegen ist ohne Speicher mit knapp 13 % sehr gering und lässt sich auch mit beliebig großen Speicherkapazitäten nicht über 35,4 % erhöhen.

24 kWp PV-Anlage auf dem Dach des Gebäudes (Ost/West-Ausrichtung, 10° Neigungswinkel)

Mit dieser Anlage können ohne Speicher bereits Autarkiequoten von 24 % erreicht werden. Erwartungsgemäß ist gleichzeitig die Eigenverbrauchsquote mit 28 % verhältnismäßig niedrig (siehe Abbildung 17). Bei einer Speicherkapazität von 10 kWh liegen die Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten bei 52 bzw. 43 %, wobei beide Werte bei einer Verdopplung der Kapazität nochmals um jeweils etwa 10 % gesteigert werden können.

Ab einer Kapazität von etwa 40 kWh führt eine Vergrößerung der Kapazität nur noch zu geringen Verbesserungen. Allerdings zeigt sich auch, dass selbst ein sehr groß dimensionierter Stromspeicher mit einer Kapazität von 150 kWh lediglich zu einer Eigenverbrauchsquote von 81 % führt.

12 kWp PV-Anlage im Dach der E-Mobilstation sowie 24 kWp PV-Anlage auf dem Dach des Gebäudes

Werden die zuerst und die zuletzt betrachtete PV-Anlage kombiniert, ergibt sich eine Gesamtanlage mit einer Kapazität von 36 kWp. Die zugehörigen

Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten sind in Abbildung 18 dargestellt. Ohne Batteriespeicher würde hier eine Eigenverbrauchsquote von knapp 25 % erreicht werden. Die Autarkiequote liegt bereits bei etwa 33 %. Beide Werte ließen sich mit einer Speicherkapazität von 35 kWh in etwa verdoppeln.

Verglichen mit den vorher betrachteten Anlagen ist hier die Autarkiequote erwartungsgemäß am höchsten, der Eigenverbrauch ohne Batteriespeicher jedoch am niedrigsten. Berücksichtigt werden muss hier weiterhin, dass beide PV-Anlagen ggf. als eine gezählt werden, sodass es aufgrund ihrer Größe von über 30 kWp nicht mehr ausreichend ist, die maximale Einspeiseleistung auf 70 % zu reduzieren. In dem Fall müssten technische Fernsteuermöglichkeiten für die/ den NetzbetreiberIn bereitgestellt werden (siehe oben). Dies ist jedoch ggf. abhängig vom geplanten Betreiberkonzept und vielen weiteren unbekanntem Faktoren, sodass diese Frage zu diesem Zeitpunkt der Planung nicht zu beantworten ist.

Speicher mit 3 C Lade- und Entladeleistung

Weiterhin wurde der Einfluss der C-Rate untersucht. Hierzu wurde die Berechnung für die 12 kWp PV-Anlage im Dach der E-Mobilstation mit Südausrichtung und 10° Neigung für Speicher mit einer C-Rate von 1 und mit einer C-Rate von 3 durchgeführt (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Vergleich der Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten zwischen Speichern mit unterschiedlichen C-Raten für die 12 kWp-PV-Anlage mit Südausrichtung und 35° Neigung (eigene Berechnung). Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

Kapazität [kWh]	Eigenverbrauch [%]		Autarkie [%]	
	1 C	3 C	1 C	3 C
1	32,26	32,26	14,97	14,97
2,5	39,09	40,76	17,84	18,53
5	47,17	50,08	21,22	22,44
7,5	57,54	61,01	25,57	27,02
10	65,30	68,16	28,82	30,01
12,5	71,41	73,37	31,37	32,20
15	76,23	77,48	33,40	33,92
17,5	79,95	80,66	34,95	35,25
20	82,90	83,36	36,19	36,38

Es stellte sich heraus, dass diese Erhöhung der C-Rate lediglich bei Speichern mit einer Kapazität von bis zu etwa 12,5 kWh einen geringen positiven Einfluss hat. In diesem Bereich lassen sich sowohl die Eigenverbrauchs- als auch die Autarkiequoten um bis zu 3 % erhöhen.

Bei größerer Speicherkapazität führt die Erhöhung der C-Rate hingegen zu keinem nennenswerten Vorteil. Dies ist u. a. damit zu begründen, dass die Lade- und Entladeleistung bei größeren Speichern mit einer C-Rate von 1 bereits so groß ist, sodass genügend Leistung aufgenommen und bereitgestellt werden kann. Da zudem berücksichtigt werden muss, dass eine Erhöhung der C-Rate im Allgemeinen mit einer schnelleren Alterung des Speichers verbunden ist, ist die Sinnhaftigkeit dieser Maßnahme zu hinterfragen.

Zyklenzahl

Weiterhin wurde betrachtet, welche Zyklenzahlen die Batteriespeicher in den einzelnen Szenarien pro Jahr aufweisen. Die Ergebnisse für das Szenario mit der 12 kWp-PV-Anlage auf dem Dach der E-Mobilstation sind in Abbildung 18 dargestellt. Bei den anderen Szenarien waren die Ergebnisse in ähnlichen Größenordnungen.

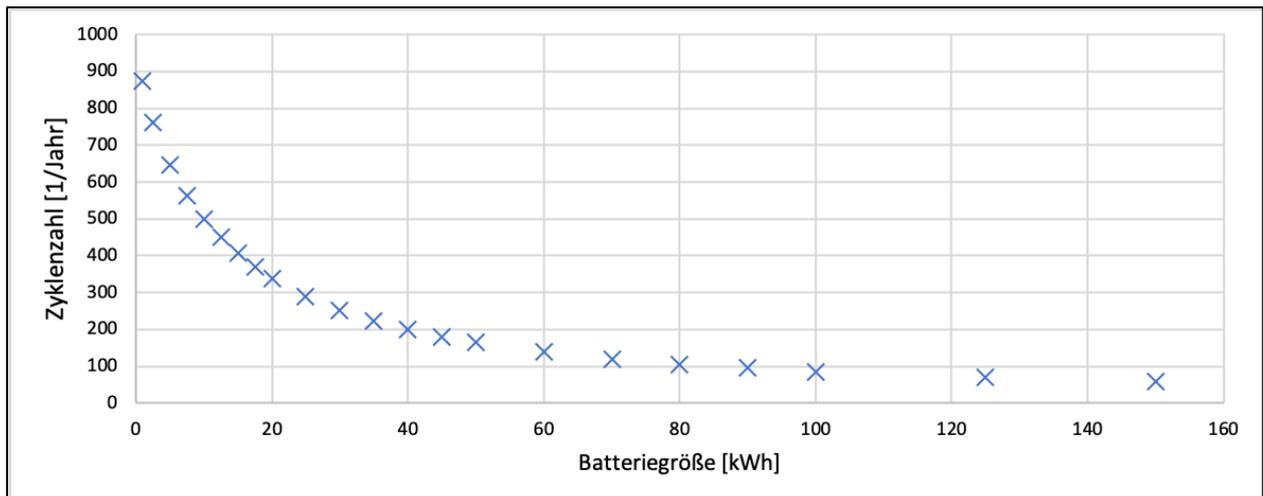


Abbildung 18: Zykluszahlen bei einer PV-Anlage mit 12 kWp, Südausrichtung (0°) und 10° Neigung auf dem Dach der E-Mobilstation in Kombination mit verschiedenen Batteriespeichern. Quelle: Fraunhofer IFAM (2019).

Es wird deutlich, dass die jährliche Zykluszahl mit steigender Kapazität erwartungsgemäß abnimmt.

Bei dieser PV-Anlage schafft ein Speicher mit einer Kapazität von 1 kWh etwa 920 Zyklen pro Jahr. Diese Zahl halbiert sich bereits bei einem Speicher mit einer Kapazität von 12,5 und sinkt mit steigender Kapazität weiter ab. Wäre der Batteriespeicher 50 kWh groß, würden pro Jahr lediglich etwa 170 Zyklen erreicht.

Somit würde ein Speicher mit einer Kapazität von 1 kWh bereits nach etwa 5,4 Jahren die maximale Anzahl von 5.000 Zyklen aufweisen. Bei einer Kapazität von 10 kWh würde diese hingegen erst nach 9,6 Jahren und bei einer Kapazität von 50 kWh sogar erst nach knapp 29,1 Jahren erreicht.

Zusätzlich ist jedoch, wie oben erwähnt, die kalendarische Alterung von durchschnittlich etwa 0,5 bis 1 % pro Jahr zu berücksichtigen, sodass die tatsächliche Lebensdauer etwas kürzer sein wird. Dieser Faktor ist jedoch sehr schwer vorhersagbar, sodass zu hinterfragen ist, in wie weit es sinnvoll ist, eine Lebensdauer von zehn oder mehr Jahren als ein sehr relevantes Kriterium bei der Speicherwahl zu berücksichtigen.

8.1.6 Zwischenfazit

In diesem Abschnitt der Studie wurden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt, wie eine PV-Anlage in das Konzept der E-Mobilstation integriert werden könnte und welche Eigenverbrauchs- und Autarkiequoten sich in den einzelnen Szenarien erreichen lassen.

Wird die Autarkiequote als Hauptargument betrachtet, empfiehlt es sich, für die PV-Anlage die gesamte zur Verfügung stehende Fläche zu nutzen. Da die Modulreihen bei steigendem Neigungswinkel mit immer größeren Abständen aufgebaut werden müssen, bieten sich hierfür zudem der Neigungswinkel von 10° an. Dieser führt zwar im Vergleich zu 35° zu leicht geringeren Erträgen pro 1 kWp Nennleistung, allerdings passen aufgrund der kleineren Abstände der Modulreihen deutlich mehr Module auf eine Fläche, sodass die Gesamterträge steigen.

Ergänzend wurde untersucht und dargestellt, welchen Einfluss ein Batteriespeicher in Kombination mit den PV-Anlagen hat. Sollte sich im weiteren Verlauf der Planungen für eine PV-Anlage mit 12 kWp Nennleistung entschieden werden, könnte ein Batteriespeicher mit 10 kWh Kapazität eine

sinnvolle Ergänzung darstellen. Bei dieser Größe befindet sich nach Meinung der AutorInnen dieser Studie ein gutes Gleichgewicht zwischen Kosten und Nutzen. Bei einer niedrigeren Batteriekapazität wäre ggf. mit verhältnismäßig geringen Investitionen eine Erhöhung der Autarkie möglich – ein Speicher über 10 kWh würde jedoch nur noch geringe Verbesserungen der Autarkiequote mit sich bringen.

Der gleichen Argumentation folgend kann bei PV-Anlagen mit 24 kWp sowie 36 kWp Nennleistung ein Batteriespeicher mit einer Kapazität von 20 kWh als sehr sinnvoll betrachtet werden.

Betont werden muss an dieser Stelle jedoch, dass im Rahmen dieser Studie die Wirtschaftlichkeit der

Gesamtanlage nicht betrachtet werden sollte und dementsprechend auch nicht analysiert wurde. Dies ist jedoch bei den weiteren Planungen zu dieser E-Mobilstation unerlässlich. Fragen nach der maximalen Netzbelastung, die sich bei unterschiedlichen PV-Anlagen und Stromspeichern ergibt, die Belastung des Stromnetzes sowie die Berücksichtigung der zukünftigen Strompreisentwicklung sind nur eine kleine Auswahl an Einflüssen und Parametern, die die Wirtschaftlichkeit in hohem Maße beeinflussen. Auch bedarf es in den folgenden Planungsschritten einer genaueren Betrachtung des Themas der Ökologie.

8.2 Anforderungen an die öffentliche Ladeinfrastruktur

Eine der wesentlichen Voraussetzungen für das Erreichen der energie- und klimaschutz-politischen Ziele der Bundesrepublik Deutschland ist die Umstellung der Energiebasis des Verkehrs auf Strom aus erneuerbaren Energien in Verbindung mit innovativen Antriebstechnologien. Die Elektromobilität ist hierfür eine Grundvoraussetzung und somit für die Zielerreichung bei der Energiewende ein maßgeblicher erfolgskritischer Faktor.

Elektromobile leisten einen wichtigen Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen und damit zur Begrenzung der Folgen des Klimawandels sowie zur Reduzierung lokaler Schadstoff- und Lärmemissionen. Daneben hat die Stärkung der Elektromobilität auch einen volkswirtschaftlichen Nutzen, denn sie führt zu einer zunehmenden Unabhängigkeit von dem Import fossiler Brennstoffe und stärkt somit die Energiesicherheit Europas.

Grundlage für eine geeignete Nutzung von Elektrofahrzeugen ist der Aufbau und Betrieb von Ladesäulen.

Eine Wechselstromladesäule (AC-Ladesäule) kann batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen einen diskriminierungsfreien Ladevorgang im öffentlichen Raum ermöglichen.

8.2.1 Technische Anforderung an die Wechselstromladestation

Die Ladesäule muss über zwei konduktive AC-Ladebuchsen mit jeweils bis zu 22 kW Ausgangsleistung verfügen. Neben den Anwendungsregeln VDE-ARN 4101 „Anforderungen an Zählerplätze in elektrischen Anlagen im Niederspannungsnetz“ und VDE-ARN 4102 „Anschlusschränke im Freien am Niederspannungsnetz der allgemeinen Versorgung“, sind die technischen Anschlussbedingungen des Versorgungsunternehmens einzuhalten. Die Ladestation muss als selbsttragende Konstruktion ohne Traggerüst ausgebildet sein. Die Konstruktion muss die Austauschbarkeit von Gehäuse-Komponenten ermöglichen. Vorzuhalten ist eine Revisionsmöglichkeit, die es einer/m ausgebildeten TechnikerIn erlaubt, nach Herstellerangaben Arbeiten an den Komponenten des Ladepunktes durchzuführen. Das Gehäuse ist für die Freiluftnutzung auszulegen, d.h. der Schutzgrad muss mindestens IP44 erfüllen. Der Mindestschutzgrad gegen Schlagbeanspruchung ist IK08. Dies gilt auch für eingebaute Display-Scheiben bzw. Sichtfenster.

Die Ladesäule ist ausschließlich für die Ladebetriebsart 3 mit digitaler Kommunikation auszulegen. Es gelten die Anschlussbedingungen IEC 61851-1 der Installation.

Abweichend davon ist ausschließlich neben den in der Norm benannt anerkannten Fehlerschutzmaßnahmen immer ein Fehlerschutz auszuführen, der den Anforderungen eines Schutzschalters Typ B entspricht. D.h. allsensitiv gegen Fehlerströme mit $I_{\Delta N} > 30 \text{ mA}$ und fähig DC-Fehlerströme $> 6 \text{ mA}$ zu detektieren.

Alternativ zu einem Schutzschalter Typ B, kann ein RCD (Residual Direct Current Monitoring Device) eingesetzt werden, dass ausschließlich für die Detektion und Auslösung eines DC-Fehlerstroms $> 6 \text{ mA}$ ausgelegt ist. Dieses muss allerdings zwingend in Kombination mit einem Fehlerstrom-Schutzschalter Typ A ausgeführt werden.

Jede Ladesteckbuchse ist mit einem Leitungsschutzschalter gemäß DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11) mit 32 A und einem Fehlerstrom-Schutzschalter abzusichern. Für Stromkreisverteiler gelten DIN VDE 0603-1, DIN EN 60439-3 (VDE 0660-504) und DIN 43871.

Bei der Aufteilung von Stromkreisen ist die Zuordnung von Anschlussstellen für Verbrauchsgeräte zu einem Stromkreis so vorzunehmen, dass durch das automatische Abschalten der diesem Stromkreis zugeordneten Schutzeinrichtung (z. B. Leitungsschutzschalter, Fehlerstrom-Schutzschalter) im Fehlerfall oder bei notwendiger manueller Abschaltung nur ein Teil der Kundenanlage abgeschaltet wird. Hiermit wird die größtmögliche Verfügbarkeit der elektrischen Anlage für AnschlussnutzerInnen erreicht.

Die Schutzeinrichtungen der Ladesteckbuchsen sind durch das Betriebsüberwachungssystem zu überwachen und per Steuerbefehl gemäß Vorgaben auszuführen.

Die externe Steuerung der Ladestation findet über ein Betriebsüberwachungssystem statt. Die Spezifikationen des OCPP 1.5 Protokolls stellen die Min-

destanforderungen an die Kommunikation der Ladestation mit einem Betriebsüberwachungssystem dar.

8.2.2 Bau

Der Bau umfasst die Installation, Inbetriebnahme und Konfiguration der AC-Ladesäule.

a) Installation

Die Installation umfasst das Setzen des Fundaments, das Aufstellen der Ladesäule und die Anschlusslegung zum Versorgungsnetz.

b) Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme muss nach DIN VDE 0100-600 erfolgen.

c) Konfiguration

Die Anbindung an ein Backend-System zur Ermöglichung eines Fernzugriffs für diverse Anwendungen muss durch den Betreiber erfolgen.

8.2.3 Bedienkonzept für die NutzerInnen

In diesem Kapitel werden die Autorisierungsmöglichkeiten zur Aktivierung eines Ladevorganges dargestellt. Dabei wird in nachstehend aufgeführte Anwendungsfälle unterschieden. Die beschriebenen Anwendungsfälle sind technisch durch den Herstellenden umzusetzen.

a) Laden über RFID-Karte

Zur Identifikation ist die RFID-Technologie „MIFARE DESFire EVL1 13,56 MHz“ einzusetzen. Das einzubauenende RFID-DESFire Kartenlesegerät muss über eine entsprechende Datenschnittstelle und Anbindung zur Steuereinheit verfügen. Diese überträgt die ausgelesene ID über eine definierte Kommunikationsschnittstelle an ein durch die/ den AuftraggeberIn benanntes Betriebsüberwachungssystem. Die Ladestation muss die Möglichkeit bieten die Autorisierung im Offline-Modus automatisch auszusetzen, sodass eine Freigabe der Ladevorgänge ohne Prüfung erfolgt.

Über die RFID-Karte wird sogleich die Anbindung an sogenannte Roaming-Plattformen sichergestellt.

b) Laden über QR-Code (Ad-hoc Laden)

Den NutzerInnen muss es möglich sein, über eine webbasierte Anwendung für mobile Endgeräte den Ladevorgang gegen Bezahlung zu starten, indem der an der Ladesäule angebrachten QR-Code gescannt (App oder Kamera) wird. Die Ladestation ist über eine zu definierende Schnittstelle mit einer Gegenstelle verbunden und muss diese Art der Autorisierung erkennen. Dabei müssen als Zahlmodalitäten mindestens Kreditkarte und PayPal möglich sein. Der Ladevorgang zur Buchung muss dabei im Betriebsüberwachungssystem erfasst werden.

c) Laden per App

Den NutzerInnen muss gestattet sein die ihnen zugewiesenen RFID Kartennummern in einer App zu registrieren und darüber den Ladevorgang zu starten.

Zusätzlich muss die App als Statusanzeige für die Verfügbarkeit von Ladesäulen und Navigation dienen. Der Ladevorgang muss dabei im Betriebsüberwachungssystem erfasst werden.

8.2.4 **Wartung und Instandhaltung**

Der Betreibende ist für die Einhaltung und die Ausführung der Maßnahmen verantwortlich. Es sind die geltenden Normen und Vorschriften einzuhalten, insbesondere VDE 0100-600 „Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 6: Prüfungen“ der VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“ und der DGUV Vorschrift 3. Der/ dem AuftraggeberIn werden auf Wunsch Dokumentationen zu den Maßnahmen vom Betreibenden bereitgestellt.

8.2.5 **Entstörung**

Alle Stufen der Entstörung sind durch den Betreibenden aufzubauen und deren Durchführung ist zu gewährleisten. Während der Entstörung stellt der

Betreibende sicher, dass die betroffenen NutzerInnen der Ladeinfrastruktur, sofern notwendig, über die Maßnahmen in dem für ihn betreffenden Umfang bestmöglich informiert ist

a) First Level Support

Den NutzerInnen der Ladeinfrastruktur ist eine Hotline (24/7) zur direkten Kontaktaufnahme zur Verfügung zu stellen, die es ihnen erlaubt, Probleme im Ablauf des Ladevorgangs zu melden.

Über das Betriebsüberwachungssystem muss es dem First Level Support möglich sein, Fehler per Remotezugriff beheben zu können (bspw. Neustart der Ladesäule).

b) Second Level Support

Im Fall einer Störung, die nicht durch den First Level Support behoben werden kann, müssen Vor-Ort Maßnahmen ausgelöst werden. Hierzu muss ein Bereitschaftsdienst zur Verfügung gestellt werden, welcher Maßnahmen zur Behebung durchführt.

c) Third Level Support

Ist auch im Second Level Support keine Behebung möglich, wird durch den verantwortlichen Betreibenden der Third Level Support beauftragt. Dieser erfolgt durch spezialisierte DienstleisterInnen oder die/ den HerstellerIn der Ladeinfrastruktur. Die/ Der AuftraggeberIn ist durch die/ den BetreiberIn über Umfang und Zeithorizont der Behebung zu informieren.

8.2.6 **Kaufmännische Betriebsführung**

Für die kaufmännische Betriebsführung gibt es zwei Varianten, die sich in der EigentümerInstruktur unterscheiden.

a) Contracting-Modell

Die/ der Betreibende bleibt EigentümerIn der Ladeinfrastruktur und sichert über die Vertragslaufzeit eine durchgängige Betriebsführung zu.

Der Betreibende trägt ein umfassendes EigentümerInnen-Risiko und hält die Ladeinfrastruktur auf

dem aktuell gültigen Stand der Technik und geltender Normen.

Für die Installation, Inbetriebnahme und Betrieb der Ladeinfrastruktur ist der Betreibende federführend verantwortlich und gewährleistet einen Service aus einer Hand. Bei der Standortauswahl ist der Betreibende unterstützend tätig.

Die/ Der AuftraggeberIn hat die Möglichkeit, werblich in Form eines Logos auf der jeweiligen Ladeinfrastruktur zu erscheinen.

Contracting für AC-Ladesäulen wird mit und ohne Netzanschluss angeboten. Das Contracting einer Ladesäule mit Netzanschluss und einer Laufzeit von fünf Jahren wird für 339,00 € (netto) pro Monat angeboten. Das Contracting einer Ladesäule ohne Netzanschluss und einer Laufzeit von fünf Jahren wird für 299,00 € (netto) pro Monat angeboten.

b) Kauf und Betriebsführung

Die/ Der AuftraggeberIn erwirbt die Hardware direkt vom Herstellungsunternehmen. Je nach Art und Modell liegt der Kaufpreis einer AC-Ladesäule mit 2x22 kW bei etwa 9.000,00 € (brutto). Separat werden die Installation und Betriebsführung mit einer Laufzeit von fünf Jahren beauftragt. Die Kosten hierfür betragen etwa 189,00 €/ Monat (netto) mit

Netzanschluss oder etwa 149,00 €/ Monat (netto) ohne Netzanschluss.

Für die Installation, Inbetriebnahme und Betriebsführung der Ladeinfrastruktur ist der Betreibende federführend verantwortlich und gewährleistet einen Service aus einer Hand. Bei der Standortauswahl ist die/ der AuftraggeberIn unterstützend tätig.

Die/ Der AuftraggeberIn hat die Möglichkeit, werblich in Form eines Logos auf der jeweiligen Ladeinfrastruktur zu erscheinen.

8.2.7 Dimensionierung und Kostenermittlung für eine AC-Ladesäule

Die Dimensionierung der Anschlussleistung einer AC-Ladesäule mit 2x22 kW Steckplätzen liegt bei 44 kW. Ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 1:1 muss eingehalten werden.

Für einen beispielhaften Standort wurde ein Angebot von der lokalen Netzbetreiberin eingeholt. Bei dem Standort handelt es sich um den Pferdemarkt in Oldenburg. Das Netzangebot inkl. Kosten befindet sich im Anhang d.

8.3 Modelle zur Errichtung und den Betrieb von Ladesäulen und Wallboxen

Ein erkennbarer Trend der Mobilität ist die Shared Economy. Der Besitz eines Autos verliert an Wert – das Mobilitätsbedürfnis wird zunehmend durch Sharing-Lösungen bedient. Wallboxen ermöglichen batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen einen Ladevorgang im geschlossenen NutzerInnenkreis. Sie können als Ergänzung zum stationären Sharing von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen dienen.

8.3.1 Technische Anforderungen an die Wallboxen

Die Wallboxen verfügen über jeweils einen Typ-2 Ladesteckplatz gemäß EN 62196 zum Laden von

batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen. Die Ladestationen müssen über eine intelligente Steuerungseinheit verfügen. Neben der Anwendungsregel VDE-AR-N 4102 „Anschlusschränke im Freien am Niederspannungsnetz der allgemeinen Versorgung“, sind die technischen Anschlussbedingungen des Versorgungsbetreibenden einzuhalten. Die Gesamtladeleistung je Wallbox soll bis zu 22 kW betragen.

Es gelten die Anforderungen nach IEC 61851-1. Demnach ist ein Fehlerschutz auszuführen, der den Anforderungen eines Schutzschalters Typ B entspricht, bedeutet, allsensitiv gegen Fehlerströme >30 mA und fähig DC-Fehlerströme >6 mA zu detektieren.

Alternativ kann ein Schutzschalter Typ A eingesetzt werden. Dieser ist aber zwingend in Kombination mit einem Bauteil RCD (Residual Direct Current Monitoring Device) zu verwenden, das ausschließlich für die Detektion eines DC-Fehlerstroms >6 mA ausgelegt ist.

Als Schutzart ist eine Mindestanforderung von IP54 zu erfüllen. Außerdem ist ein Schutz gegen mechanischen Schlag von IK08 einzuhalten. Der Betriebstemperaturbereich beträgt mindestens -15°C bis +35°C.

8.3.2 Bau

Der Bau umfasst die Installation, Inbetriebnahme und Konfiguration der Wallboxen.

a) Installation

Die Installation umfasst das Setzen des Fundaments, das Aufstellen der Wallboxen und die Anschlusslegung zum Versorgungsnetz.

b) Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme muss nach DIN VDE 0100-600 erfolgen.

c) Konfiguration

Die Anbindung an ein Backend-System zur Ermöglichung eines Fernzugriffs für diverse Anwendungen muss erfolgen.

8.3.3 Bedienkonzept für NutzerInnen

In diesem Kapitel wird die Autorisierungsmöglichkeit zur Aktivierung eines Ladevorgangs dargestellt.

Laden über RFID-Karte

Zur Identifikation ist die RFID-Technologie „MIFARE DESFire EVL1 13,56 MHz“ einzusetzen. Das einzubauende RFID-DESFire Kartenlesegerät muss über eine entsprechende Datenschnittstelle und Anbindung zur Steuereinheit verfügen. Diese überträgt

die ausgelesene ID über eine definierte Kommunikationsschnittstelle an ein durch die/den AuftraggeberIn benanntes Betriebsüberwachungssystem. Die Ladestation muss die Möglichkeit bieten die Autorisierung im Offline-Modus automatisch auszusetzen, sodass eine Freigabe der Ladevorgänge ohne Prüfung erfolgt.

8.3.4 Wartung und Instandhaltung

Der Betreibende ist für die Einhaltung und die Ausführung der Maßnahmen verantwortlich. Es sind die geltenden Normen und Vorschriften einzuhalten, insbesondere VDE 0100-600 „Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 6: Prüfungen“ der VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“ und der DGUV Vorschrift 3.

8.3.5 Entstörung

Alle Stufen der Entstörung sind durch den Betreibenden aufzubauen und deren Durchführung ist zu gewährleisten. Während der Entstörung stellt der Betreibende sicher, dass der betroffene Nutzende der Ladeinfrastruktur, sofern notwendig, über die Maßnahmen in dem für ihn betreffenden Umfang bestmöglich informiert ist.

a) First Level Support

Den NutzerInnen der Ladeinfrastruktur ist eine Hotline (24/7) zur direkten Kontaktaufnahme zur Verfügung zu stellen, die es ihm erlaubt, Probleme im Ablauf seines Ladevorgangs zu melden.

Über das Betriebsüberwachungssystem muss es dem First Level Support möglich sein, Fehler per Remotezugriff beheben zu können (bspw. Neustart der Wallbox).

b) Second Level Support

Im Fall einer Störung, die nicht durch den First Level Support behoben werden kann, müssen Vor-Ort Maßnahmen ausgelöst werden. Hierzu muss ein Bereitschaftsdienst zur Verfügung gestellt werden, welcher Maßnahmen zur Behebung durchführt.

c) Third Level Support

Ist auch im Second Level Support keine Behebung möglich, wird durch den verantwortlichen Betreibenden der Third Level Support beauftragt. Dieser erfolgt durch spezialisierte Dienstleistende oder den Hersteller der Ladeinfrastruktur. Die/ der AuftraggeberIn ist durch die/ den BetreiberIn über Umfang und Zeithorizont der Behebung zu informieren.

8.3.6 Kaufmännische Betriebsführung

Für die kaufmännische Betriebsführung gibt es zwei Varianten, die sich in der EigentümerInstruktur unterscheiden.

a) Contracting-Modell

Die/ der BetreiberIn bleibt EigentümerIn der Ladeinfrastruktur und sichert den Aufbau der Wallboxen und über die Vertragslaufzeit eine durchgängige Betriebsführung zu.

Der Betreibende trägt ein umfassendes Eigentümer-Risiko und hält die Ladeinfrastruktur auf dem aktuell gültigen Stand der Technik und geltender Normen.

Für die Installation, Inbetriebnahme und Betrieb der Ladeinfrastruktur ist der Betreibende federführend verantwortlich und gewährleistet einen Service aus einer Hand. Bei der Standortauswahl ist die/ der AuftraggeberIn unterstützend tätig.

Die/ der AuftraggeberIn hat die Möglichkeit, werblich in Form eines Logos auf der jeweiligen Ladeinfrastruktur zu erscheinen.

Das Contracting von Wallboxen wird bei bereits vorbereiteter Technik für ca. 150 € brutto angeboten.

b) Kauf und Betriebsführung

Die/ der AuftraggeberIn erwirbt die Hardware direkt vom Hersteller. Je nach Art und Hersteller liegt der Kaufpreis einer Wallbox mit 2x22 kW bei 1.500 € (brutto). Separat werden der Aufbau und die Betriebsführung mit einer Laufzeit von fünf Jahren bei einem Betreibenden beauftragt. Die Kosten hierfür betragen ca. 125 € / Monat (netto).

Für die Installation sowie Inbetriebnahme der Ladeinfrastruktur ist der Betreibende federführend verantwortlich und gewährleistet einen Service aus einer Hand. Bei der Standortauswahl ist der Betreibende unterstützend tätig.

Die/ der AuftraggeberIn hat die Möglichkeit, werblich in Form eines Logos auf der jeweiligen Ladeinfrastruktur zu erscheinen.

8.3.7 Dimensionierung und Kostenermittlung für zwei Wallboxen

Die Dimensionierung der Anschlussleistung von zwei Wallboxen mit je 22 kW liegt bei 44 kW. Ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 1:1 muss eingehalten werden.

Für einen beispielhaften Standort wurde ein Angebot vom Netzbetreibenden eingeholt. Bei dem Standort handelt es sich um den Pferdemarkt. Eine markierte Abbildung des Standortes und das Netzangebot inkl. Kosten befinden sich im Anhang.

9. Kostenermittlung für eine E-Mobilstation

Die Kostenermittlung erfolgt anhand der geschätzten Kosten für die Einzelpositionen. Dabei werden die Kosten jeweils inklusive Nebenarbeiten und Ansätzen für Unwägbarkeiten nach oben abgeschätzt. Eine detaillierte Ausschreibung auf Basis des Lastenheftes aus Anhang b oder einer vollständigen

technischen Planung kann Kosteneinsparungen ergeben. Alle Kosten sind netto angegeben, die Mehrwertsteuer ist in der letzten Zeile ausgewiesen.

Tabelle 12: Kostenschätzung Grundstück. Quelle: Planet (2019).

Kostenschätzung Grundstück - Herrichten und Erschließen					
Pos. Nr.	Bezeichnung	Details		Einzelkosten	Summen
100	Grundstück				5.000 €
130	Freimachen			5.000 €	
200	Herrichten und Erschließen				33.000 €
210	Herrichten			5.000 €	
220	Öffentliche Erschließung				
	Stromanschluss 120 kW			10.000 €	
	Stromanschluss 165 kW	Option	12.000 €		
	Stromanschluss 220 kW	Option	15.000 €		
	Regenwasser-GL Dächer			2.000 €	
	Regenwasser-GL Oberfl. entw.			1.000 €	
	Regenwasseranschluss-schacht			10.000 €	
250	Übergangsmaßnahmen			5.000 €	

Tabelle 13: Kostenschätzung Bauwerk. Quelle: Planet (2019).

Kostenschätzung Bauwerk – Baukonstruktion und technische Anlagen					
Pos. Nr.	Bezeichnung	Details		Einzelkosten	Summen
300	Bauwerk – Baukonstruktionen				90.000 €
320	Gründung			10.000 €	
360	Dächer			30.000 €	
361	Dachkonstruktionen		20.000 €		
369	Dächer, sonstiges		10.000 €		
370	Baukonstruktive Einbauten			20.000 €	
390	Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen			30.000 €	
400	Bauwerk – technische Anlagen				150.000 €
440	Starkstromanlagen			55.000 €	
	Netzanschlussschrank		5.000 €		
	Stromverteiler		10.000 €		
	Batterieschrank		40.000 €		
450	Fernmelde- und informationstechnische Anlagen		20.000 €		
470	Nutzungsspezifische Anlagen			25.000 €	
	Ladesäule und Wallboxen		20.000 €		
	Pedelec Lader		5.000 €		
480	Gebäudeautomation				
490	Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen			50.000 €	
	PV Anlage 40 kW		50.000 €		
470	Nutzungsspezifische Anlagen			25.000 €	
	Ladesäule und Wallboxen		20.000 €		
	Pedelec Lader		5.000 €		

Kostenermittlung für eine E-Mobilstation

Kostenschätzung Bauwerk – Baukonstruktion und technische Anlagen					
Pos. Nr.	Bezeichnung	Details		Einzelkosten	Summen
	Schnellladesäule 45 kW	Option	40.000 €		
	zusätzliche Ladesäule/Wallbox	Option	25.000 €		

Tabelle 14: Kostenschätzung Außenanlagen. Quelle: Planet (2019).

Kostenschätzung Außenanlagen					
Pos. Nr.	Bezeichnung	Details		Einzelkosten	Summen
500	Außenanlagen				70.000 €
510	Geländeflächen	Gullys		5.000 €	
520	Befestigte Flächen			30.000 €	
530	Baukonstruktionen in Außenanlagen			10.000 €	
540	Technische Anlagen in Außenanlagen			15.000 €	
	Beleuchtung		5.000 €		
	Kameraüberwachung		5.000 €		
	Schilder, Bügel etc.		5.000 €		
550	Einbauten in Außenanlagen	Erdarbeiten		10.000 €	
570	Pflanz- und Saatflächen	nach Bedarf		0 €	
590	Sonstige Außenanlagen	nach Bedarf		0 €	

Tabelle 15: Kostenschätzung Baunebenkosten. Quelle: Planet (2019).

Kostenschätzung Baunebenkosten					
Pos. Nr.	Bezeichnung	Details		Einzelkosten	Summen
600	Baunebenkosten				99.000 €
610	Bauherrenaufgaben				
620	Vorbereitung der Objektplanung	teilw. durch Konzept erfolgt		30.000 €	
630	Architekten- und Ingenieurleistungen			40.000 €	
640	Gutachten, Beratung und Vermessung			10.000 €	
650	Künstlerische Leistungen			10.000 €	
660	Finanzierungskosten				
670	Allgemeine Baunebenkosten			9.000 €	
690	Sonstige Baunebenkosten				

Tabelle 16: Kostenschätzung Zusammenfassung. Quelle: Planet (2019).

Kostenschätzung Zusammenfassung		
Pos. Nr.	Bezeichnung	Summen
100	Grundstück	5.000 €
200	Herrichten und Erschließen	33.000 €
300	Bauwerk – Baukonstruktionen	90.000 €
400	Bauwerk – technische Anlagen	150.000 €
500	Außenanlagen	70.000 €
600	Baunebenkosten	99.000 €
	Summe netto	447.000 €
	Mehrwertsteuer 19%	84.930 €
	Gesamtsumme	531.930 €

Alle Angaben müssen im Rahmen einer Detailplanung und aufgrund von konkreten Angeboten geprüft werden. Die Zahlen dienen zur vorläufigen Budgetierung im städtischen Haushalt.

10. Aktuelle Fördermöglichkeiten im Kontext Elektromobilität

Um die Steigerung von Elektromobilität im Straßenverkehr voranzutreiben, gibt es das Regierungsprogramm Elektromobilität, das den „Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität“ der Bundesregierung weiterführt. Vier Bundesministerien sind dabei für die unterschiedlichen Förderschwerpunkte zuständig (Bundesregierung, 2019):

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

- IKT für Elektromobilität
- fahrzeugtaugliche Batteriesysteme (marktnahe Entwicklung) und entsprechende Fertigungstechnologien
- Stromwirtschaftliche Schlüsselemente der Elektromobilität: Speicher, Netze, Integration
- Technologien für die Antriebssysteme von Elektro- und Hybridfahrzeugen
- sicherer und effizienter Fahrzeugbetrieb
- Ladeinfrastruktur (mit BMVI)
- Abrechnungssysteme
- NutzerInnenakzeptanz (mit BMVI)

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

- Sicherheit von Batterien aus Serienfertigung
- Demonstration und Erprobung innovativer Mobilitätssysteme
- Ladeinfrastruktur (mit BMWi)
- Sicherheit und Effizienz von Fahrzeugflotten
- Hybridisierung von LKW, Effizienzsteigerung Nebenaggregate
- Verkehrssicherheit
- NutzerInnenakzeptanz (mit BMWi)

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

- Zell- und Batterieentwicklung (Batteriekonzepte und -management)
- Forschung und Entwicklung zu neuartigen Materialien
- Produktionsforschung für zukünftige Batteriegenerationen
- ausfallsichere Komponenten und Systeme
- Systemforschung Elektromobilität
- IKT für Energieeffizienz im Elektrofahrzeug

- Aus- und Weiterbildung

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)

- Demonstration und Erprobung zur Ermittlung der Umwelt- und Klimafaktoren der Elektromobilität
- Kopplung der Elektromobilität an erneuerbare Energien und deren Netzintegration
- Umwelt- und Klimabezogene Konzepte
- Markteinführung mit ökologischen Standards
- Forschung und Entwicklung zu Recyclingverfahren, Öko- und Energiebilanzen der Komponenten

Für die E-Mobilstation der Stadt Oldenburg sind folgende in Tabelle 17 aufgeführte Förderaufrufe interessant. Es ist zu beachten, dass es häufig neue Förderaufrufe bzw. Antragsfristen gibt, sodass die Aufstellung lediglich eine Momentaufnahme der Programme darstellt, jedoch einen Eindruck gibt, in welchen Bereichen und bei welchen Fördergebern zu gegebener Zeit passende Förderungen möglich wären.¹⁷

¹⁷ Aktuelle Hinweise und Termine zu den einzelnen Förderbereichen sind jederzeit abrufbar unter <https://www.foerderinfo.bund.de/elektromobilitaet> (Bundesregierung, 2019).

Tabelle 17: Zusammenfassung wichtiger Förderprogramme Elektromobilität. Quelle: OLEC (2019).

Kommunalrichtlinie – Bereich Nachhaltige Mobilität		
Errichtung verkehrsmittelübergreifender Mobilitätsstationen	Antragsfristen: 01.01. – 31.03. und 01.07. – 30.09.	Zuschüsse von 30 – 40 %, Mindestzuwendung in Höhe von 10.000 € für Mobilitätsstationen
https://www.klimaschutz.de/kommunalrichtlinie		
Förderung der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge		
Beschaffung von Elektrofahrzeugen und der zugehörigen, betriebsnotwendigen Ladeinfrastruktur	<i>Derzeit kein laufender Aufruf</i>	Die Zuwendungshöhe für wirtschaftlich tätige Unternehmen beträgt in Abhängigkeit zur Unternehmensgröße 40 bis 60 % der Investitionsmehrkosten. Im nicht-wettbewerblichen Bereich wird die Fahrzeugbeschaffung im Regelfall mit 75 % der Investitionsmehrkosten gefördert, bei finanzschwachen Kommunen sogar mit 90 %
https://www.now-gmbh.de/de/bundesfoerderung-elektromobilitaet-vor-ort/foerderrichtlinie#initiative1		
7. Energieforschungsprogramm "Innovationen für die Energiewende"		
Schwerpunkte der Elektromobilität sind die Bereiche Batterietechnik, Ladeinfrastruktur und Brennstoffzellen	Antragsberechtigt sind Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft	Anteilsfinanzierung, Voraussetzung: Eigenbeteiligung von mindestens 50 % der entstehenden zuwendungsfähigen Kosten
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bekanntmachung-forschungsfoerderung-im-7-energieforschungsprogramm.pdf?__blob=publicationFile&v=3		
Wettbewerb „MobilitätsWerkStadt 2025“		
Förderung von Entwicklung und Erprobung von innovativen kommunalen Mobilitätskonzepten in drei Phasen	Einreichung von Skizzen in Phase 1 müssen bis zum 31.03.2019 eingereicht werden	Eine Eigenbeteiligung der kommunalen Antragsteller für die Phasen 1 und 2 ist erwünscht, aber keine notwendige Voraussetzung für eine Förderung
https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2289.html		
MobilitätsZukunftsLabor 2050		
interdisziplinäre Forschungsprojekte, die neue systemische Lösungen und Impulse für nachhaltige Mobilitätskonzepte der Zukunft schaffen.	Einreichungsfrist: 28.04.2019	Eine Eigenbeteiligung der kommunalen Antragsteller durch Eigenmittel ist erwünscht, aber keine notwendige Voraussetzung für eine Förderung
https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2292.html		
Elektromobilität (Umweltbonus)		
Förderfähig ist der Erwerb (Kauf oder Leasing) eines neuen, erstmals zugelassenen, elektrisch betriebenen Fahrzeuges gemäß § 2 des Elektromobilitätsgesetzes, im Einzelnen ein reines Batterieelektrofahrzeug, von außen aufladbares Hybridelektrofahrzeug (Plug-In Hybrid) oder Brennstoffzellenfahrzeug.	Antragsberechtigt sind: Privatpersonen Unternehmen Stiftungen Körperschaften Vereine	Der Bundesanteil am Umweltbonus beträgt für ein reines Batterieelektrofahrzeug beziehungsweise ein Brennstoffzellenfahrzeug (keine lokale CO ₂ -Emission) 2.000 € und für ein von außen aufladbares Hybridelektrofahrzeug (weniger als 50 g CO ₂ -Emission pro km) 1.500 €.
https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html		

11. Auf einen Blick – Checkliste

Nachfolgend werden die Ergebnisse des vorliegenden Konzeptes übersichtlich zusammengefasst, so dass ersichtlich wird, welche Punkte bei einer Umsetzung zu beachten sind.

Grundanforderungen an die Oldenburger E-Mobilstation:

- die Station muss an einem zentralen Verkehrsknotenpunkt mit multimodalem Angebot positioniert werden
- sie muss mit genügend Schnelllademöglichkeiten zur kurzzeitigen Nutzung versehen werden, um Dauerparken abzuwenden
- sie muss ausbaufähig sein zu einem zentralen Anlaufpunkt mit weiteren Lademöglichkeiten (Nachrüstung)
- ggf. muss eine Bewirtschaftung und/ oder eine Verbindung mit verschiedenen (flankierenden) Service-Angeboten vorgesehen werden

Bei der Standortwahl zu berücksichtigen:

- Flächenbedarf in Abhängigkeit von der geplanten Angebotspalette der Station
- Wie ist die Zuwegung zur Station geregelt? Können die vorhandenen Zufahrtswege zum Gelände genutzt werden oder sind neue Zuwegungen erforderlich?
- Ergeben sich aus verkehrsplanerischer Sicht an diesem zentralen Verkehrsknotenpunkt der Stadt bestimmte Restriktionen?
- Die auf dem Gelände vorhandenen Bäume können nicht beseitigt werden und beeinflussen die Standortfestlegung.
- Auf dem Pferdemarkt findet mehrmals wöchentlich ein Markttag statt. Vor allem die Zufahrt für die MarktbesucherInnen mit LKW darf nicht behindert werden.
- Auf dem Gelände gibt es ein Gebäude (Kiosk, Imbiss, Toiletten), das im Besitz der Stadt ist und längerfristig vermietet ist. Das stark sanierungsbedürftige Gebäude liegt in unmittelbarer Nachbarschaft zu einem der möglichen Mobilitätsstandorte. Zu prüfen ist, ob das Gebäude in die Planungen für eine Station unmittelbar integriert werden kann.

- Neue Chancen für die Akzeptanz der Station könnten sich durch zusätzliche Angebote im Zusammenhang mit den Wochenmärkten ergeben (Lastenräder, Paketstation mit Kühlboxen, etc.)
- Wie können AkteurInnen vor Ort konkret in Planungen eingebunden werden (Bspw. Casablanca-Kino, Mohrmann-Halle)?

Verleihsysteme von Pedelecs:

- Befragungen von städtischen Mitarbeitern durchführen, um Präferenzen bei Pedelec-Typen zu identifizieren
- Testlauf und Einweisung
- Bei Auswahl der Fahrradtypen auf Stabilität und geringe Wartungsintensität achten, Versicherung abschließen (ca. 15 Euro pro Fahrrad im Monat)
- Körbe und Taschen integrieren
- Öffnung für Öffentlichkeit nach Dienstschluss
- Öffentliche Lastenradverleihsysteme weisen großes Potential zur umwelt- und verkehrsbedingten Entlastung von Innenstädten auf
- Verbreitung nimmt zu, wie Beispiele Donk-EE, TINK oder Seestadt Wien zeigen
- Integration von Lastenrädern in bestehende Fahrradverleihsysteme besonders wirksam (Rüsselsheim)
- Lastenräder sollten außerhalb der Dienstzeiten auch Privatpersonen zur Verfügung stehen, um Akzeptanz zu steigern
- Weitere (Lasten-)Fahrradprojekte in Oldenburg
- Digitale Lösungen für Buchung, Reservierung und Zahlung nutzen
- Schließsysteme in Form von elektronischen Schlüsseln, Transpondern, RFID-Karten
- Auf Erweiterbarkeit achten (Fahrradboxen, Sammelgarage)
- Mehr Platz für das Abstellen von E-Lastenrädern einplanen
- Praxisbeispiele (Berlin, Rhein-Main, Göttingen etc.) betrachten
- Design der Stadt Oldenburg berücksichtigen, um Wiedererkennung im Stadtbild zu garantieren

Photovoltaikanlage:

- Höchste Autarkiequote bei Nutzung der gesamten zur Verfügung stehenden Fläche
- Neigungswinkel von 10° zur Steigerung der Gesamterträge
- Bei einer PV-Anlage mit 12 kWp Nennleistung ist ein Batteriespeicher mit 10 kWh Kapazität eine sinnvolle Ergänzung

- Bei einer PV-Anlage mit 24 kWp sowie 36 kWp Nennleistung ist ein Batteriespeicher mit einer Kapazität von 20 kWh sinnvoll

Das Zukunftsnetz Mobilität NRW hat 2015 eine Auflistung von Umsetzungsschritten für E-Mobilstationen in Nordrhein-Westfalen veröffentlicht (vgl. Tabelle 18):

Tabelle 18: Umsetzungsschritte. Quelle: eigene Darstellung nach Zukunftsnetz Mobilität NRW, 2015: Handbuch Mobilstationen Nordrhein-Westfalen.

Umsetzungsschritt	
Identifizierung von AkteurInnen	<input type="checkbox"/>
Initiierung	<input type="checkbox"/>
Ggf. Rücksprache mit übergeordneter Ebene , evtl. Integration	<input type="checkbox"/>
Einbindung von AkteurInnen, Aufbau von Projektpartnerschaften und Konzeptentwicklung	<input type="checkbox"/>
Entwicklung einer Marke (Branding)	<input type="checkbox"/>
Klärung der Finanzierung	<input type="checkbox"/>
Kostenschätzung Planungs-, Bau- und Betriebskosten	<input type="checkbox"/>
Bewerbung um Fördergelder	<input type="checkbox"/>
Haushaltsplanung und Ermittlung der Eigenanteile	<input type="checkbox"/>
Festlegung der Betriebsstruktur	<input type="checkbox"/>
Managementaufgaben	<input type="checkbox"/>
Winterdienst und Reinigung der Flächen	<input type="checkbox"/>
Instandhaltung	<input type="checkbox"/>
Identifizierung potenzieller Standorte	<input type="checkbox"/>
Relevante Knotenpunkte im ÖV	<input type="checkbox"/>
Flächenverfügbarkeit	<input type="checkbox"/>
Bevölkerungsdichte und Struktur im Umfeld	<input type="checkbox"/>
Städtebauliche Situation	<input type="checkbox"/>
Erfahrungen aus dem Bestand (z. B. Nutzungszahlen)	<input type="checkbox"/>
Beseitigung von Nutzungskonflikten	<input type="checkbox"/>
Auswahl der Ausstattungsmerkmale Anhand von Lage und Potenzialen	<input type="checkbox"/>
Detaillierte Stationsplanung, Gestaltung und Design	<input type="checkbox"/>
Ggf. Schaffung der bauplanungsrechtlichen Genehmigungen	<input type="checkbox"/>
Aufbau der Mobilstationen	<input type="checkbox"/>
Durchführung des Baus der Stationen	<input type="checkbox"/>
Ggf. Umgestaltung und Einbindung in Umfeld und Verkehrsnetze	<input type="checkbox"/>
Betrieb des Systems	<input type="checkbox"/>
Anschubstrategien	<input type="checkbox"/>
Öffentlichkeitsarbeit	<input type="checkbox"/>

Literaturverzeichnis

- Baden-Württemberg Stiftung gGmbH (2017): *Mobiles Baden- Württemberg – Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Mobilität*, in: *Schriftenreihe der Baden-Württemberg Stiftung Bildung*, Nr. 87, Stuttgart.
- BuW (Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität) (2017): *Bedarfsorientierte Ladeinfrastruktur aus Kundensicht. Handlungsempfehlungen für den flächendeckenden Aufbau benutzerfreundlicher Ladeinfrastruktur Ergebnisrapport Nr. 35*, Frankfurt/M.
- BBSR (Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung) im BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung) (2014): *ExWoSt-Studie: Neue Mobilitätsformen, Mobilitätsstationen und Stadtgestalt ExWoSt-Informationen 45/1 - 09/2014*, Bonn.
- Bundesregierung (2017): *Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge – Sachstand, Ausbauziele und Förderung*, in *Deutscher Bundestag (Hrsg.), Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Stephan Kühn (Dresden), Oliver Krischer, Dr. Valerie Wilms, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/11073 –*, (Vol. Drucksache 18/11295), Berlin.
- City2Share (2016): *City2Share: sozial – urban – mobil. Kooperatives Projekt im Förderprogramm „Erneuerbar Mobil“ des BMUB*.
- DE ZU 100b (2015): *Car-Sharing für Fahrzeugflotten mitelektromotorischem Antrieb DE-UZ 100b*, Version 1, RAL gGmbH (Hrsg.) Bonn.
- European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans (2014): *Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*, Brussels, http://epomm.eu/endurance/modules/iud/docman/news_87/SUMP_guidelines_DE_AEA_FINAL.pdf, abgerufen am 02.03.2020.
- Franz, G. (2017): *Mobilitätsmanagement In Stadtentwicklungsgebieten*, in: *urban innovation vienna, Präsentation*, Wien.
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiespeichersysteme ISE (2018): *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fassung vom 15.11.2018*, Freiburg.
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2018): *Photovoltaics Report*, Freiburg.
- Garde, J., H. Jansen und D. Bläser (2014): *Mobilstationen – Bausteine für eine zukunftsfähige Mobilität in der Stadt*, in M. Schrenk et. al. (Hrsg.), *Proceedings REAL CORP 2014 Tagungsband*, Wien, S. 903-907.
- GED (Gesellschaft für Energiedienstleistung GmbH & Co. KG.) (2017): *Elektromobilität –Ladeinfrastruktur in Wohngebäuden*, Berlin.
- Gutberlet, M. (2017): *Ladeinfrastruktur- Management - Den Ausbau bedarfsgerecht steuern*, in Sweco, Koblenz.
- Hagg, A., H. Spieker und A. Oslislo (2015): *Methodische Grundlegung für eine Strategie zum sukzessiven Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Bonn und dem Rhein- Sieg-Kreis. Studie zur Strategie für den Ausbau der Ladeinfrastruktur im Hinblick auf E-Autos und E-Zweiräder*, Internationales Zentrum für Nachhaltige Entwicklung Hochschule Bonn-Rhein-Sieg (Hrsg.), Bonn.
- Haselhorst Associates (2019a): *Digitales Städteranking Deutschland 2018: Digitalisierungsprofil Oldenburg (Oldb)*, Starnberg.
- Haselhorst Associates (2019b): *Digitales Städteranking Deutschland 2018: Methodik*, Starnberg.
- Initiative Zukunftsmobilität (2018): *Studie zur Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge im Ländlichen Raum Baden-Württembergs*, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Stuttgart.
- InnoZ (Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel) (2018): *Ökologische und ökonomische Potenziale von Mobilitätskonzepten in Klein- und Mittelzentren sowie dem ländlichen Raum vor dem Hintergrund des demographischen Wandels. Maßnahmensteckbriefe*, Berlin.
- Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe, RWTH Aachen (2018): *Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0, Jahresbericht 2018*, Aachen.
- IW Consult GmbH (2018): *Oldenburg im STÄDTERANKING 2018. Zentrale Ergebnisse*, Köln.
- Jansen, H., J. Garde, D. Bläser und E. Frensemeier (2015): *Städtische Mobilstationen. Funktionalität und Gestaltung von Umsteigeorten einer intermodalen Mobilitätszukunft*, in Proff, Heike (Hrsg.), *Entscheidungen beim Übergang in die Elektromobilität*, Wiesbaden: Springer Gabler, S. 515-532.

Literaturverzeichnis

- Kalisch, J., T. Schmidt, D. Heinemann und E. Lorenz (2015): *Continuous meteorological observations in high-resolution (1Hz) at University of Oldenburg (2014)*, PANGEA, Oldenburg: Carl-von-Ossietzky University of Oldenburg.
- Kost, C., S. Shammugam, V. Jülch, H.-T. Nguyen und T. Schlegl (2018): *Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien*, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg.
- KCW GmbH, Öko-Institut e.V. und Probst & Consorten Marketing-Beratung (2017): *Bewertung von Multimodalitätsstrategien für Verkehrsunternehmen, -verbände und Kommunen*. FoPS-Forschungsvorhaben Nr. 70.0877, im Auftrag von Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Berlin.
- Köfler, H., R. Waßmer, R. und B. Lotze (2018): *Intelligent mobil im Wohnquartier*, V. e. V. (Hrsg.), Berlin.
- Proff, Heike & Thomas M. Fojcik (2018): *Mobilität und digitale Transformation. Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte*, Wiesbaden: Springer Gabler.
- PTV (Planung Transport Verkehr AG, GmbH., r., & PTV Transport Consult GmbH) (2018): *smartStations. Die Haltestelle als Einstieg in die multimodale Mobilität. Studie*, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), Berlin.
- Quaschnig, V. (2013): *Regenerative Energiesysteme: Technologien - Berechnung – Simulation*, München: Hanser.
- Rehme, M., S. Richter, A. Temmler und U. Götzle (2018): *Urbane Mobilitäts-Hubs als Fundament des digital vernetzten und multimodalen Personenverkehrs*, in Proff, Heike und Thomas Martin Fojcik (Hrsg.), *Mobilität und digitale Transformation*, Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 311-320.
- Römer, Daniel (2018): *Die Verkehrswende – Einblicke in die Mobilität der Zukunft*, in: KfW Research Fokus Volkswirtschaft, Nr. 201, Frankfurt/M.
- Rothfuchs, K., C. Scheler, und C. Ludwig (2018): *Elektromobilitätsentwicklung auf städtischer Mikroebene: Ein Standort-Tool zur Dimensionierung und Allokation von e-Carsharing Flotten. Teilbericht C der Wissenschaftlichen Begleitforschung im Bundförderprojekt „e-Quartier Hamburg“*, HafenCity Universität Hamburg (Hrsg.), Hamburg.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (2018): *Wohnungsneubau langfristig denken – Für mehr Umweltschutz und Lebensqualität in den Städten. Stellungnahme*, Berlin.
- Schlump, Christian (2015): *Intermodal, multimodal, supermodal? Aktuelle und künftige Mobilität unter der Lupe*, in: *Informationen zur Raumentwicklung*, Nr.2, S. 83-92.
- Schwedes, Oliver, Benjamin Sternkopf und Alexander Rammert (2017): *Mobilitätsmanagement- Möglichkeiten und Grenzen verkehrspolitischer Gestaltung am Beispiel Mobilitätsmanagement*, TU Berlin (Hrsg.), Berlin.
- Schwedes, Oliver, Stephan Daubitz, Alexander Rammert, Benjamin Sternkopf und Maximilian Hoor (2018): *Kleiner Begriffskanon. Der Mobilitätsforschung*, TU Berlin - Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung (Hrsg.), 2. Auflage, Berlin.
- Stadt Wien - Stadtentwicklung und Stadtplanung. (2018). Leitfaden Mobilitätsstationen. Die Umsetzung von Mobilitätsstationen in Stadtentwicklungsgebieten am Beispiel Zielgebiet Donauefeld, Wien. *Werkstattbericht Nr. 179*. Wien.
- Stadt Wien - Stadtentwicklung und Stadtplanung (2018): *Leitfaden Mobilitätsstationen. Die Umsetzung von Mobilitätsstationen in Stadtentwicklungsgebieten am Beispiel Zielgebiet Donauefeld, Wien*, Werkstattbericht Nr. 179, Wien.
- Umweltbundesamt (2018): *Urbane Umweltschutz. Die strategische Forschungsagenda des Umweltbundesamtes*, Dessau-Roßlau.
- Vallée, Dirk, Waldemar Brost, Armin Schnettler, Ralf Kampker und Mitja Bartsch (2018): *Infrastruktur*, in: Kampker, Achim, Dirk Vallée und Armin Schnettler (Hrsg.), *Elektromobilität*, Berlin: Springer Nature, S. 87-131.
- VCÖ (2018): *Sharing und neue Mobilitätsangebote. Mobilität mit Zukunft 03*, Wien.
- Verkehrsclub Deutschland e.V (2017): *Multimodal unterwegs . Handlungsempfehlungen zur Umsetzung multimodaler Verkehrsangebote*, Berlin.
- Wörner, R. et.al. (2018): *Untersuchung öffentlicher E-Mobility Ladeinfrastruktur. Schlussfolgerungen zu Anforderungen für Ladekonzepte und europäischen Autobahn-Ladeinfrastruktur*, in Proff, H. und T. M. Fojcik (Hrsg.), *Mobilität und digitale Transformation*, Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 449-466.
- Y.Liang, J.Su, B.Xi, Y.Yu, D.Ji, Y.Sun, Ch.Cui, J.Zhu (2017): *Life cycle assessment of lithium-ion batteries for greenhouse gas emissions. Resources, Conservation and Recycling* 117, S. 285–293.
- Zukunftsnetz Mobilität NRW (2015): *Handbuch Mobilstationen Nordrhein-Westfalen*, Köln.

Literaturverzeichnis

Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017a): *Mobilstationen in NRW- Mobilität vernetzen. Gestaltungsleitfaden*, Köln
Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017b): *Mobilstationen in NRW. Mobilität vernetzen. Gestaltungsleitfaden*, Köln.

Internetquellen:

- Bosch eBike Systems (2019): *Bosch eBike Charger*, <https://www.bosch-ebike.com/de/produkte/charger/>.
- Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (2019): *EEG-Registerdaten und -Fördersätze*, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html;jsessionid=C9F63715AC21EB154D2B2EC7829BC268, abgerufen am 04.02.2019.
- Digitale Stadt Düsseldorf (Blog 02/03/2017): *Carsharing zwischen umweltfreundlich und belastend*, <http://www.digitalestadtduesseldorf.de/carsharing-zwischen-umweltfreundlich-und-belastend/>, abgerufen am 02.04.2019.
- FIS (Forschungs-Informationssystem)(2019): Definitionen zur Multi- und Intermodalität, <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/354077/>, abgerufen am 02.03.2020.
- Randelhoff, M. (2019): *Vergleich unterschiedlicher Flächeninanspruchnahmen nach Verkehrsarten (pro Person)*, www.zukunft-mobilitaet.net – CC BY 3.0, abgerufen am 15.03.2019.
- Renault (2016): *Alle Infos zum ZOE: Reichweite, Aufladen und Ladezeiten*, <https://blog.renault.de/neues-von-renault-elektroauto-zoe-aufladen-reichweite-erweitern/>, abgerufen am 01 2019.

Anhang

a. Ablauf bauliche Durchführung

Dieses Dokument beschreibt die Vorbereitungs-, Planungs- und Beauftragungsschritte in Anlehnung an die Kapitel 5 „Rahmenbedingungen zur baulichen Umsetzung der E-Mobilstation“ und 6 „Betriebskonzept“. Die vier vorgestellten Szenarien stellen die grundsätzlich verschiedenen Möglichkeiten dar. Kombinationen und partielle Abweichungen sind trotzdem machbar, je nachdem, wie die politische Willensbildung ausfällt.

Die Stadt trifft im Rahmen der Bebauungsplanung Feststellungen bezüglich der Ausgestaltung der E-Mobilstation. Weitere Vorstellungen zum Betrieb können festgelegt und durchgesetzt werden, soweit die Stadt im Umsetzungsprozess Akteurin bleibt (Szenarien A und B).

Im Sinne der Privatisierung von Aufgaben kann in Szenario C ein/e GeneralunternehmerIn gesucht werden, der/die die gesamte Anlage erstellt und finanziert. Die Stadt als Nutzerin mietet die Anlage dann zurück und finanziert sie dadurch. Nach Ablauf fällt die Anlage zurück an den/die GeneralunternehmerIn/ BauherrIn oder geht in das Eigentum der Stadt über – dies ist vertraglich entsprechend zu regeln. Die Stadt hat als Gesamtbetreiberin alle weiteren Ausgestaltungsmöglichkeiten zum Betrieb und wählt die Betreiber der verschiedenen Dienste aus.

In Szenario D privatisiert die Stadt den gesamten Betrieb und hat keine finanziellen Verpflichtungen.

Szenario A: 100 % städtisch (vgl. Kapitel 5.1)

Die Stadt baut die Anlage und betreibt sie

Stadt Oldenburg Planungsschritt/ Aufgaben		Andere Beteiligte Aufgaben
politische Beschlüsse über Konzept und Gestaltung		
		
Ausmessen, ggf. Abgrenzung und Eintrag im Grundbuch, Dokumentation Ver- und Entsorgung		
Beauftragung der Planung		Planungsbüro
		Vorplanung / Planung
Vergabe		Ausschreibung
Baufträge		Baufirmen, Überwachung durch Planungsbüro
Abnahme		Fertigstellung
Inbetriebnahme (*)		
Einweihung		

(*) keine externen Betreiberverträge (vgl. Kapitel 6)

Szenario B: Stadt als Eigentümerin (vgl. Kapitel 5.1)

Die Stadt als Eigentümerin beauftragt Betreiber

Stadt Oldenburg Planungsschritt/ Aufgaben		Andere Beteiligte Aufgaben
politische Beschlüsse über Konzept und Gestaltung	➔	Ausschreibung Betreiber (*)
↓		
Ausmessen, ggf. Abgrenzung und Eintrag im Grundbuch, Dokumentation Ver- und Entsorgung		
Vergabe der Betreiberverträge	➔	technische Vorgaben der Betreiber
		↓
Beauftragung der Planung	➔	Planungsbüro
		Vorplanung
Vergabe	➔	Ausschreibung
Baufträge	➔	Baufirmen, Überwachung durch Planungsbüro
Abnahme	➔	Fertigstellung
		Inbetriebnahmen durch Betreiber
Einweihung		

(*) Betreiberverträge (vgl. Kapitel 6):

- (1) Betrieb des Carsharings;
- (2) Betrieb des Pedelec- und Lastenfahrrad-Verleihs;
- (3) Betrieb der öffentlichen Ladesäule;
- (5) Betreuung eines Aufenthaltsraumes;
- (6) Betrieb der PV-Anlage;
- (7) Energiekostenabrechnung;
- (8) Werbung und Öffentlichkeitsarbeit.

Betrieb der Gesamtanlage, inkl. Wartung und Reparatur der Anlagen durch städtische Dienste

Szenario C: Stadt als Auftraggeberin (vgl. Kapitel 5.1)

Die Stadt als Auftraggeberin beauftragt GeneralunternehmerIn

Stadt Oldenburg Planungsschritt/ Aufgaben		Andere Beteiligte Aufgaben
politische Beschlüsse über Konzept und Gestaltung	➔	Ausschreibung BetreiberIn (*)
↓		
Ausmessen, ggf. Abgrenzung und Eintrag im Grundbuch, Dokumentation Ver- und Entsorgung		
Vergabe der Betreiberverträge	➔	technische Vorgaben der BetreiberIn
		↓
Beauftragung	➔	GeneralunternehmerIn und BauherrIn
Abnahme	➔	Fertigstellung, schlüsselfertig
Finanzierung über Leasing oder Miete		
Einweihung		Inbetriebnahmen durch BetreiberIn

(*) Betreiberverträge (Kapitel 6):

- (1) Betrieb des Carsharings;
- (2) Betrieb des Pedelec- und Lastenfahrrad-Verleihs;
- (3) Betrieb der öffentlichen Ladesäule;
- (5) Betreuung eines Aufenthaltsraumes;
- (6) Betrieb der PV-Anlage;
- (7) Energiekostenabrechnung;
- (8) Werbung und Öffentlichkeitsarbeit.

Betrieb der Gesamtanlage, inkl. Wartung und Reparatur der Anlagen durch städtische Dienste

Szenario D: Stadt als Initiatorin (vgl. Kapitel 5.1)

Die Stadt als Initiatorin sucht Finanzierer-Betreiber

Stadt Oldenburg Planungsschritt/ Aufgaben		Andere Beteiligte Aufgaben
politische Beschlüsse über Konzept und Gestaltung		
		
Ausmessen, ggf. Abgrenzung und Eintrag im Grundbuch, Dokumentation Ver- und Entsorgung		
Ausschreibung oder politische Willensbildung		
Beauftragung eines Trägers für das Vorhaben		Auswahl Betreiber (*), Planung, Vergabe, Bau
		
		Fertigstellung, schlüsselfertig
		Abnahmen, Inbetriebnahmen durch BetreiberIn
		Einweihung

(*) Betreiberverträge (Kapitel 6):
werden nicht durch die Stadt vergeben

b. Technische Beschreibung - Lastenheft bauliche Ausführung

Vorbemerkungen

Die Gruppierung der technischen Beschreibung erfolgte in Anlehnung an DIN 276 zur besseren Vergleichbarkeit der verschiedenen Lastenhefte und der Kostenschätzung. Fehlende Nummernkreise sind ggf. entsprechend gekennzeichnet.

Alle Arbeiten sind nach den gültigen Normen, technischen Regeln und dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme auszuführen, auch wenn dies nicht im Einzelnen im folgenden Text gefordert ist. Insbesondere (aber nicht ausschließlich) sind die einschlägigen Normen und Regeln nach ISO/EN/DIN und VDE lückenlos einzuhalten.

Darüber hinaus gelten für die elektrischen Arbeiten an den Ladevorrichtungen (Ladesäulen, Wallboxen) die einschlägigen Richtlinien und Gesetze, u. a. (aber nicht ausschließlich) die Ladesäulenrichtlinie sowie die geltenden Regelungen und Normen, inklusive denen für den diskriminierungsfreien Zugang und die Betriebsdatenübermittlung.

Die/ der AuftraggeberIn behält sich vor, einen dokumentarischen Nachweis der Einhaltung dieser Regeln bei Bedarf anzufordern.

Inhalt des Lastenheftes

Das Lastenheft schildert die grundsätzlichen technischen Anforderungen an die Komponenten der E-Mobilstation.

Die genaueren Details zur Ausführung, inkl. Herstellerangaben, soweit vorgegeben, genauer Beschreibung der technischen Vorgaben usw., sind der Detailplanung nach HOAI Abschn. 5 & 6 und der damit verbundenen Erstellung eines Leistungsverzeichnisses vorbehalten.

Positionen des Lastenheftes

Soweit optionale oder alternative Ausführungen aufgeführt sind, sind diese durch „opt.“ bzw. „alt.“ gekennzeichnet. Sie sind kursiv gesetzt und beziehen sich in der Regel auf die jeweils vorstehende Position im Lastenheft. Sie stellen zusätzliche bzw. alternative Ausführungen dar, die von der/ von dem AuftraggeberIn angefragt werden, um zu einem späteren Zeitpunkt eine Entscheidung über mögliche Abänderungen der Anforderungen treffen zu können. Ein Weglassen dieser Positionen in technischen Beschreibungen und Angeboten ist zulässig und stellt keinen Mangel dar.

Positionen, die keine Mengenangaben zulassen, sind als „pausch.“ (pauschal) gekennzeichnet.

Einzuhaltende Normen und technische Regeln

Diese Liste umfasst die mindestens zu erfüllenden Normen und Regeln, ohne allerdings Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Maßgeblich sind die gesamten, einschlägigen, zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme gültigen Normen und technischen Regeln. Diese gelten als vereinbart.

Stromanschlüsse, Elektro-Verteilerschränke und Zählereinbauten

- Vorgaben und technische Regeln des Netzbetreibers
- VDE-AR N 4101 „Anforderungen an Zählerplätze in elektrischen Anlagen im Niederspannungsnetz“
- VDE-ARN 4102 „Anschlussschränke im Freien am Niederspannungsnetz der allgemeinen Versorgung“
- VDE 0100-600 „Errichten von Niederspannungsanlagen“
- DIN VDE 0603-1, DIN EN 60439-3 (VDE 0660-504) und DIN 43871 “Stromkreisverteiler“

Anhang

- IEC 61851-1 "Fehlerschutzschalter"
- DIN VDE 0100-600 "Inbetriebnahme"

Ladeeinrichtungen

- Ladensäulenrichtlinie
- DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11) "Leitungsschutzschalter"
- ISO/IEC 14443 "Type A 13.56 MHz contactless smart card standard"
- EN 62196 "Ladeeinrichtungen für Kfz"

Projekt-Kurzbeschreibung

Die E-Mobilstation am Pferdemarkt in Oldenburg soll einen ersten städtischen Fokus für Elektromobilität herstellen. Der Pferdemarkt ist ein zentraler Platz mit Wochenmarkt, Parkfläche und befindet sich an einem Verkehrsknotenpunkt der Stadt. Ein Teil der Stadtverwaltung ist in den alten Kasernengebäuden am Pferdemarkt untergebracht.

Insofern handelt es sich um ein öffentlich sehr sichtbares Projekt mit Signalwirkung. Es umfasst Stellplätze für im Car-Sharing verwaltete Fahrzeuge, die der Stadt, aber auch Privatleuten zur Verfügung stehen sollen. Hinzu kommen Pedelec und E-Lastenfahrrad Lade- und Stellplätze sowie eine öffentlich zugängliche Ladesäule. Es wird ein Technikraum und eine Überdachung errichtet, die eine PV-Anlage trägt. Das benachbarte Imbissgebäude wird einen weiteren Teil der PV-Anlage aufnehmen.

Die Station wird nicht mit Personal bewirtschaftet und muss daher vollautomatisch betrieben werden und vandalismussicher ausgestattet sein.

Angesichts der zentralen Lage und der guten Zugänglichkeit sollte eine Erweiterung um weitere Stellplätze von vornherein eingeplant werden.

Die Stadt wird nach Abschluss der Diskussion um die hier vorliegende Vorplanung voraussichtlich eine Ausschreibung der Ausführungsplanung, des Baus und des Betriebs der Station vornehmen.

Erschließung

1. Erschließung

1.1 1 Stck. Stromanschluss 120 kW, zum Hauptanschlussschrank in Technikbauwerk geführt ausreichend zur Versorgung einer Ladesäule und zweier Wallboxen mit jeweils 2x 22 kW (LS), bzw. 1x 22 kW (WB) Ladeleistung, die Pedelec Ladestation, sowie die elektrische Ausstattung der Station; eingebaute Beleuchtung und Doppelsteckdose für Wartungs- und Reparaturarbeiten

1.1a opt. Stromanschluss 165 kW

wie vor, aber mit der Option für den Anschluss einer zweiten Ladesäule (44 kW) **oder** zweier weiterer Wallboxen (jew. 22 kW) **oder** einer Ladesäule mit CCS Standard (84 kW)

1.1b opt. Stromanschluss 220 kW

wie 1.1a, aber mit der Option für den Anschluss von insgesamt zwei Ladesäulen mit CCS Standard (2x 84 kW)

2. Entsorgung

2.1 pausch. Anschluss Regenwasserkanal, max. 2 Liter/s (7 500 Liter/h) Dachentwässerung Grundleitungen bis OK Gelände zum Anschluss der Dachfallrohre

2.2 pausch. Anschluss Regenwasserkanal, max. 1 Liter/s (3 750 Liter/h) Oberflächenentwässerung mit vorgeschriebenem Benzin/Ölabscheider zur Entwässerung von Straßenflächen Grundleitungen bis Grundstücksgrenze; Anschluss über Schacht mit gesichertem Deckel, befahrbar

2.3 20 lfdm Regenwasser-Grundleitungen DN 150
zum Anschluss an UK Gullys Pos. 9.4 mit

Baukonstruktionen

3. Gründung für Stahlkonstruktion: Betonfundamente

3.1 4 Stck. Fundamente für Stahlrohrträger für Dachkonstruktion Pos. 5.1

Betonfundament zur Aufnahme des Trägers

3.2 4 Stck. wie vor, aber mit Aufnahme des Fallrohres für die Dachentwässerung

3.3 8 Stck. Fundamente für Stahlrohrträger für Technikraum Pos. 4.2

Betonfundament zur Aufnahme der Pfosten des Tragrahmens des Technikraumes

4. Baukonstruktion:

4.1 1 Stck. Unterkonstruktion aus verzinktem Stahlrohr
als Tragkonstruktion für Trapezblech-Dach Pos. 5.1

4.2 1 Stck. Service-Raum zur Aufnahme der Anschlussschränke Pos. 6 & 7

3 x 1,50 m² = 4,50 m² („begehrter“ Anschlussschrank) aus Stahlrohrkonstruktion (8 verzinkte Pfosten) mit verzinkten Stahlpaneel-Fächern; thermische Isolierung aus Flachdachpaneelen, PU 100 mm; Innenverkleidung (Wände, Fußboden, Decke) aus Perspex-Panelen oder vergleichbarem Material mit ausreichend Brandschutzklasse; zwei Doppel-Flügeltüren auf der Längsseite zum großflächigen Öffnen des Raumes bei Wartungsarbeiten; Anordnung unter Dach

5. Dächer

5.1 1 Stck. Dachkonstruktion zur Aufnahme der PV-Panele

verzinktes Stahlblech, in Trapez-Ausführung, als Abdeckung über Unterkonstruktion Pos. 4.1
100 m² Fläche, 10° Neigung, jeweils Ost/West; Ausführung als Satteldach oder V-Dach (nach Vorgabe der Gestaltungsdetails der Konstruktion)

5.1a alt. Dachfläche aus PV-Panelen

*alternativ zu Pos. 4.1 wird die Dachfläche durch die PV-Panele selbst gebildet;
siehe Pos. 6.2.3; Dachkonstruktion aus Stegen und Profilen zur Aufnahme und Befestigung der PV-Module; zur Montage auf Traggerüst Pos. 3.1*

Bauwerk – technische Anlagen

6. Starkstromanlagen:

6.1 1 Stck. Zähler-Anschluss-Schrank Netz

E-Verteilerschrank zur Einführung des Netzanschlusses und Absicherung

Zur Aufnahme des Haupt-Zählers und der Zwischenzähler Wallboxen; elektrischer Anschluss der Ladesäule und der Wallboxen; ausreichend Platz für Option einer zweiten Ladesäule und weiterer 2 Wallboxen ist vorzusehen

Platz zum Einbau des DC/AC Wandler der PV-Anlage

eingebaute Beleuchtung und Doppelsteckdose für Wartungs- und Reparaturarbeiten

6.2 1 Stck. PV-Anlage zur Aufständerung auf Flachdach des Kioskgebäudes, 170 m², bestehend aus

6.2.1 1 Stck. PV-Sub-System 12 kWp

ausgerichtet nach Westen, Neigung 10° zur Horizontalen

6.2.2 1 Stck. PV-Sub-System 12 kWp

wie Pos. 6.2.2, jedoch nach Osten ausgerichtet

6.3 1 Stck. PV-Sub-System 16 kWp (Stellplatzüberdachung)

zur Dachintegration in Glasüberdachung der E-Pkw und Pedelec Stellplätze (s. Pos. 5.1a); jeweils 8 kWp nach Osten, 8 kWp nach Westen ausgerichtet, 10° Neigung; Dachpaneele aus Sicherheitsglas mit integrierten PV-Zellen; optional transluzent oder opaque; Fläche der Überdachung 100 m², ggf. Blindpaneele für verbleibende, überschüssige Fläche vorsehen

6.3a alt. PV-Sub-System 16 kWp, alternativ zu Pos. 6.3

auf-Dach System, 8 kWp nach Osten, 8 kWp nach Westen ausgerichtet, Montage auf jeweils 10° Ost- bzw. West-geneigtem Sattel- oder V-Dach aus Stahlkonstruktion mit Zinkblechabdeckung (Pos. 5.1)

6.3 1 Stck. E-Kfz Ladesäule

für öffentlichen, diskriminierungsfreien Zugang, Nutzungsoption zur Ladefreigabe über RFID Karte (NutzerInnenkreis) oder QR-Code (freier, kostenpflichtiger Zugang)

Anschlüsse 2x Typ2 mit jeweils 22 kW Ladeleistung; kommunikationsfähig mit back-end zur Fernüberwachung, Fernsteuerung und Nutzungsdatenerfassung; NutzerInnenerkennung und -protokollierung; Reservierbarkeit über Internet- oder SMS-Protokoll; eichfähiger Unter-Zähler für jeden Ladeanschluss separat, kommunikationsfähig mit back-end zur Nutzungsdatenerfassung; Schutzgrad für Betrieb im Außenbereich, mind. IP44; Schlagbeanspruchung IK08; Betrieb bei Außentemperaturen -15 bis +35°C und Sonneneinstrahlung; RFID-Leser für Karten nach ISO/IEC 14443 Type A 13,56 MHz (z. B. MIFARE DESFire EVL1)

6.3a opt. E-Kfz Ladesäule, wie vor, jedoch

Anschlüsse 2x Typ2 mit 22 kW Ladeleistung, 1x CCS mit 40 kW Ladeleistung

6.4 2 Stck. Wallbox

zum Laden der an der E-Mobilstation stationierten Carsharing Fahrzeuge, Ladefreigabe über RFID Karte Wallbox jeweils mit Anschlussmöglichkeit für ein Fahrzeug (insges. 2 Ladepunkte Carsharing), je Wallbox 1x 22 kW Ladeleistung; kommunikationsfähig mit back-end zur Fernüberwachung, Fernsteuerung und Nutzungsdatenerfassung; NutzerInnenerkennung und -protokollierung; Schutzgrad für Betrieb im Außenbereich, mind. IP54; Schlagbeanspruchung IK08; Betrieb bei Außentemperaturen -15 bis +35°C und Sonneneinstrahlung; RFID-Leser für Karten nach ISO/IEC 14443 Type A 13,56 MHz (z. B. MIFARE DESFire EVL1)

6.4a opt. Wallbox, wie vor, jedoch

Anschluss 1x CCS mit 40 kW Ladeleistung

6.5 2 Stck. Pedelec Ladestation, 5x 200 W Ladeleistung

für jeweils 5 Batterien; mit verschließbaren (gegen Pfand-Münze) Fächern zur Aufnahme der Pedelec Batterien; mit Anschlusskabeln für gängige Systeme

6.5a opt. wie Pos. 6.5, jedoch

Anschluss 5x 500 W Ladeleistung für Lastenfahrrad-Batterien mit erhöhter Kapazität und/oder Schnellladung

6.6 1 Stck. Speicher-Schaltschrank

zum Einbau der Batterie (LiFePO Technik) zur Speicherung von PV-Strom;

20 kWh Kapazität; thermisch isolierter Schaltschrank mit eingebauter Temperierung (Frostschutz und Lüftung) durch Bandheizung und thermisch gesteuerte Lüfter; Thermostat und Regelung Lüftung/Heizung

6.6a alt. Speicher-Schaltschrank wie vor, jedoch

Batterie (LiFePO Technik) 40 kWh Kapazität

7. Schwachstrom-, Fernmelde- und informationstechnische Anlagen

7.1 1 Stck. E-Verteilerschrank internes Netz

E-Verteilerschrank zur Versorgung der elektrischen Anlagen innerhalb der Station: Beleuchtung, Steuerung, Datenerfassung und Fernüberwachung, Sicherheitstechnik; eingebaute Beleuchtung für Wartungs- und Reparaturarbeiten

7.2 1 Stck. E-Verteilerschrank Fernmelde- und Datentechnik

E-Verteilerschrank zur Unterbringung der Steuerung, Datenerfassung und Fernüberwachung, Sicherheitstechnik; back-end zur Ladedatenerfassung; Messdatenerfassung der PV-Anlage; PC/rhas-pie mit Tastatur zum Betrieb eines Informations-Touch-Screens (Pos. 7.4); Verteilung internes LAN Netz; WLAN-Router; Telefon/Internetanschluss; Datenlogger; eingebaute Beleuchtung und Doppelsteckdose für Wartungs- und Reparaturarbeiten

7.3 1 Stck. Notsprechanlage/Notruf

Festnetz-Telefon zum Einbau in die Schaltanlage Pos. 7.2; von außen zugängliche Notrufanlage mit Webcam

7.4 1 Stck. Informationsbildschirm

Touchscreen zur Kommunikation mit dem Informationssystem/Internet; vandalismussichere Ausführung auf Stahlrohrrahmen; Beleuchtung

7.5 1 Stck. Steuerrechner (SPS)

zu Programmierung und Betrieb eines Lade-Management-Systems; Ausgänge: zur Ansteuerung von Aktoren (Relais) in Pos. 6.1 zur Freisaltung individueller Ladepunkte; Eingänge: Leistungsmessung PV-Anlage, Kundenanforderungen, Carsharing Buchungen etc., inkl. Tastatur, Trackball und Display.; zum Einbau in Pos. 7.2

8. Beleuchtung, Überwachung

8.1 1 Stck. Platz-Beleuchtung

LED-Außenlaterne zur Ausleuchtung der Stellplätze an der Ladesäule, Ausführung IP44; Versorgung über Pos. 7.1

8.2 4 Stck. Stations-Beleuchtung

LED-Deckenleuchten IP 44 zur Ausleuchtung der Einrichtungen unter Dach: Stellplätze, Notrufeinrichtung, Wallboxen

8.3 1 Stck. Beleuchtung und Versorgung Technikraum

LED-Deckenleuchte zur Ausleuchtung des Technikraumes; 2 Doppelsteckdosen; 1 Drehstromsteckdose

8.4 1 Stck. Web-Cam Überwachung¹⁸ Technikraum

Webcam zum Anschluss an Steuerungsrechner; Schutzklasse IP 20

8.5 2 Stck. Web-Cam Überwachung Station

Webcam zum Einbau in Deckenleuchten; Anschluss an Steuerungsrechner

Außenanlagen / Verkehrsflächen / Oberflächen

9. Befestigte Flächen

¹⁸ Hinweis: Beachtung des aktuellen Datenschutzes, bei der Überwachung mithilfe von Kameras.

Anhang

9.1 70 m² Pflasterung für Belastung durch Pkw

9.1a alt. wie vor, aber geteerte Oberfläche für Pkw-Stellplätze

9.2 30 m² Pflasterung für Pedelec- und Lastenräder-Stellplätze

9.3 pausch. Markierungen auf den Fahrflächen

9.4 2 Stck. Gully für Regenwasserablauf

Ausführung mit Öl/Benzinabscheider für Verkehrsflächen

9.5 200 m² Pflasterung für Zufahrten, Belastung durch Lkw

9.5a alt. wie vor, aber geteerte Oberfläche

10. Einbauten in Außenanlagen

10.1 pausch. Ausschilderung

Hinweisschild auf Parkverbot für nicht autorisierte Fahrzeuge

Hinweisschild auf Zufahrt zur E-Mobilstation (2 Stck.); inkl. Pfosten aus verzinktem Stahlrohr und Betonfundament; zur Aufstellung auf Betonfundament im Bereich Zufahrt Pferdemarkt und an Grundstücksgrenze

10.2 2 Stck. Sicherungsbügel für Car-Sharing Plätze

verzinktes Stahlrohr; zur Verhinderung von unbefugtem Parken; mit Hebel zu betätigen; inkl. Betonfundament

10.2 2 Stck. Sicherungsbügel zum Kollisionsschutz für Ladesäulen

zur sicheren Verhinderung von Gegen-Fahren; aus verzinktem Stahlrohr, inkl. Betonfundament; Anbringung zwischen Ladesäule und zugehörigen Stellplätzen (2 Stck. pro Ladesäule)

10.3 5 Stck. Stellplätze für Pedelecs (Fahrräder)

Bügel zum Anschließen der Fahrräder; 1 Bügel für jeweils 2 Fahrräder

10.4 5 Stck. Stellplätze für Lastenräder

Bügel/Pfosten zum Anschließen der Fahrräder; 1 Bügel für jeweils 1 Lasten-Fahrrad

11. Pflanz- und Saatflächen (falls städteplanerisch erwünscht)

ggf. zu ergänzen

12. Einzäunungen (falls erforderlich)

entfällt an diesem Standort

c. Lastenheft Betrieb

Vorbemerkungen

Die im Zusammenhang mit dem Betrieb der E-Mobilitätsstation anfallenden Aufgaben fallen in verschiedene Bereiche, die unabhängig voneinander verantwortet werden können. Die Stadt hat es in der Hand, als potenzielle Eigentümerin der Anlage (siehe Kapitel 0 und Ablaufplan bauliche Umsetzung) Aufträge zum Betrieb zu vergeben. Die folgenden Beschreibungen umreißen die jeweiligen Aufgaben und die anzulegenden Standards. Die Beschreibungen sind allerdings unabhängig davon, wie und von wem die Aufgaben vergeben werden. Sie dienen der Orientierung im Entscheidungsprozess und der Definition technischer Vorgaben für die weitere Planung.

Im Zuge einer Ausschreibung können die folgenden Texte als Grundlage genommen werden. Weitere Details und technische Ausführungen nach letztem Stand der Meinungsbildung sind im Rahmen der Vorplanung vor Angebotseinholung zu ergänzen.

Die Liste umfasst die denkbaren Aufgaben, die im Zusammenhang mit der E-Mobilstation abgedeckt werden müssen. Nicht alle Aufgaben müssen zwingend beauftragt werden; ihre Notwendigkeit sollte im Rahmen der Vorbereitung des Betriebes der Station jedoch auf jeden Fall bedacht werden.

Inhalt des Lastenheftes

Das Lastenheft schildert die grundsätzlichen technischen Anforderungen an die verschiedenen Aufgaben im Rahmen des Betriebes der E-Mobilstation.

Die genaueren Details zur Ausführung, inkl. Herstellerangaben, soweit vorgegeben, genauer Beschreibung der technischen Vorgaben usw., sind der weiteren Detailplanung und der Erstellung eines detaillierten Leistungsverzeichnisses zur Vorbereitung der Angebotseinholung vorbehalten.

Positionen des Lastenheftes

Soweit optionale oder alternative Ausführungen aufgeführt sind, sind diese durch 'opt.' bzw. 'alt.' gekennzeichnet. Sie sind kursiv gesetzt und beziehen sich in der Regel auf die jeweils vorstehende Position im Lastenheft. Sie stellen zusätzliche bzw. alternative Ausführungen dar, die von der/ von dem AuftraggeberIn angefragt werden, um zu einem späteren Zeitpunkt eine Entscheidung über mögliche Abänderungen der Anforderungen treffen zu können. Ein Weglassen dieser Positionen in technischen Beschreibungen und Angeboten ist zulässig und stellt keinen Mangel dar.

Positionen, die keine Mengenangaben zulassen, sind als pausch. (pauschal) gekennzeichnet.

Einzuhaltende Normen, technische Regeln und Vorgaben

Diese Liste umfasst die mindestens zu erfüllenden Normen, Regeln und Vorgaben, ohne allerdings Anspruch auf Vollständigkeit der technischen Regeln zu erheben. Maßgeblich sind die gesamten, einschlägigen, zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme gültigen Normen und technischen Regeln. Diese gelten als vereinbart.

Die Einhaltung der geforderten Standards ist durch geeignete Dokumentation nachzuweisen.

- Umweltzeichen Blauer Engel für Carsharing (DE UZ 100 oder DE UZ 100b)
- Ladensäulenrichtlinie
- DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11) "Leitungsschutzschalter"
- ISO/IEC 14443 "Type A 13.56 MHz contactless smart card standard"
- EN 62196 "Ladeeinrichtungen für Kfz"

Vorgaben zum Zugang zum Carsharing Angebot:

- diskriminierungsfreier Zugang für alle fahrtüchtigen Personen mit gültiger Fahrerlaubnis;
- Neuregistrierung innerhalb 24 Stunden möglich; Bonitätsprüfung und -bedingungen freibleibend;
- Ausschluss von Kunden nur bei Zahlungsverzug, wiederholter Verursachung von Verkehrsunfällen oder geahndeten Regelverletzungen im Straßenverkehr mit Car-Sharing Fahrzeugen.
- Vorgaben zu Tarifen:
- Inhabern von Dauer- oder Vergünstigungskarten des Öffentlichen Personenverkehrs sind angemessene Vergünstigungen zu gewähren;
- gesonderte Tarife für Studierende und andere Bevölkerungsgruppen, die besonders gefördert werden sollen, sollen in Absprache mit der Stadt eingerichtet werden;
- Tarifverbünde mit anderen Anbietern (VBN, ÖPNV, Car-Sharing, Autovermietung usw.) sind weitestmöglich anzustreben;
- Änderung/Editierung von Buchungen kostenfrei möglich bis 24 Stunden im Voraus; kurzfristigere Änderungen möglich gegen angemessene Gebühr.

Projekt-Kurzbeschreibung

Die E-Mobilitätsstation am Pferdemarkt in Oldenburg soll einen ersten städtischen Fokus für Elektromobilität herstellen. Der Pferdemarkt ist ein zentraler Platz mit Wochenmarkt, Parkfläche und befindet sich an einem Verkehrsknotenpunkt der Stadt. Ein Teil der Stadtverwaltung ist in den alten Kasernengebäuden am Pferdemarkt untergebracht.

Insofern handelt es sich um ein öffentlich sehr sichtbares Projekt mit Signalwirkung. Es umfasst Stellplätze für im Car-Sharing verwaltete Fahrzeuge, die der Stadt, aber auch Privatleuten zur Verfügung stehen sollen. Hinzu kommen Pedelec und E-Lastenfahrrad Lade- und Stellplätze sowie eine öffentlich zugängliche Ladesäule. Es wird ein Technikraum und eine Überdachung errichtet, die eine PV-Anlage trägt. Das benachbarte Imbissgebäude wird einen weiteren Teil der PV-Anlage aufnehmen.

Die Station wird nicht mit Personal bewirtschaftet und muss daher vollautomatisch betrieben werden und vandalismussicher ausgestattet sein.

Die Stadt wird nach Abschluss der Diskussion um die hier vorliegende Vorplanung voraussichtlich eine Ausschreibung des Betriebs der Station vornehmen.

1. Betrieb des Carsharings

Los 1: Fahrzeuge und Ausstattung

1.1 2 Stck. E-Pkw, mindestens 4-Sitzer, „Kompakt“-Klasse (Golf, Leaf, usw.)

Reichweite im Stadtverkehr mindestens 150 km, garantiert für den Winterbetrieb (TA<5°C); Energieverbrauch (ab Ladesäule) unter 20 kWh/100 km; Austausch oder Ertüchtigung der Fahrzeuge, wenn die Batteriekapazität 80 % des Neuwertes unterschreitet

1.1a alt. E-Kleintransporter-Klasse (Kangoo, Berlingo, Caddy etc.)

wie vor, aber ein Fahrzeug in der Ausstattung als Kleintransporter; 4-Sitzer, Rückbank umbaubar zu Ladefläche; Reichweite im Stadtverkehr mindestens 150 km, garantiert für den Winterbetrieb (TA<5°C); Energieverbrauch (ab Ladesäule) unter 25 kWh/100 km; Austausch oder Ertüchtigung der Fahrzeuge, wenn die Batteriekapazität 80 % des Neuwertes unterschreitet

1.1b alt. E-Pkw, mindestens 2-Sitzer, „Mini“-Klasse (VW up, Smart, usw.)

wie 1.1, aber ein Fahrzeug als energiesparendes City-Kleinfahrzeug; mindestens 2-Sitzer; Reichweite im Stadtverkehr mindestens 100 km, garantiert für den Winterbetrieb (TA<5°C); Energieverbrauch (ab

Ladesäule) unter 15 kWh/100 km; Austausch oder Ertüchtigung der Fahrzeuge, wenn die Batteriekapazität 80 % des Neuwertes unterschreitet

1.2 2 Stck. Navigationsgerät, fest eingebaut oder im Fahrzeug per Halterung fest anbringbar
Gerät mit Standard-Funktionen, u.a.

- Sprachwiedergabe;
- Leitung zu Ladesäulen;
- regelmäßiges update der Karten-Daten durch den Betreiber (mindestens 3-monatlich);
- voraussichtliche Reisedauer und -strecke;
- laufende Einbeziehung von Verkehrsdaten.

1.3 6 Stck. Kindersitze

vorzuhalten je 2 Stck. der Klassen Q3/Q6/Q10 nach ECE/UN 129; geprüft nach ECE 44/03 oder höher

1.4 pausch. Ausstattung der Fahrzeuge mit Allwetterreifen

1.4.1 alt. unaufgeforderte Umrüstung von Winter- auf Sommerreifen 2x jährlich

1.5 opt. kurzfristige (6 Std.) Bereitstellung von zusätzlichen Fahrzeugen von anderen Anmietstationen bei Engpässen

Los 2: Buchungssystem

2.1 1 Stck. Buchungssystem zur Anmietung der Fahrzeuge über Internet

Backend computer-system mit GSM-Anbindung (Mobilfunk) zur Kommunikation mit den Fahrzeugen; 24-Std.-Verfügbarkeit; Buchungsportal zur Vorbestellung von Fahrzeugen per Kalender;

Angebot von

- Spontanbuchungen: verfügbare Fahrzeuge zugänglich innerhalb 10 Minuten,
- Vorausbestellungen mindestens 90 Tage,
- Block- und Wiederholungsbuchungen (regelmäßig wiederkehrende Termine/Wochentage, mehrere zusammenhängende Tage),
- Warnmeldungen (SMS), falls Fahrzeug unerwartet nicht verfügbar.

Abrechnung der Fahrzeugmiete direkt oder per monatlicher Sammelrechnung (wählbar durch die Kunden); Anzeige des Ladezustandes und der Restreichweite im Buchungssystem (bei Spontanbuchung).

2.2 1 Stck. Buchungssystem zur Anmietung der Fahrzeuge über mobile App
zusätzlich zu Pos. 2.1: NutzerInnenzugang über GSM und App-Schnittstelle

2.3 pausch. Hotline zur Anmietung der Fahrzeuge über Telefon

24/7 Erreichbarkeit über Telefon ohne zusätzliche Gebühren; Hinterlegung aller Daten im Buchungssystem Pos. 2.1 zur späteren Prüfung/Editierung durch die Kunden per Internet-Zugang

2.4 2 Stck. Bordcomputer

stand-alone Fahrzeugcomputer zur Zugangskontrolle und Kommunikation mit dem Buchungs- und Abrechnungssystem über GSM-Schnittstelle (Mobilfunk); Erfassung und Übertragung aller buchungs- und abrechnungsrelevanten Daten; Prüfung der Zugangsberechtigung (gültige Buchung/ berechnigte/r NutzerIn) via GSM/Buchungssystem und Transponderkarte (RFID chip-Karte); Verifizierung von Spontanbuchungen innerhalb 10 Minuten; Not- und Hilferuffunktion.

2.4a alt. Fahrzeugzugang über Schlüsselsafe

alternativ zu Zugang (Fahrzeugöffnung) über RFID-Karte: Schlüsselsafe mit Zugang über PIN-Nummer

2.5 pausch. 24/7 Hotline

zur Aufnahme von Schadensmeldungen, Pannen, Unfällen und Organisation von Soforthilfe

Los 3: Pflege und Service

- 3.1 pausch. regelmäßige Kontrolle der Fahrzeuge auf Verschmutzung und Beschädigungen, 4x pro Woche
- 3.2 pausch. regelmäßige Kontrolle der Fahrzeuge (Flüssigkeiten, Luftdruck, Fahrzeugfunktionen, Licht), 2x pro Monat
- 3.3 pausch. Stellung von Ersatzfahrzeugen bei Ausfall wegen Reparatur oder Unfall

2. Betrieb des E-Bike und Lastenfahrrad-Verleihs

Los 4: Fahrräder und Ausstattung

4.1 x Stck. Pedelec

Reichweite im Stadtverkehr mindestens xx km, garantiert für den Winterbetrieb (TA<5°C); Energieverbrauch (ab Ladesäule) unter xx kWh/100 km; Austausch oder Ertüchtigung der Batterien, wenn die Kapazität 80 % des Neuwertes unterschreitet

4.2 x Stck. E-Lastenfahrrad

Reichweite im Stadtverkehr mindestens xx km, garantiert für den Winterbetrieb (TA<5°C); Energieverbrauch (ab Ladesäule) unter xx kWh/100 km; Austausch oder Ertüchtigung der Batterien, wenn die Kapazität 80 % des Neuwertes unterschreitet

4.3 3 Stck. Fahrrad-Kindersitze

vorzuhalten für Kleinkinder

4.4 *opt. kurzfristige (6 Std.) Bereitstellung von zusätzlichen Fahrrädern von anderen Anmietstationen bei Engpässen*

Los 5: E-Bike-Buchungssystem

5.1 1 Stck. Buchungssystem zur Anmietung der Fahrräder über Internet

Backend computer-system mit GSM-Anbindung (Mobilfunk) zur Kommunikation mit Apps; 24-Std.-Verfügbarkeit; Buchungsportal zur Vorbestellung per Kalender;

Angebot von

- - Spontanbuchungen: verfügbare E-Bikes zugänglich innerhalb 10 Minuten,
- - Vorausbestellungen mindestens 90 Tage,
- - Block- und Wiederholungsbuchungen (regelmäßig wiederkehrende Termine/Wochentage, mehrere zusammenhängende Tage),
- - Warnmeldungen (SMS), falls Fahrräder unerwartet nicht verfügbar.

Abrechnung der Fahrzeugmiete direkt oder per monatlicher Sammelrechnung (wählbar durch die Kunden); Anzeige des Ladezustandes und der Restreichweite im Buchungssystem (bei Spontanbuchung).

5.2 1 Stck. Buchungszugang zur Anmietung der Fahrzeuge über mobile App

zusätzlich zu Pos. 2.1: NutzerInnenzugang über GSM und App-Schnittstelle

5.3 pausch. Hotline zur Anmietung der Fahrzeuge über Telefon

24/7 Erreichbarkeit über Telefon ohne zusätzliche Gebühren; Hinterlegung aller Daten im Buchungssystem Pos. 2.1 zur späteren Prüfung/Editierung durch die Kunden per Internet-Zugang.

5.4 pausch. Fahrzeugzugang über Schlüsselsafe

Zugang zu Schlüsselsafe über RFID-Karte oder PIN-Nummer.

5.5 pausch. 24/7 Hotline

zur Aufnahme von Schadensmeldungen, Pannen, Unfällen und Organisation von Soforthilfe.

Los 6: Pflege und Service E-Bikes

- 6.1 pausch. regelmäßige Kontrolle der Fahrräder auf Verschmutzung, Beschädigungen und Vollzähligkeit 4x pro Woche;
- 6.2 pausch. regelmäßige Kontrolle der Fahrräder (Elektrik, Elektronik, Reifendruck, Schaltung, Bremsen, Licht) 2x pro Monat;
- 6.3 pausch. Stellung von Ersatzrädern bei Ausfall wegen Reparatur oder Unfall.

3. Betrieb der öffentlichen Ladesäule

Los 7: Betrieb und Abrechnung der Ladesäule(n)

- 7.1 pausch. diskriminierungsfreier Zugang zu der Ladesäule
Vorhalten von Bezahlmöglichkeiten über Mitgliedschaft/Kundenkonto, oder Barzahlung, Kartenzahlung oder SMS-Zahlung ohne Kundenregistrierung
- 7.1a opt. Buchung von Ladevorgängen*
Vorhalten einer Schnittstelle zu Internetzugang oder App, die eine kostenpflichtige Vor-Buchung des Ladezugangs erlaubt
- 7.1b opt. Management von Ladevorgängen*
Schnittstelle zur Übermittlung von SMS-Nachrichten bei Erreichen der Vollladung
- 7.2 pausch. Übermittlung des Betriebszustandes der Ladesäule
Vorhalten einer Fernüberwachungsfunktion zur Betriebsüberwachung und Funktionskontrolle der Ladesäule; Übermittlung des Betriebszustandes an gängige Informationssysteme zur Anzeige in Navigationsgeräten etc.
- 7.3 pausch. Registrierung der Ladesäule in Abrechnungsnetzwerken
Registrierung in mindestens einem der drei gängigsten Abrechnungsnetzwerke zur Erleichterung der Abrechnung und vereinfachtem Zugang für Netzwerkteilnehmer

Los 8: Wartung und Pflege

- 8.1 pausch. regelmäßige Kontrolle der Ladesäule auf Verschmutzung und Beschädigungen, 4x pro Woche;
- 8.2 pausch. regelmäßige Kontrolle der Funktion (Display, Ladevorgang, Kabel), 2x pro Monat;
- 8.3 pausch. 24-Stunden-Service für alle Reparaturen

4. Pflege der Gesamtanlage, inkl. Wartung und Reparatur der Einrichtungen

Los 9: Wartung und Pflege

- 9.1 pausch. regelmäßige Kontrolle der Gesamtanlage auf Verschmutzung und Beschädigungen (ohne technische Einrichtungen der Betreiber und Fahrzeuge) 4x pro Woche;
- 9.2 pausch. regelmäßige Kontrolle der Beschilderungen und Außenbeleuchtung, 2x pro Monat;
- 9.3 pausch. regelmäßige Reinigung der Fahrflächen 1x pro Woche;
- 9.4 pausch. Reinigung der Dachflächen und Regenrinnen/ Ablaufrinnen/ Fallrohre, 2x pro Jahr;
- 9.5 pausch. Reinigung der Gullys und Ölabscheider 4x pro Jahr;
- 9.6 opt. Pflanzbeearbeiten, 1x pro Monat*

Los 10: Reparaturen

Anhang

10.1 pausch. Reparaturen an den in Los 9 eingeschlossenen Anlagenbestandteilen auf separaten Auftrag und Einzelabrechnung

5. Betreuung eines Aufenthaltsraumes

Los 11: Bereitstellung und Betreuung

11.1 jährlich Vorhalten eines Aufenthaltsbereiches für Kunden der E-Mobilstation

als wettergeschützter und beheizter Wartebereich im Zeitraum werktätlich Montag bis Samstag von bis und bis an Sonn- und Feiertagen; mit mindestens 4 Sitzplätzen; kann in den Bewirtungsbereich eines Kiosks integriert sein; kein Verzehrzwang o.ä.

11.2 jährlich Vorhalten eines Informationsbereiches für die E-Mobilstation

als wettergeschützter Bereich zum Auslegen von Broschüren, Flyern usw. für die Station; zugänglich im Zeitraum werktätlich Montag bis Samstag von bis und bis an Sonn- und Feiertagen; kann in den Bewirtungsbereich eines Kiosks integriert sein;

11.3 opt. Grund-Kundenbetreuung der E-Mobilstation

Beantwortung von einfachen Fragen zu Bedienung der Ladesäulen; Weiterleitung von Fragen an die Hotline(s); Auskünfte zu Verantwortlichen und Ansprechpartnern; Herausgabe von Formularen zu Schadensmeldungen usw.

Los 12: Pflege

12.1 jährlich Reinigung und Pflege der Bereiche nach 11.1 und 11.2

6. Betrieb der PV-Anlage

Los 13: Betrieb

13.1 jährlich Überwachung des ordnungsgemäßen Betriebs

Sicherstellung des optimalen Betriebs der Anlage; Abgleich mit Betriebsergebnissen vergleichbarer Anlagen

13.1a opt. Fernüberwachung der Anlage

13.2 jährlich Überprüfung der technischen Funktionen

jährliche Überprüfung der Sicherheit und der Funktionen der Anlage: Notabschaltung, Anzeigen

Los 14: Pflege

14.1 pausch. jährliche Reinigung der Modul-Oberflächen;

14.2 pausch. jährliche Kontrolle der Module auf Beschädigungen;

14.3 pausch. 48-Stunden-Service für alle Reparaturen

7. Energiekostenabrechnung

Los 15: Dokumentation und Abrechnung

15.1 jährlich Zählerablesung und Dokumentation

monatliche Ablesung aller Zählerstände; Dokumentation der Werte; Berechnung der Energieflüsse; jeweils zum Monatsersten bzw. –letzten; Erstellung von monatlichen und Jahres-Bilanzen und Verteilung an die Betreiber; Vergleichsübersichten Jahr auf Jahr

15.1a opt. Energiekostenberechnung (Bedarfsposition)

Ermittlung der intern abzurechnenden Tarife

15.2 jährlich Abrechnung der internen Energielieferungen

Berechnung der abzurechnenden Beträge auf Basis der vereinbarten oder zu bestimmenden (ggf. Pos. x.1a) Tarife

8. Werbung und Öffentlichkeitsarbeit

Los 16: Corporate Identity

16.1 pausch. Erstellung von Logo und CI Elementen für die Gesamt-Station

unter Einbeziehung und Kostenbeteiligung der verschiedenen Betreiber; Entwurf, Abstimmung und Vorlagen für Druck und elektronische Medien

Los 17: Drucksachen

17.1 pausch. Erstellung von Werbeflyern für die Gesamt-Station

unter Einbeziehung und Kostenbeteiligung der verschiedenen Betreiber; Entwurf, Abstimmung und Druckvorlage

17.2 1.000 Stck. Druck und Verteilung Flyer

Los 18: Medienkampagnen und Kommunikation

18.1 pausch. Erstellung eines Konzeptes für die regelmäßige Kommunikation mit registrierten Kunden

Konzept für Kommunikationskanäle (Blog, Twitter-Account, Facebook-Seite, Newsletter oder ähnliches), sowie Inhalte und Frequenz

18.2 pausch. Erstellung eines Konzeptes für die regelmäßige Kommunikation mit der Öffentlichkeit

Konzept für Kommunikationskanäle (Blog, Twitter-Account, Facebook-Seite, Newsletter oder ähnliches), sowie Inhalte und Frequenz

18.3 jährlich Durchführung der Kommunikation nach x.1 und x.2

nach zu vereinbarem Umfang; Kosten pro Jahr

18.4 jährlich Durchführung der Presse- und Medienarbeit parallel zu x.3

nach zu vereinbarem Umfang; Erstellung von Pressemitteilungen, Organisation von Presseterminen, Organisation von Radio- und Fernseh-Events; Kosten pro Jahr