

**Bericht zum Beratungsprojekt  
„Fuhrparkoptimierung durch Elektromobilität für einige  
Mitgliedsorganisationen des Klimapakts Flensburg“**

erstellt durch:

Knut Petersen, Seniorberater der EcoLibro GmbH,  
Lindlaustraße 2C, 53842 Troisdorf, [knut.petersen@ecolibro.de](mailto:knut.petersen@ecolibro.de), Tel.: 02241 265990

Im Auftrag der:



Gefördert durch:

Gefördert durch:



Koordiniert durch:



## Impressum

**Titel:** "Fuhrparkoptimierung durch Elektromobilität für einige Mitgliedsorganisationen des Klimapakts Flensburg"

**Auftraggeber:** Klimapakt Flensburg e.V.  
c/o Stadtwerke Flensburg GmbH  
Batteriestraße 48  
24939 Flensburg

**Auftragnehmer:** EcoLibro GmbH  
Dipl.-Kfm. Knut Petersen  
Lindlaustraße 2C, 53842 Troisdorf  
Tel.: 02241 265990  
E-Mail: Knut.Petersen@ecolibro.de

**Datum:** 10.08.2017

## Inhalt

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Ausgangssituation und Zielsetzung des Projekts.....   | 4  |
| 2   | Beschreibung des allgemeinen Projektablaufs und der Methodik.....   | 5  |
| 2.1 | Analysephase.....   | 5  |
| 2.2 | Workshops .....   | 5  |
| 2.3 | Projektdokumentation.....   | 6  |
| 3   | Beschreibung der eingesetzten Analysebausteine .....  | 7  |
| 3.1 | Ermittlung von Fahrprofilen .....   | 7  |
| 3.2 | Wirtschaftlichkeitsberechnung.....  | 8  |
| 3.3 | FLEETRIS-Grobanalyse.....   | 9  |
| 4   | Zusammenfassung der Ergebnisse der Projektteilnehmer .....  | 11 |
| 4.1 | Technisches Betriebszentrum Flensburg AöR .....   | 11 |
| 4.2 | Adelby 1 Kinder- und Jugenddienste gGmbH .....  | 12 |
| 4.3 | Selbsthilfe – Bauverein eG Flensburg.....   | 14 |
| 4.4 | Industrie- und Handelskammer zu Flensburg.....  | 15 |
| 4.5 | Malteser Norddeutschland gGmbH .....  | 16 |
| 4.6 | Flensburger Arbeiter Bauverein eG .....   | 17 |
| 4.7 | Förde Direkt Service GmbH .....   | 19 |
| 5   | Umsetzung in die Praxis und Ableitung für weitere Organisationen.....   | 22 |
| 5.1 | Elektrofahrzeuge .....  | 22 |
| 5.2 | Kostenvergleich.....  | 25 |
| 5.3 | Ladeinfrastruktur - Anforderungen und potenzielle Anbieter .....  | 26 |
| 5.4 | Fahrzeugpooling zur Optimierung der Auslastung und<br>Spitzenbedarfsdeckung durch externe Mobilitätsangebote..... | 28 |
| 5.5 | Anforderungen an eine Dispositionssoftware für einen Fahrzeugpool.....  | 28 |
| 5.6 | Weitere Empfehlungen.....   | 29 |
| 6   | Fazit.....  | 31 |

## **1 Ausgangssituation und Zielsetzung des Projekts**

Das Thema klimafreundliche Mobilität ist für den Klimapakt Flensburg e.V. (Klimapakt) bereits seit längerer Zeit ein strategisches Handlungsfeld. Bereits im Jahr 2010 wurde mit finanzieller Unterstützung die Ansiedlung des Leihradsystems nextbike in Flensburg initiiert. Weiterhin ist es dem Klimapakt durch ein kooperatives Gemeinschaftshandeln im Jahr 2015 gelungen, ein CarSharing-System mit anfänglich 10 Fahrzeugen in der Stadt einzuführen. Mittlerweile ist das CarSharing in Flensburg etabliert und verfügt über 14 Fahrzeuge an sechs Stationen. In den Fuhrparks der Mitgliedsorganisationen werden bereits 13 Elektrofahrzeuge betrieben (Stand Anfang 2016). Mit dem hier beschriebenen Projekt soll ein Beitrag dazu geleistet werden diese Zahl zu erhöhen.

Mit dem Projekt „Fuhrparkoptimierung durch Elektromobilität“ wurde durch den Klimapakt das Ziel verfolgt mehreren Mitgliedern die Potenziale der Umrüstung auf Elektrofahrzeuge transparent zu machen. Innerhalb des Projektes sollten sie bei der Beantwortung von vertiefenden Fragen, die sich im Zusammenhang mit der Einführung von Elektromobilität stellen, unterstützt werden. Zu diesen Fragestellungen gehören Themen, wie die Reichweite sowie die Wirtschaftlichkeit der Elektrofahrzeuge. Den teilnehmenden Mitgliedsorganisationen sollten konkrete Informationen zur Verfügung gestellt werden, um Investitionsentscheidungen bei der Beschaffung von Elektrofahrzeugen und der erforderlichen Ladeinfrastruktur treffen zu können. Neben dieser fahrzeugbezogenen Betrachtung sollten ebenfalls bei ausgewählten Betrieben mittels Fahrdatenanalysen die Potenziale von Organisationsveränderungen aufgezeigt werden. Wo immer möglich sollten auch allgemeine Hinweise zur Verbesserung der betrieblichen Mobilität getätigt werden.

An dem Projekt nahmen mit dem Technisches Betriebszentrum Flensburg AÖR, der Adelby 1 Kinder- und Jugenddienste gGmbH, dem Selbsthilfe - Bauverein eG Flensburg, der Industrie- und Handelskammer zu Flensburg, der Malteser Norddeutschland gGmbH, dem Flensburger Arbeiter Bauverein eG und der Förde Direkt Service GmbH sieben Mitgliedsorganisation des Klimapaktes teil. Mit dem Holländerhof, der Fachhochschule Flensburg AÖR und Europa-Universität Flensburg AÖR haben drei weitere Mitglieder phasenweise im Projekt mitgewirkt. Aus Kapazitätsgründen oder mangels, nach eigener Einschätzung, geeigneter Fahrzeuge für die Betrachtung, sind diese später ausgestiegen. Die Förde Direkt Service GmbH mit ihrem vergleichsweise großen Fuhrpark konnte daraufhin kurzfristig für die Teilnahme gewonnen werden.

## 2 Beschreibung des allgemeinen Projektablaufs und der Methodik

Das Projekt lief über einen Zeitraum von vier Monaten (März bis Juni 2017) und bestand aus einer Analysephase, zwei gemeinsamen Workshops, einem Präsentationstermin sowie der Ergebnisdokumentation.

### 2.1 Analysephase

Die Analysephase zog sich nahezu über den gesamten Projektzeitraum. Sie begann im März mit der Abstimmung und Bereitstellung der Fahrzeug- und Fahrdaten und endete Anfang Juni mit der Präsentation der Ergebnisse sowie der Aussprache der Empfehlungstendenzen. Auf der Basis der bereitgestellten Fahrzeug- und Fahrdaten wurden mehrere Analysen durchgeführt. Hierzu gehörte die **Ermittlung eines Fahrprofils** für die einzelnen Fahrzeuge. Dieses Profil sollte Aufschluss darüber geben, welche elektrischen Reichweiten für die einzelnen Fahrzeuge zukünftig erforderlich sind. Weiterhin wurde hieraus abgeleitet, welche Anforderungen an eine Leistungsfähigkeit der Ladeinfrastruktur gestellt werden müssen.

Für die Förde Direkt Service GmbH wurde auf der Grundlage der bereitgestellten Fahrdaten eine **FLEETRIS-Grobanalyse** durchgeführt. Ziel dieser Analyse war es das Potenzial eines Fahrzeugpoolings transparent zu machen. Diese Form der Analyse simuliert einen optimierten Fahrzeugeinsatz, wie er im Falle eines Poolings stattfinden würde.

Um die gelebte Mobilitätspraxis und die jeweiligen Rahmenbedingungen der einzelnen Projektteilnehmer besser einschätzen zu können, wurden **Telefoninterviews** mit allen teilnehmenden Betrieben geführt. In diesen Interviews wurden anhand eines Gesprächsleitfadens Themen, wie Fuhrparkmanagement, Einsatzplanung, Mobilität im Nahbereich, Dienstreisen und Mitarbeitermobilität besprochen.

Einen umfangreichen Bestandteil, der innerhalb des Projektes durchgeführten Analysen, bildeten die **Wirtschaftlichkeitsberechnungen**. In insgesamt 25 Vergleichsrechnungen wurden die Kosten der betrachteten Fahrzeuge der teilnehmenden Betriebe den Kosten vergleichbare Elektrofahrzeuge gegenübergestellt. Durch diese Vollkostenbetrachtung sollte dargestellt werden, unter welchen Rahmenbedingungen (Laufleistung und Haltedauer) Elektrofahrzeuge bereits jetzt wirtschaftlich betrieben werden können.

### 2.2 Workshops

In zwei Workshops wurden gemeinsam mit den Vertreter/-innen der teilnehmenden Betriebe unterschiedliche Fragestellungen zur Elektromobilität diskutiert und ausgewählte Themen vertiefend bearbeitet.

Unter der Überschrift „Strukturelle Einbindung von Elektromobilen in den Fuhrpark“ wurde der erste Workshop Ende März durchgeführt. In diesem Workshop wurden zu Beginn die Trends und zukünftigen Entwicklungen der Mobilität dargestellt. In einer Arbeitsphase wurden u.a. Maßnahmen erarbeitet, die Elektromobilität in einer Organisation fördern können. Zum Ende des Workshops wurden noch Analysen vorgestellt, die eine strukturelle Einbindung von Elektromobilen unterstützen.

In dem Mitte Juni durchgeführten zweiten Workshop („vom Plan zur Umsetzung“) wurden zu Beginn einige Fragestellungen beantwortet, die sich im Laufe des Projektes angesammelt

hatten. In zwei Arbeitsphasen wurden zunächst die Anforderungen an eine Dispositionssoftware erarbeitet, um dann die zu beantwortenden Fragestellungen vor der Beschaffung einer Ladeinfrastruktur zu entwickeln. In der Mittagspause konnten in einem Praxisteil mit einem Elektrolastenrad und einem E-Pkw (Nissan Leaf) Probefahrten durchgeführt werden. Darüber hinaus wurde durch die Stadtwerke Flensburg mit dem Nissan e-NV 200 ein elektrischer Kleintransporter vorgestellt.

### **2.3 Projektdokumentation**

Neben diesem Abschlussbericht wurden für die einzelnen Projektteilnehmer individuelle Berichte erstellt, in denen die Analyseergebnisse und Empfehlungen je Betrieb zusammengefasst wurden.

Bestandteile dieses Abschlussberichtes sind neben der Ergebniszusammenfassung der verschiedenen Analysen auch die Rechercheergebnisse zu den aktuell marktgängigen Elektrofahrzeugen und den Anbietern für Ladeinfrastruktur. Beides ist als Anlage dem Bericht beigelegt.

### 3 Beschreibung der eingesetzten Analysebausteine

In der Analysephase des Projektes kamen unterschiedliche Bausteine zum Einsatz, die zum Teil bereits im vorhergehenden Abschnitt kurz angerissen wurden. In diesem Abschnitt sollen diese Analysebausteine anhand von einzelnen Beispielen aus dem Projekt näher beschrieben werden.

#### 3.1 Ermittlung von Fahrprofilen

Auch wenn mittlerweile Elektrofahrzeuge auf dem Markt verfügbar sind, die realistische Reichweiten von über 300 km ermöglichen, gibt ein Fahrprofil darüber Aufschluss, wo potenzielle Einschränkungen zu erwarten sind. Auf diese Weise kann beispielsweise dargestellt werden, für welchen Anteil der Fahrten bei Einsatz eines Elektro-Pkw zukünftig auf ein Fahrzeug mit konventionellem Antrieb zurückgegriffen werden müsste.

Vor diesem Hintergrund wurden u.a. von der IHK Flensburg Fahrdaten, für die in dem Projekt betrachteten Fahrzeuge (VW Polo, VW up! und VW Golf), zur näheren Analyse zur Verfügung gestellt. Hierbei wurden die Fahrdaten jeweils für einen Zeitraum von sechs Wochen betrachtet (01.03.-13.04.2017). Die folgenden beiden Abbildungen stellen die Analyse der Fahrprofile des VW Polo und des VW up! der IHK dar.

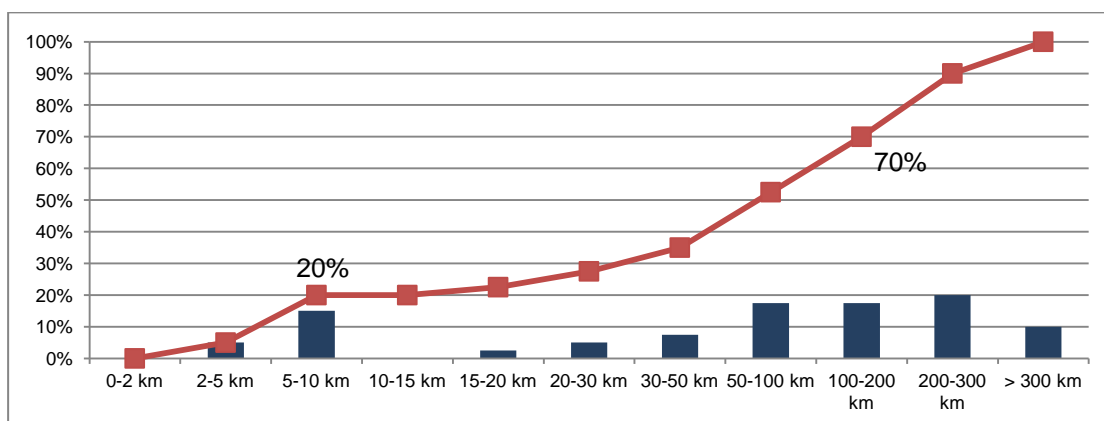


Abb. 1: Zurückgelegte Entfernungen des FL-HK 6000 (VW Polo)

Das in Abbildung 1 dargestellte Fahrprofil des VW Polo (Poolfahrzeug) mit Kennzeichen FL-HK 6000 zeigt, dass 70% der mit dem Pkw durchgeführten Fahrten nicht länger als 200 km sind. Unter der Annahme, dass diese Distanz künftig ohne weiteres mit einem E-Fahrzeug zurückgelegt werden kann, sind bei diesem Fahrprofil somit für 30% der Fahrten Einschränkungen bei dem Einsatz eines Elektrofahrzeugs zu erwarten. Gleichzeitig sind aber 20% der durchgeführten Fahrten nicht länger als 10 km. Bei diesen Strecken könnte dagegen über den Einsatz von Zweirädern, wie Pedelecs<sup>1</sup> oder E-Lastenrädern nachgedacht werden.

Das in Abbildung 2 dargestellte Fahrprofil des VW up! mit Kennzeichen FL-HK 6006 zeigt einen noch höheren Anteil an Fahrten, die problemlos mit einem Elektrofahrzeug zurückgelegt werden könnten. Hier gab es in dem Betrachtungszeitraum lediglich 5% der Fahrten, die länger waren als 200 km. 14% der Fahrten lagen in der Reichweite von bis zu 10 Kilometern.

<sup>1</sup> Ein Pedelec (Kofferwort für *Pedal Electric Cycle*) ist eine Ausführung eines Elektrofahrrads, bei der der/die Fahrer/-in von einem Elektroantrieb nur dann unterstützt wird, wenn er gleichzeitig selbst die Pedale tritt.

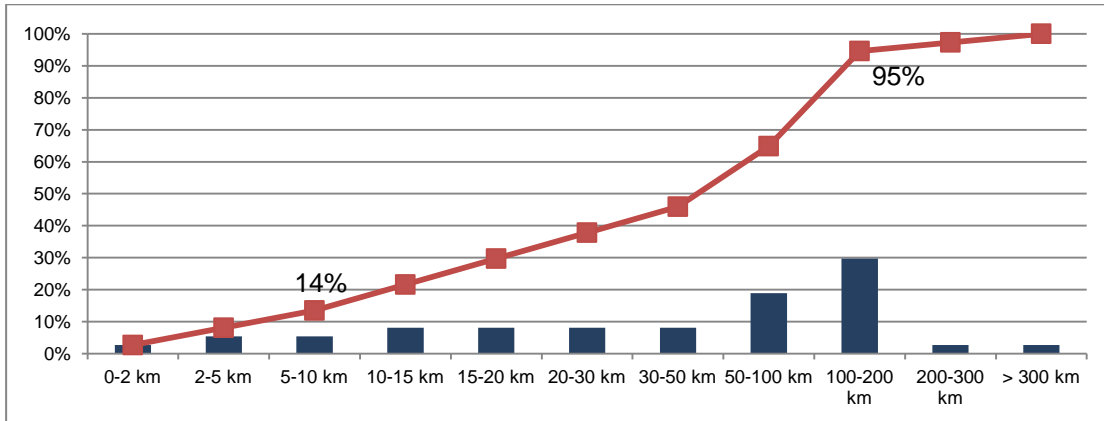


Abb. 2: Zurückgelegte Entfernungen des FL-HK 6006 (VW up!)

Nicht alle am Projekt beteiligten Betriebe führen analoge oder elektronische Fahrtenbücher, so dass die oben dargestellte Analyse der Fahrprofile nicht durchgeführt werden konnte. Bei den Fahrzeugen dieser Betriebe wurde die Jahreslaufleistung auf die Nutzungstage des Jahres verteilt. Bei Fahrzeugen mit einer privaten Nutzung wurden hierfür 365 Tage pro Jahr angesetzt. Für Fahrzeuge, die lediglich dienstlich eingesetzt werden, wurden hier 220 Tage veranschlagt. Dieser Betrachtungsweise liegt die Annahme zu Grunde, dass der Mobilitätsbedarf keinen großen Schwankungen unterliegt.

### 3.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Neben der begrenzten Reichweite stehen die vergleichsweise hohen Anschaffungskosten einer Beschaffung von Elektrofahrzeugen entgegen. In einer Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden daher die Vollkosten der ausgewählten Fahrzeuge denen möglichst vergleichbarer Elektrofahrzeuge gegenübergestellt. Die Vollkostenrechnung bezieht dabei alle mit der Beschaffung und Nutzung der Fahrzeuge verbundenen Kosten (Treibstoff, Versicherung, Abschreibung, Kfz-Steuer, Wartung etc.) in die Berechnung ein. Sie erfasst sowohl fixe Kosten (Bereitschaftskosten wie z.B. Wertverlust, Versicherung, Steuer) als auch variable Kosten (z.B. Kraftstoff, Wartung, Instandhaltung und Reparaturen). Als Kostengrundlage wurden in dieser Berechnung die Daten des ADAC-Fahrzeugkostenrechners zugrunde gelegt.

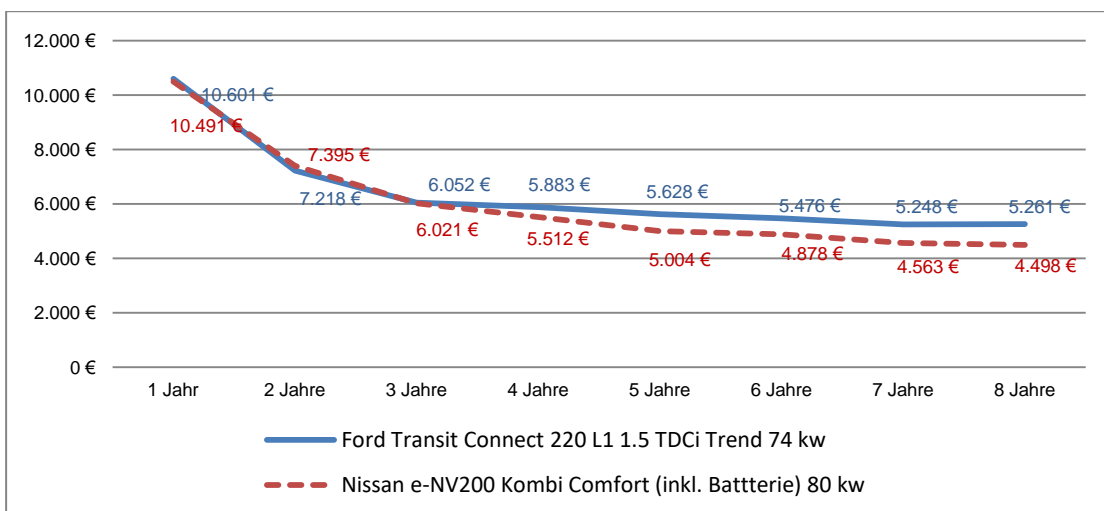


Abb. 3: Wirtschaftlichkeitsvergleich Ford Transit Connect mit Nissan e-NV 200 Kombi



Abbildung 3 zeigt den Vollkostenvergleich eines Ford Transit Connect der Malteser Norddeutschland gGmbH (Malteser) mit einem Nissan e-NV 200 Kombi. Der Betrachtung liegt eine Jahreslaufleistung von 15.000 km zugrunde, da das betrachtete Fahrzeug der Malteser über eine entsprechende Jahreslaufleistung verfügt. In der Abbildung werden die Vollkosten pro Jahr bei einer Haltedauer von einem bis zu acht Jahren dargestellt. Somit würde bei einer Haltedauer von einem Jahr der Nissan e-NV 200 Vollkosten in Höhe von ca. 10.500 € verursachen, der Ford Transit Connect von ca. 10.600 €. Hier hätte der Stromer somit bereits einen geringen Kostenvorteil. Werden beide Fahrzeuge über einen Zeitraum von acht Jahren im Betrieb gehalten, dann fällt der Kostenvorteil mit über 700 € pro Jahr noch deutlicher aus.

### 3.3 FLEETRIS-Grobanalyse

Ein gezieltes Fahrzeugpooling hat potenziell gleich mehrere positive Effekte zur Folge. So werden beispielsweise die gepoolten Fahrzeuge für mehrere Nutzer/-innen verfügbar gemacht. Dies führt in der Regel zu einer erhöhten Auslastung der Fahrzeuge. Die auf diese Weise erhöhten Laufleistungen der einzelnen Fahrzeuge sorgen für einen wirtschaftlicheren Einsatz von Elektrofahrzeugen, da sich die geringeren Betriebskosten dieser Fahrzeuge positiv auswirken können. Weiterhin ist ein gut konfigurierter und organisierter Fahrzeugpool für die Nutzer/-innen vorteilhaft. Diese haben nämlich bei einem Fahrzeugpool die Möglichkeit auf ein in Größe, Ausstattung und Motorisierung bedarfsgerechtes Fahrzeug zurückzugreifen.

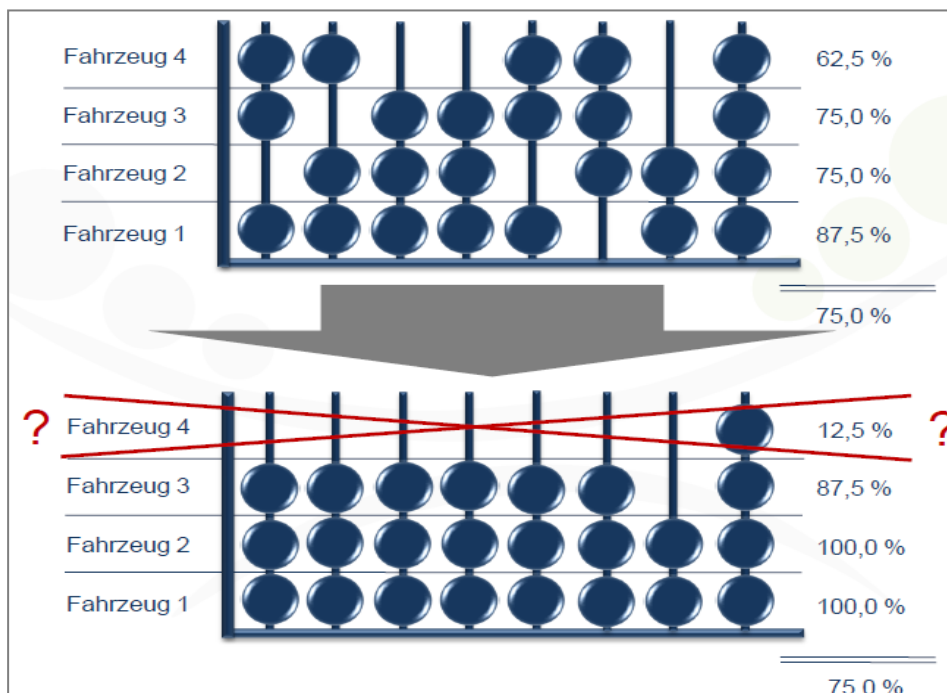


Abb. 4: Prinzipdarstellung einer FLEETRIS-Analyse

Die FLEETRIS-Grobanalyse bietet die Möglichkeit ein Fahrzeugpooling zu simulieren, um damit das bestehende Potenzial zu ermitteln. Wie oben beschrieben, wurde eine solche Analyse bei der Förde Direkt Service GmbH (FDS) durchgeführt. Das Ergebnis dieser Form der Fahrdatenauswertung ist dabei eine graphische Darstellung der Fahrtabschnitte der einzel-

nen Fahrzeuge sowie eine graphische Darstellung des Fahrzeugbedarfs bei optimierter Disposition der betrachteten Fahrzeuge. Die Analyse findet dabei unterteilt nach den verschiedenen Fahrzeugklassen und Standorten statt. In Abbildung 4 wird das Grundprinzip einer FLEETRIS-Analyse dargestellt. Dabei stellt die obere Grafik eine vereinfachte Ist-Nutzung eines Fuhrparks von vier Fahrzeugen an acht Tagen dar. Die Kugeln symbolisieren dabei den zeitlichen Einsatz des jeweiligen Fahrzeugs. Die dargestellten Fahrzeuge werden in dem Betrachtungszeitraum zwischen 62,5 % und 87,5 % ausgelastet. Über alle Fahrzeuge ergibt dies eine Auslastung von 75,0 %. Die zweite Grafik zeigt denselben Mobilitätsbedarf, allerdings mittels der FLEETRIS-Systematik verteilt auf so wenige wie mögliche Fahrzeuge. Auf diese Weise wird die Bedarfsspitze transparent gemacht.

Das in Abbildung 4 dargestellte Prinzip liegt der in dem Projekt durchgeführten **FLEETRIS**-Grobanalyse zugrunde. Bei der FDS wurde diese Methode für insgesamt acht Fahrzeugen (zwei Pkw, sechs Kleintransporter) in einem Betrachtungszeitraum von drei Wochen (24.04. bis 15.05.) durchgeführt. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis für eine gemeinsame Betrachtung der acht Fahrzeuge:

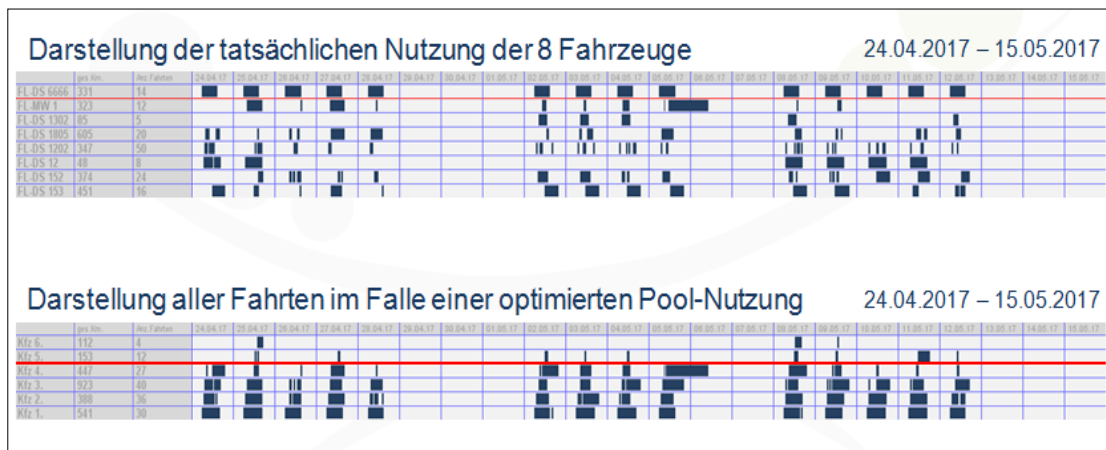


Abb. 5: Beispielhafte FLEETRIS-Darstellung

Dabei stellt die Grafik im oberen Bereich der Abbildung die tatsächliche Nutzung der Fahrzeuge dar. Die Grafik im unteren Teil der Abbildung visualisiert den Bedarf an Fahrzeugen bei optimierter Disposition, beispielsweise durch ein konsequentes Fahrzeugpooling. Unterhalb der roten Linie befindet sich der Grundbedarf, also der Bedarf an Fahrzeugen, die regelmäßig benötigt werden. Oberhalb der roten Linie befindet sich der Spitzenbedarf, für den ein Vorhalten von eigenen Ressourcen nicht wirtschaftlich ist.

Unter der Annahme, dass die betrachteten Fahrzeuge gleichartig eingesetzt werden können, und dass die analysierten drei Wochen repräsentativ sind, würden hier vier Fahrzeuge ausreichen, um den Grundbedarf zu decken.

## **4 Zusammenfassung der Ergebnisse der Projektteilnehmer**

Sieben Mitgliedsunternehmen des Klimapakts Flensburg e.V. haben das Projekt komplett durchlaufen. Die Analyseergebnisse sowie die daraus abgeleiteten Empfehlungen wurden den Betrieben in Form von individuellen Projektberichten zur Verfügung gestellt. In diesem Abschnitt sollen nun die wesentlichen Ergebnisse je Organisation zusammengefasst dargestellt werden.

Die Empfehlungen wurden in die drei Bereiche Elektrofahrzeuge, Leistungsfähigkeit der Ladeinfrastruktur und allgemeine Empfehlungen unterteilt. Zur Definition der zu empfehlenden Ladeinfrastruktur hinsichtlich der Ladeleistung wurden das Ladeprofil, die Batteriekapazität sowie die maximale Ladeleistung der Fahrzeuge berücksichtigt. Hierbei ergibt sich die erforderliche Ladeleistung aus der Batteriekapazität des Fahrzeugs dividiert durch die Anzahl der Stunden, an denen das Fahrzeug am Betriebsstandort geladen werden könnte. Es wird dabei davon ausgegangen, dass ein Fahrzeug, das lediglich dienstlich genutzt wird über Nacht ca. 10 Stunden geladen werden kann. Da Fahrzeuge mit einer privaten Nutzung in der Regel nachts nicht am Betriebsstandort stehen und die Möglichkeit des Ladens am Wohnort nicht immer gegeben ist, wurde hier lediglich das Laden am Arbeitsort betrachtet. Je nach Einsatzprofil wurde eine unterschiedlich lange Stand- bzw. Ladezeit am Betriebsort angenommen. Diese wurde zwischen drei und sechs Stunden angenommen.

Bei den allgemeinen Empfehlungen wurde bei allen Projektteilnehmern auf die Stärkung der alternativen Verkehrsmittel während der Arbeitszeit, aber auch auf dem Arbeitsweg hingewiesen. Hierzu gehört beispielsweise eine konkrete Betrachtung der aktuellen Möglichkeiten der ÖPNV-Angebote für die jeweiligen Fahrziele, oder auch die Unterstützung der Bildung von Fahrgemeinschaften auf dem Arbeitsweg durch die Bewerbung der Klimapakt-Gruppe bei dem Fahrgemeinschaftsanbieter Fliinc. Diese Empfehlungen werden aus diesem Grund in der Folge nicht bei den einzelnen Projektteilnehmern aufgeführt.

### **4.1 Technisches Betriebszentrum Flensburg AöR**

Das Technische Betriebszentrum Flensburg AöR (TBZ) ist der zentrale Dienstleister für die Stadt Flensburg. Insgesamt rund 480 MitarbeiterInnen sind mit ca. 200 Fahrzeugen in den Aufgabengebieten Abfallbeseitigung, Stadtreinigung, Entwässerung/Klärwerk, Straßenbau und Grünflächenpflege/Forst tätig.

Von den 35 Pkw wurden 21 Pkw lediglich durch das TBZ beschafft und werden durch die Dienststellen der Stadtverwaltung Flensburg genutzt. 13 Pkw und die E-Roller sind im TBZ einzelnen Abteilungen zugeordnet und werden durch diese genutzt. Ein Pkw (VW Caddy 7-Sitzer) und drei Pedelecs werden als Poolfahrzeug genutzt. Die Reservierung und Buchung findet über GroupWise (E-Mail- und Terminplanungssoftware) statt.

Für eine vertiefende Einzelbetrachtung hinsichtlich der Fahrprofile und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen wurden vier Pkw betrachtet. Hierbei handelte es um zwei Opel Corsa, einen VW Golf Variant und einen Citroen C1 aus vier unterschiedlichen Abteilungen.

#### 4.1.1 Ergebnisse der Analysen

Die Auswertung der Fahrprofile der betrachteten Fahrzeuge führte zu dem Ergebnis, dass alle analysierten Fahrten in einer elektrifizierbaren Reichweite (weniger als 200 km) stattfanden.

Der Vollkostenvergleich eines Opel Corsa mit einem Renault Zoe (22 kWh Akku) bei einer Haltedauer von acht Jahren und einer Jahreslaufleistung von 3.000 km führte zu dem Ergebnis, dass der Stromer lediglich ca. 300 € mehr Kosten verursacht. Die Kostenvergleiche eines Citroen C1 mit einem VW e-up! sowie eines VW Golf Variant mit einem Nissan Leaf führten zu vergleichbaren Ergebnissen.

#### 4.1.2 Empfehlungen

Unter Berücksichtigung der genannten Laufleistungen und der aktuell auf dem Fahrzeugmarkt verfügbaren Elektrofahrzeuge können für die ausgewählten Pkw des TBZ folgende Elektrofahrzeuge empfohlen werden:

| Fahrzeug        | Laufleistung p.a. | Ø Laufleistung/ Arbeitstag | E-Fahrzeug           | Reichweite (NEFZ <sup>2</sup> ) | Batteriekapazität |
|-----------------|-------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|
| Opel Corsa      | 2.852 km          | 13 km                      | Renault Zoe (22 kWh) | 240 km                          | 22 kWh            |
| Opel Corsa      | 4.335 km          | 20 km                      | Renault Zoe (22 kWh) | 240 km                          | 22 kWh            |
| VW Golf Variant | 7.236 km          | 33 km                      | VW e-Golf            | 300 km                          | 36 kWh            |
|                 |                   |                            | Nissan Leaf (30 kWh) | 250 km                          | 30 kWh            |
| Citroen C1      | 6.148 km          | 28 km                      | VW e-up!             | 160 km                          | 19 kWh            |

Abb. 6: Für die Fahrzeugauswahl empfohlene E-Fahrzeuge

Vor dem Hintergrund, dass die Dienstfahrzeuge des TBZ ausschließlich dienstlich eingesetzt werden, kann davon ausgegangen werden, dass sie nachts mehr als 10 Stunden geladen werden können. Unter Berücksichtigung der täglichen Laufleistungen und den Batteriekapazitäten der empfohlenen Fahrzeuge ergeben sich für die Leistungsfähigkeit der Ladeinfrastruktur keine besonderen Anforderungen.

Bei den allgemeinen Empfehlungen für das TBZ liegt der Schwerpunkt bei der Einführung eines umfassenden Fahrzeugpoolings unter Einbindung einer Dispositionssoftware. Hierbei wurde auch darauf hingewiesen, dass auch die Software des örtlichen CarSharing-Anbieters (cambio) eine interessante Alternative sein könnte.

#### 4.2 Adelby 1 Kinder- und Jugenddienste gGmbH

Die Adelby 1 Kinder- und Jugenddienste gGmbH (Adelby 1) ist Träger von integrativ und inklusiv arbeitenden Kindertagesstätten, einer Unternehmenskita, Familienzentren, einer mobilen Frühförderung, einer Beratungsstelle für Integration und schulischen Hilfen. Mehr als 900 Kinder werden durch ca. 500 Mitarbeitende betreut.

Der Fuhrpark von Adelby 1 besteht aus insgesamt 18 Fahrzeugen (9 8-Sitzer, 2 Kleintransporter und 7 Pkw). Für eine vertiefende Einzelbetrachtung hinsichtlich der Fahrprofile und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen wurden drei Fahr-

<sup>2</sup> NEFZ – Neuer Europäischer Fahrzyklus

zeuge betrachtet. Hierbei handelte es um einen Ford Transit (2-Sitzer), einen Ford Fiesta und den Ford Kuga des Geschäftsführers.

#### 4.2.1 Ergebnisse der Analysen

Für die Auswertung der Fahrprofile der betrachteten Fahrzeuge konnte lediglich auf die Jahreslaufleistung zurückgegriffen werden. Bei der Verteilung dieser auf die Nutzungstage wurden Tageslaufleistungen zwischen 28 und 102 Kilometer ermittelt. Unter der Annahme eines weitestgehend gleichmäßigen Fahrzeugeinsatzes kann somit davon ausgegangen werden, dass die meisten Fahrten in einer elektrifizierbaren Reichweite stattfinden.

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden für die o.g. drei Fahrzeuge Vollkostenvergleiche mit Elektrofahrzeugen durchgeführt. Hierbei wurde der Ford Transit Connect mit einem Nissan e-NV 200 verglichen. Bei einer Jahreslaufleistung von 11.000 km konnte der Stromer unabhängig von der Haltedauer den Vergleich für sich entscheiden. Bei einer Haltedauer von acht Jahren würde der Kostenvorteil bei mehr als 700 € pro Jahr liegen. Die Gegenüberstellung des Ford Fiesta mit einem Renault Zoe (mit 22 kWh Akku) bei 10.500 km Jahreslaufleistung und acht Jahren Nutzungszeit geht mit ca. 150 € pro Jahr zugunsten des Fiesta aus. Im Vergleich des Ford Kuga mit einem VW e-Golf<sup>3</sup> bei einer Jahreslaufleistung von 37.000 km hat dagegen das Elektroauto unabhängig von der Haltedauer einen Kostenvorteil.

#### 4.2.2 Empfehlungen

Unter Berücksichtigung der genannten Laufleistungen und der aktuell auf dem Fahrzeugmarkt verfügbaren Elektrofahrzeuge können für die ausgewählten Pkw der Adelby 1 folgende Empfehlungen ausgesprochen werden:

| Fahrzeug             | Laufleistung p.a. | Ø Laufleistung / Arbeitstag | E-Fahrzeug            | Reichweite (NEFZ) | Batteriekapazität |
|----------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Ford Transit Connect | 11.200 km         | 51 km                       | Nissan e-NV 200 Kombi | 170 km            | 24 kWh            |
| Ford Fiesta          | 10.400 km         | 28 km                       | Renault Zoe (22 kWh)  | 240 km            | 22 kWh            |
| Ford Kuga            | 37.200 km         | 102 km                      | VW e-Golf             | 300 km            | 36 kWh            |

Abb. 7: Für die Fahrzeugauswahl empfohlene E-Fahrzeuge

Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit ist unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Faktoren eine Ladeinfrastruktur mit einer Leistungsfähigkeit von 11 bis 22 kW für die Betriebsstandorte der Adelby 1 zu empfehlen. Dies hängt ursächlich damit zusammen, dass zwei der drei Fahrzeuge ebenfalls privat genutzt werden, so dass am Betriebsstandort nur eine begrenzte Zeit zum Laden bleibt. Beim VW e-Golf ist weiterhin zu berücksichtigen, dass dieser lediglich über eine maximale AC-Ladeleistung von 5,3 kW verfügt, so dass trotz einer 22 kW Ladeinfrastruktur eine 100 Prozent-Ladung des 36 kWh Akkus ca. 7 Stunden benötigen würde. Somit wäre es ebenfalls erforderlich am Wohnort eine Ladeinfrastruktur einzurichten.

<sup>3</sup> Bei dem Ford Kuga handelt es sich um einen Sport Utility Vehicle (SUV). Für diese Fahrzeugklasse gibt es derzeit lediglich den Tesla Model X als marktfähiges Elektrofahrzeug. Das „Einstiegsmodell“ kostet aktuell 107.000 €. Aus diesem Grund wurde aufgrund der Fahrzeuggröße der VW e-Golf als Alternative gewählt.

Bei den allgemeinen Empfehlungen sind hier insbesondere die Erweiterung des Fahrzeugpools um Zweiräder (Fahrräder, Pedelecs und Lastenräder) sowie die Durchführung einer Proberechnung der bestehenden Touren mittels einer Tourenoptimierungssoftware zu nennen.

### **4.3 Selbsthilfe – Bauverein eG Flensburg**

Der Selbsthilfe-Bauverein eG (SBV) ist die größte Wohnungsbaugenossenschaft in Flensburg. Zum SBV-Bestand zählen rund 7.000 Wohnungen mit insgesamt 415.000 m<sup>2</sup> Wohnfläche, sowie Gewerbeeinheiten, Garagen und Pkw-Stellplätze im gesamten Flensburger Stadtgebiet. Daneben verwaltet der SBV zusätzlich rund 4.500 Immobilien. Die Genossenschaft hat rund 9.400 Mitglieder mit mehr als 100.000 Geschäftsanteilen<sup>4</sup>.

Der Fuhrpark des SBV besteht aus insgesamt 33 Fahrzeugen (15 Pkw, 17 Kleintransporter und 1 Lkw). Die überwiegende Anzahl der Pkw und Kleintransporter stehen den Beschäftigten auch privat zur Verfügung. Die Poolfahrzeuge des SBV werden über einen Outlook-Kalender gebucht. Über diesen Weg werden auch die Fahrzeuge mit privater Nutzung (ohne Fahrzeuge des Vorstandes und der Hausmeister) während der Arbeitszeit für andere Mitarbeiter/-innen des Betriebes bereit gestellt.

Für eine vertiefende Einzelbetrachtung hinsichtlich des Fahrprofils und einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen wurde ein Ford Transit Connect (5-Sitzer) betrachtet.

#### **4.3.1 Ergebnisse der Analysen**

Für die Auswertung der Fahrprofile der betrachteten Fahrzeuge konnte lediglich auf die Jahreslaufleistung zurückgegriffen werden. Bei der Verteilung dieser auf die Nutzungstage wurden Tageslaufleistungen von 82 Kilometer ermittelt. Unter der Annahme eines weitestgehend gleichmäßigen Fahrzeugeinsatzes kann somit davon ausgegangen werden, dass die meisten Fahrten in einer elektrifizierbaren Reichweite stattfinden.

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde der Ford Transit Connect mit einem Nissan e-NV 200 verglichen. Bei einer Jahreslaufleistung von 30.000 km könnte der e-NV 200 ab einer Haltedauer von vier Jahren bereits wirtschaftlich betrieben werden. Bei einer Haltedauer von acht Jahren würde der Kostenvorteil ca. 1.000 € pro Jahr betragen.

#### **4.3.2 Empfehlungen**

Der Nissan e-NV 200 Kombi stellt aufgrund seiner Größe, der Reichweite (170 km) und der Anschaffungskosten eine durchaus geeignete Alternative zu dem derzeit genutzten Ford Transit Connect des SBV dar. Für diese Fahrzeugklasse gibt es mit dem Renault Kangoo Z.E. eine weitere ernstzunehmende Alternative auf dem Markt. Insbesondere die in Kürze neu angebotene Version mit einem 33 kWh Akku und einer Reichweite nach NEFZ von 270 km könnte auch für die Privatnutzung der SBV-Hausmeister interessant sein.

Da viele der Dienstfahrzeuge des SBV auch einer privaten Nutzung unterliegen, ist die Ladezeit am Betriebsstandort limitiert. Aus diesem Grund sollte die Leistung der Ladeinfrastruktur bei 11 bis 22 kW liegen. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Nissan e-

---

<sup>4</sup> Vgl. Geschäftsbericht der SBV 2014

NV 200 lediglich über eine maximale AC-Ladeleistung von 7,4 kW verfügt, so dass trotz einer 22 kW Ladeinfrastruktur eine 100 Prozent-Ladung des 24 kWh Akkus etwas mehr als 3 Stunden benötigen würde. Somit wäre es ebenfalls empfehlenswert am Wohnort eine Ladeinfrastruktur einzurichten.

Das Fahrzeugpooling kommt beim SBV bereits ausgeprägt zum Einsatz. Als allgemeine Empfehlung wurde hier der Einsatz einer automatisierten Dispositionssoftware ausgesprochen. Auch hier wurde der Hinweis gegeben, dass hierfür eine Einbindung der Fahrzeuge des SBV in die Software des CarSharing-Anbieters cambio eine sinnvoll Lösung darstellen könnte.

#### **4.4 Industrie- und Handelskammer zu Flensburg**

Die IHK Flensburg (IHK) ist die nördlichste deutsche Industrie- und Handelskammer. Mit rund 90 hauptamtlichen Mitarbeiter/-innen und zwölf Auszubildenden betreut sie mehr als 41.000 Mitgliedsunternehmen der gewerblichen Wirtschaft im Norden und Westen Schleswig-Holsteins.

Die IHK verfügt über insgesamt 12 Fahrzeuge, von denen sind sechs Fahrzeuge personenbezogen. Die sechs weiteren Fahrzeuge stehen als Poolfahrzeuge allen Beschäftigten zur Verfügung. Vier dieser Fahrzeuge befinden sich in Flensburg. In den Außenstellen Husum und Heide steht jeweils ein weiteres Fahrzeug. Auf dem Gelände der IHK Flensburg befindet sich eine CarSharing-Station (cambio) mit zwei Fahrzeugen. Die Buchung der Poolfahrzeuge erfolgt über das interne Servicecenter. Falls kein Poolfahrzeug verfügbar ist, wird vom Servicecenter ein CarSharing-Fahrzeug reserviert oder – falls auch bereits verbucht – ein Mietwagen gebucht. Weiterhin steht ein Pedelec für den dienstlichen Gebrauch zur Verfügung. Für die Mobilität auf dem Arbeitsweg bietet die IHK den Beschäftigten ein Leasingmodell für den vergünstigten Erwerb von Pedelecs und Fahrrädern an.

Für eine vertiefende Einzelbetrachtung hinsichtlich der Fahrprofile und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen wurden ein VW Golf der Geschäftsstelle Heide, ein VW Polo, ein VW up! und ein Mercedes C 220 d T-Modell betrachtet. Bei dem VW Golf und dem Mercedes handelt es sich jeweils um personenbezogene Dienstwagen mit privater Nutzung.

##### **4.4.1 Ergebnisse der Analysen**

Zur Betrachtung der Fahrprofile wurden Fahrdaten eines sechswöchigen Zeitraums betrachtet. Bei zwei der drei auf diese Weise analysierten Fahrzeuge fanden über 90 % der Fahrten unter 200 km statt. Bei dem dritten Fahrzeug waren dies immerhin noch 70 % der Fahrten. Dieser Anteil ist als elektrifizierbar einzuschätzen. Bei einem der Fahrzeuge liegen ca. 20 % der Fahrten unter 20 km, so dass hier durchaus Pedelecs zum Einsatz kommen könnten.

Für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich wurden ein VW Polo 1.4 TDI mit einem Renault Zoe (41 kWh Akku) bei 25.000 km Jahreslaufleistung, ein VW Golf (Standort Heide) mit einem Nissan Leaf bei 28.000 km und ein VW up! mit einem VW e-up! bei 28.500 km verglichen. Bei einer Haltedauer von jeweils acht Jahren führte dieser Vergleich immer zu Kostenvorteilen der Verbrenner. Beim Vergleich zwischen Polo und dem Zoe fiel die Differenz mit ca. 870 € pro Jahr vergleichsweise hoch aus. Bei den beiden anderen Vergleichen lag die Differenz bei ca. 100 € pro Jahr.

#### 4.4.2 Empfehlungen

Unter Berücksichtigung der genannten Laufleistungen und der aktuell auf dem Fahrzeugmarkt verfügbaren Elektrofahrzeuge können für die ausgewählten Pkw der IHK folgende Elektrofahrzeuge empfohlen werden:

| Fahrzeug              | Laufleistung p.a. | Ø Laufleistung / Arbeitstag | E-Fahrzeug           | Reichweite (NEFZ) | Batteriekapazität |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| VW Golf               | 27.830 km         | 76 km                       | VW e-Golf            | 300 km            | 36 kWh            |
|                       |                   |                             | Nissan Leaf (30 kWh) | 250 km            | 30 kWh            |
| VW move up!           | 26.658 km         | 121 km                      | VW e-up!             | 160 km            | 19 kWh            |
|                       |                   |                             | Renault Zoe (41 kWh) | 400 km            | 41 kWh            |
| VW Polo               | 25.114 km         | 114 km                      | Renault Zoe (41 kWh) | 400 km            | 41 kWh            |
| Mercedes Benz C 220 d | 48.594 km         | 133 km                      | VW e-Golf            | 300 km            | 36 kWh            |

Abb. 8: Für die Fahrzeugauswahl empfohlene E-Fahrzeuge

Aus der oben beschriebenen Kombination ergibt sich für die Fahrzeuge der IHK, dass die Ladeinfrastruktur nahezu für alle Fahrzeuge in der Lage sein müsste, die Fahrzeuge mit 11 bis 22 kW zu laden. Für eine zukunftsfähige Lösung wird somit eine Leistungsfähigkeit von 22 kW empfohlen. Auf diese Weise verschafft man sich die Möglichkeit auch auf zukünftige Weiterentwicklungen der Elektromobilität vorbereitet zu sein.

Trotz einer leistungsfähigen Ladeinfrastruktur ist aufgrund der mit 5,3 kW limitierten AC-Ladeleistung beim VW e-Golf zu erwarten, dass ein Laden am Betriebsstandort alleine nicht ausreichen wird. Dies wird aus der Differenz zur erforderlichen Ladeleistung (6,0 kW) deutlich. Somit müsste hier ebenfalls eine Ladeinfrastruktur am Wohnort eingerichtet werden.

Allgemein kann bei der IHK empfohlen werden, dass auch die personenbezogenen Dienstfahrzeuge, ebenso wie weitere Pedelecs, Teil des Fahrzeugpools werden sollten.

#### 4.5 Malteser Norddeutschland gGmbH

Die Malteser Norddeutschland gGmbH (Malteser) ist eine regionale Betriebsgesellschaft der Malteser Deutschland gGmbH in Köln. An den Standorten Flensburg, Harrislee, Schleswig, Hamburg und Wismar betreibt sie 16 Einrichtungen im Gesundheitsbereich.

##### *Das Malteser Krankenhaus St. Franziskus-Hospital*

Als Krankenhaus der Schwerpunktversorgung und akademisches Lehrkrankenhaus der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel ist das Flensburger St. Franziskus-Hospital mit mehr als 750 Mitarbeitern Anlaufstelle für Patienten aus dem nördlichen Schleswig-Holstein bis zum Nord-Ostsee-Kanal sowie aus dem südlichen Dänemark<sup>5</sup>.

Der Fuhrpark der Malteser am Standort Flensburg besteht aus 12 Fahrzeugen (2 E-Pkw, 5 Dienstwagen und 5 Transporter). Die zwei E-Pkw sowie die Transporter sind Abteilungen zugeordnet und werden auch durch diese verwaltet und eingesetzt.

<sup>5</sup> Vgl. <http://klimapakt-flensburg.de/akteure/>



Für eine vertiefende Einzelanalyse hinsichtlich des Fahrprofils und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen wurde ein Ford Transit Connect (5-Sitzer) betrachtet.

#### **4.5.1 Ergebnisse der Analysen**

Auch bei den Maltesern werden keine Fahrtenbücher geführt, so dass für die Auswertung des Fahrprofils des betrachteten Fahrzeugs lediglich auf die Jahreslaufleistung (15.000 km) zurückgegriffen werden konnte. Bei der Verteilung dieser auf die Nutzungstage wurde eine Tageslaufleistung von 68 Kilometer ermittelt. Unter der Annahme eines weitestgehend gleichmäßigen Fahrzeugeinsatzes kann somit davon ausgegangen werden, dass die meisten Fahrten in einer elektrifizierbaren Reichweite stattfinden.

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde auch bei den Maltesern ein Ford Transit Connect mit einem Nissan e-NV 200 verglichen. Bei einer Jahreslaufleistung von 15.000 km ist der betrachtete Stromer unabhängig von der Haltedauer wirtschaftlicher als der Verbrenner. Bei einer Haltedauer von acht Jahren würde der Kostenvorteil ca. 700 € pro Jahr betragen.

#### **4.5.2 Empfehlungen**

Wie schon beim SBV kann auch hier der Nissan e-NV 200 aufgrund seiner Größe, der Reichweite (170 km) und der Anschaffungskosten eine durchaus geeignete Alternative zum derzeit genutzten Ford Transit Connect darstellen. Eine weitere Alternative könnte auch hier der Renault Kangoo Z.E. sein.

Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Ladeinfrastruktur ergibt sich für das betrachtete Fahrzeug der Malteser, dass die Ladeinfrastruktur lediglich in der Lage sein müsste, das Fahrzeug mit 3,6 kW zu laden. Auch hier wird vor dem Hintergrund der Zukunftsfähigkeit des Systems, trotz des geringeren aktuellen Bedarfs, eine Ladeinfrastruktur mit 22 kW empfohlen.

Die Fahrzeuge der Malteser werden aktuell in den Abteilungen vorgehalten. Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Fahrzeugeinsatzes ist für die Malteser ein Fahrzeugpooling unter Nutzung einer Softwarelösung empfehlenswert. In diesen Fahrzeugpool könnten auch die Dienstfahrzeuge integriert werden. Ein solcher Fahrzeugpool unterstützt weiterhin die Einführung von Elektromobilität, da diese Fahrzeuge durch das Pooling allen Beschäftigten zur Verfügung gestellt werden. Nur so können alle die Vorteile dieser neuen Mobilitätsform kennenlernen.

Auch bei den Maltesern könnte die Einbindung der Fahrzeuge in die CarSharing-Software ein guter Lösungsansatz sein.

### **4.6 Flensburger Arbeiter Bauverein eG**

Der Flensburger Arbeiter-Bauverein eG (FAB) ist eine Wohnungsbaugenossenschaft. Der FAB vermietet und betreut derzeit über 4.300 Wohnungen in Flensburg. Durch energetische Sanierungen sowie heizungstechnische Weiterentwicklungen wird seit mehreren Jahren ein aktiver Beitrag zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes geleistet.

Der FAB verfügt über insgesamt elf Fahrzeuge, von denen sind zwei Fahrzeuge (Audi A6) personenbezogen. Die vier Werkzeugwagen (VW Transporter T5/T6) sind jeweils einer Abteilung oder einer Person (u.a. Hausmeister) fest zugeordnet. Der VW Golf Variant gehört der Malerabteilung und ein VW Golf ist jeweils der Instandhaltung und der Technikabteilung zugeteilt. Die weiteren drei Fahrzeuge mit geringerer Laufleistung von ca. 10.000 Kilometer im Jahr (VW Caddy sowie zwei VW Golf) stehen als Poolfahrzeuge allen Beschäftigten zur Verfügung.

Die Buchung der Poolfahrzeuge erfolgt über Outlook, die Schlüssel der Fahrzeuge sind zentral hinterlegt und 24/7 zugänglich.

Für eine vertiefende Einzelbetrachtung hinsichtlich der Fahrprofile und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen wurden alle elf Pkw betrachtet.

#### **4.6.1 Ergebnisse der Analysen**

Da beim FAB keine Dokumentation der Einzelfahrten durch das Führen von elektronischen oder analogen Fahrtenbüchern stattfindet, wurden hier auf der Grundlage der Jahreslaufleistungen durchschnittliche Tageslaufleistungen ermittelt. Hierbei wurde ermittelt, dass die Tageslaufleistung der meisten Fahrzeuge zwischen 45 und 80 km liegt. Bei einem überwiegend gleichmäßigen Mobilitätsbedarf dieser Fahrzeuge ist somit davon auszugehen, dass nahezu alle Fahrten in einer Reichweite stattfinden, die mit einem marktgängigen Elektrofahrzeug zurückgelegt werden können. Drei Fahrzeuge legen durchschnittlich ca. 110-135 km am Tag zurück, was immerhin noch eine elektrifizierbare Entfernung darstellt. Für eine abschließende Bewertung müsste bei diesen Fahrzeugen eine Einzelbetrachtung der Fahrten, oder zu mindestens eine Betrachtung der regelmäßig angefahrenen Ziele, stattfinden.

Im Vollkostenvergleich wurde der VW Transporter T6 Kombi einem Nissan e-NV 200 Kombi gegenübergestellt. Es wurde hier der e-NV 200 als Vergleichsfahrzeug gewählt, da in der Fahrzeugklasse des VW T6 derzeit kein marktfähiges Elektrofahrzeug angeboten wird. Um die Werkzeugwagen der Hausmeister zukünftig auf die Größe eines Nissan e-NV 200 zu reduzieren, wäre eine kritische Bewertung des mitgeführten Werkzeugs sowie der Ersatzteile erforderlich. Der Betrachtung liegt eine Jahreslaufleistung von 17.500 km zugrunde. Unabhängig von der Haltedauer ist der Nissan immer das kostengünstigere Fahrzeug. Bei einer Haltedauer von acht Jahren beträgt der wirtschaftliche Vorteil ca. 3.000 € pro Jahr.

Im Vergleich des VW Golf mit einem VW e-Golf hat das Elektroauto bei einer Haltedauer von acht Jahren und einer Jahreslaufleistung von 30.000 km einen Kostenvorteil von knapp 1.000 € pro Jahr. Die Gegenüberstellung des VW Caddy mit einem Nissan e-NV 200 bei 10.000 km und acht Jahren Nutzungszeit geht mit ca. 500 € pro Jahr zugunsten des Elektroautos aus.

Es wird also deutlich, dass bei einer ausreichend langen Haltedauer, oder durch ein gezieltes Downsizing bereits jetzt Elektrofahrzeuge wirtschaftlich eingesetzt werden können.

Da es in der Mittelklasse derzeit keine marktfähigen Elektrofahrzeuge gibt, wurden hier die Audi A6 mit einem VW e-Golf und mit einem Tesla Model S75 verglichen. Bei einer Laufleistung von 40.000 km ist im ersten Vergleich der VW e-Golf unabhängig von der Haltedauer das deutlich wirtschaftlichere Fahrzeug. Im zweiten Vergleich liegen die Kosten für das Tesla Model S75 dagegen deutlich über die des Audi A6.

#### **4.6.2 Empfehlungen**

Unter Berücksichtigung der genannten Laufleistungen und der aktuell auf dem Fahrzeugmarkt verfügbaren Elektrofahrzeuge können für die ausgewählten Pkw des FAB jeweils ein bis zwei Elektrofahrzeuge empfohlen werden.

Aus der beschriebenen Kombination ergibt sich, dass die Ladeinfrastruktur für die beiden privat genutzten Fahrzeuge in der Lage sein müsste, die Fahrzeuge mit bis zu 22,0 kW zu laden, für die rein dienstlich genutzten Fahrzeuge dagegen lediglich mit 3,6 kW. Da die Kostenunterschiede zu leistungsfähigeren AC-Ladern bis 22 kW gering sind, wird auch für die dienstlich genutzten Fahrzeuge eine Ladeleistung von 22 kW empfohlen. Auf diese Weise verschafft man sich die Möglichkeit auch auf zukünftige Weiterentwicklungen der Elektromobilität vorbereitet zu sein.

Trotz einer leistungsfähigen Ladeinfrastruktur ist aufgrund der mit 5,3 kW limitierten AC-Ladeleistung beim VW e-Golf zu erwarten, dass ein Laden am Betriebsstandort alleine nicht ausreichen wird. Dies wird aus der Differenz zur erforderlichen Ladeleistung (jeweils 9,0 kW) deutlich. Somit müsste hier ebenfalls eine Ladeinfrastruktur am Wohnort eingerichtet werden.

Auch beim FAB erscheint ein Fahrzeugpooling unter Einbindung einer Dispositionssoftware empfehlenswert zu sein. Aufgrund der etwas abgelegenen Lage des Betriebsstandortes, erscheint es schwierig zu sein, an diesem Standort ein rentables CarSharing-Angebot zu etablieren. Aus diesem Grund sollte FAB die Beschaffung einer Dispositionssoftware prüfen.

#### **4.7 Förde Direkt Service GmbH**

Die Förde Direkt Service GmbH (FDS) ist eine 100%-ige Tochter der Mürwiker Werkstätten GmbH. Die FDS ist ein Integrationsunternehmen, das Arbeitsplätze für Schwerbehinderte schafft. An den beiden Standorten Flensburg und Niebüll bietet die FDS Dienstleistungen aus folgenden Bereichen an:

- Kfz-Werkstatt
- Kfz-Aufbereitung
- Malerbetrieb
- Garten- und Landschaftsbau
- Besenrein-Entrümpelungen
- Reinigungsservice
- Elektrobetrieb
- EldoRADO Fahrradladen
- Fahrdienst

Die FDS verfügt derzeit über insgesamt 84 Fahrzeuge, inkl. drei Anhänger und einem Traktor. Die Fahrzeuge sind jeweils Abteilungen oder Mitarbeitern (z.B. dem Malermeister) fest zugeordnet, werden aber nicht privat genutzt (mit einer Ausnahme). Unter den 84 Fahrzeugen befinden sich keine E-Fahrzeuge, zwei wurden aber bereits als Ergänzung zum bestehenden Fuhrpark bestellt (jeweils Ford Focus). Der Einsatz der Fahrzeuge wird durch die zuständige Abteilung geplant.

Für eine vertiefende Einzelbetrachtung hinsichtlich der Fahrprofile und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen wurden neun rein dienstlich genutzte Pkw betrachtet.

#### **4.7.1 Ergebnisse der Analysen**

Da bei der FDS keine Dokumentation der Einzelfahrten durch das Führen von elektronischen oder analogen Fahrtenbüchern stattfindet, wurden die Fahrdaten der neun Fahrzeuge im Projekt über einen Zeitraum von drei Wochen (24.04.-12.05.2017) erhoben.

In diesem Betrachtungszeitraum war am Standort Kauslundhof keine mit dem Pkw durchgeführte Fahrt länger als 200 km. Bei diesem Fahrprofil sind somit keine Einschränkungen bei dem Einsatz eines Elektrofahrzeugs zu erwarten. 43% der durchgeführten Fahrten sind sogar nicht länger als 10 km. Bei diesen Strecken könnte über den Einsatz von Zweirädern, wie Pedelecs oder E-Lastenrädern, nachgedacht werden.

Am Standort Raiffeisenstraße wurden mit dem Fahrzeug (Ford C-Max) im Erfassungszeitraum keine Fahrten über 100 km zurückgelegt. Daher sind auch hier keine Einschränkungen beim Einsatz eines Elektrofahrzeugs zu erwarten. Der Anteil der Strecken bis 10 km lag jedoch nur bei 17%.

Zur Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde auch beim FDS ein Vollkostenvergleich eines Ford Transit Connect mit einem Nissan e-NV 200 Kombi durchgeführt, diesmal bei einer Jahreslaufleistung von 8.500 km. Auch bei dieser Laufleistung ist der Nissan unabhängig von der Haltedauer das wirtschaftlichere Fahrzeug. Bei einer Haltedauer von acht Jahren beträgt die Kostendifferenz ca. 750 € pro Jahr.

Im Vergleich des Ford C-Max mit einem VW e-Golf hat das Elektroauto bei einer Haltedauer von acht Jahren und einer Jahreslaufleistung von 12.000 km einen Kostenvorteil von 900 € pro Jahr. Beim Vergleich des Ford Focus Turnier mit einem Nissan Leaf (24 kWh) und 10.000 km Jahreslaufleistung sind die Kosten bei einer Haltedauer von acht Jahren fast identisch. Die Gegenüberstellung des Peugeot Partner mit einem Nissan e-NV 200 Kombi bei 8.500 km und acht Jahren Nutzungszeit geht mit ca. 350 € pro Jahr zugunsten des Elektroautos aus.

Wie bereits im Abschnitt 3.3 dargestellt, wurde bei der FDS eine FLEETRIS-Grobanalyse durchgeführt. Mittels dieser Simulationsberechnung konnte dargestellt werden, dass durch einen optimierten Fahrzeugeinsatz der Fuhrpark reduziert werden könnte. Für eine solche optimierte Disposition wäre allerdings eine Softwareunterstützung erforderlich.

#### **4.7.2 Empfehlungen**

Die Abbildung 9 enthält eine Übersicht der Elektrofahrzeuge, die unter Berücksichtigung der genannten Laufleistungen und der aktuell auf dem Fahrzeugmarkt verfügbaren Elektrofahrzeuge für die ausgewählten Pkw der FDS empfohlen werden können.

Aus der beschriebenen Kombination ergibt sich für die Fahrzeuge der FDS, dass die Ladeinfrastruktur lediglich in der Lage sein müsste, die Fahrzeuge mit 3,6 kW zu laden. Da die Kostenunterschiede zu leistungsfähigeren AC-Ladern bis 22 kW gering sind, wird hier eine Ladeleistung von 3,6 bis 22 kW empfohlen. Auf diese Weise verschafft man sich die Möglichkeit auch auf zukünftige Weiterentwicklungen der Elektromobilität vorbereitet zu sein.

| Fahrzeug                    | Laufleistung p.a. | Ø Laufleistung / Arbeitstag | E-Fahrzeug                   | Reichweite (NEFZ) | Batteriekapazität |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Ford C-Max</b>           | 12.000 km         | 55 km                       | <b>VW E-Golf</b>             | 300 km            | 36 kWh            |
| <b>Ford Transit Connect</b> | 8.400 km          | 38 km                       | <b>Nissan e-NV 200 Kombi</b> | 170 km            | 24 kWh            |
| <b>Ford Transit Connect</b> | 2.500 km          | 11 km                       | <b>Nissan e-NV 200 Kombi</b> | 170 km            | 24 kWh            |
| <b>Peugeot Partner</b>      | 3.000 km          | 14 km                       | <b>Nissan e-NV 200 Kombi</b> | 170 km            | 24 kWh            |
| <b>Peugeot Partner</b>      | 8.000 km          | 36 km                       | <b>Nissan e-NV 200 Kombi</b> | 170 km            | 24 kWh            |
| <b>Renault Kangoo</b>       | 6.000 km          | 27 km                       | <b>Nissan e-NV 200 Kombi</b> | 170 km            | 24 kWh            |
| <b>Ford Focus Turnier</b>   | 8.500 km          | 39 km                       | <b>Nissan Leaf (24 kWh)</b>  | 199 km            | 24 kWh            |
| <b>Ford Focus Turnier</b>   | 15.000 km         | 68 km                       | <b>Nissan Leaf (24 kWh)</b>  | 199 km            | 24 kWh            |
| <b>Ford Transit Connect</b> | 6.000 km          | 27 km                       | <b>Nissan e-NV 200 Kombi</b> | 170 km            | 24 kWh            |

Abb. 9: Für die Fahrzeugauswahl empfohlene E-Fahrzeuge

In der FLEETRIS-Grobanalyse wurde das Optimierungspotenzial visualisiert, das durch ein Fahrzeugpooling gehoben werden könnte. Hierbei wurden in einem zweiten Schritt die Kleintransporter und die Pkw gemeinsam betrachtet. Sollte die Annahme zutreffend sein, dass die Pkw und die Kleintransporter gleichartig eingesetzt werden können, dann könnte unter Einsatz einer Dispositionssoftware der Grundbedarf an Mobilität der FDS mit vier Fahrzeugen statt bisher mit acht gedeckt werden. Um diese Form der gleichartigen Nutzung der Pkw und Transporter zu gewährleisten, müssten ggf. alle Fahrzeuge mit einer Werkzeug- und Materialgrundausstattung beladen werden, die dann aufgabenbezogen um zusätzliches Werkzeug und Material zu ergänzen wäre. Solche Vorgehensweisen finden immer häufiger bei Stadtwerkebetrieben Anwendung.

Vor etwa 5-6 Jahren wurde durch die FDS versucht, die Tourenplanung der Fahrdienste (Behindertenförderung) mittels einer IT-Lösung zu optimieren. Der Versuch ist jedoch daran gescheitert, dass die Software ein entscheidendes Kriterium nicht berücksichtigen konnte: Wer mit wem im gleichen Bus sitzen kann oder nicht kann. In den letzten Jahren sind aber Tourenplanungssoftwares (ggf. Updates) auf den Markt gekommen, bei denen auch solche Kriterien abgebildet werden können. Aus diesem Grund sollte das Thema Tourenoptimierung erneut aufgegriffen werden.

## 5 Umsetzung in die Praxis und Ableitung für weitere Organisationen

In diesem Kapitel sollen die Ergebnisse des Projektes in der Form aufbereitet werden, damit diese für unbeteiligte Organisationen wertvolle Informationen für die Umstellung des eigenen Fuhrparks auf Elektromobilität bieten. Hierbei muss natürlich berücksichtigt werden, dass der Elektromobilitätsmarkt aktuell eine besondere Dynamik entwickelt hat. Die gegenwärtige Diskussion über Dieselfahrverbote und den Skandal um „geschönte“ Abgaswerte führt dazu, dass in absehbarer Zeit nahezu alle Hersteller weitere Elektrofahrzeuge auf den Markt bringen werden. Die aktuell verfügbaren und bereits angekündigten Elektrofahrzeuge werden hier, unterteilt nach Fahrzeugklassen, mit den relevanten Informationen dargestellt.

Regelmäßig wird der wirtschaftliche Einsatz von Elektromobilität in Frage gestellt. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen in einer Tabelle zusammengefasst. Auf diese Weise wird ein Überblick geschaffen, welche Elektrofahrzeuge bereits zum jetzigen Zeitpunkt unter gewissen Bedingungen wirtschaftlich betrieben werden können.

Weiterhin wird in diesem Kapitel auf den Ergebnissen des letzten Workshops im Projekt aufgebaut. In diesem Workshop wurden die relevanten Fragestellungen zur Umsetzung der Beschaffung und Installation einer Ladeinfrastruktur erarbeitet, ebenso wie die Anforderungen an eine Dispositionssoftware. Diese Ergebnisse sollen hier ebenfalls dargestellt werden.

Das Kapitel schließt mit allgemeinen Hinweisen zur Verbesserung der betrieblichen Mobilität, die aus der Einzelbetrachtung der beteiligten Betriebe abgeleitet wurden.

### 5.1 Elektrofahrzeuge

Um eine Empfehlung von geeigneten Elektrofahrzeugen aussprechen zu können, wurde im Rahmen dieses Projektes eine Marktübersicht der aktuell sowie bis 2018 verfügbaren Elektrofahrzeuge (BEV<sup>6</sup>) durchgeführt. Dieser Überblick soll den Projektteilnehmern, aber auch anderen Mitgliedern des Klimapaktes behilflich sein, sich bei zukünftigen Fahrzeugbeschaffungen ggf. auch für Elektrofahrzeuge entscheiden zu können. Neben Preis und Reichweite nach NEFZ werden hier auch Angaben zur Verfügbarkeit sowie zu den Ladeleistungen des Fahrzeugs (AC-Laden) gemacht. Die Angabe in Spalte „AC Laden (max.)“ bezeichnet die Ladeleistung, die das Fahrzeug maximal in einer Stunde aufnehmen kann. Aus der Kombination dieser Aufnahmekapazität und der Batteriekapazität resultiert die minimale Ladedauer für einen Batterieladevorgang (bei einer Aufladung von 0% auf 80%).

Im Kapitel 4 wurde für die einzelnen Betriebe bereits auf die maximale AC-Ladeleistung hingewiesen (in den nachfolgenden Tabellen jeweils die dritte Spalte). Die tatsächliche Ladeleistung hängt also nicht nur von der maximalen Ladeleistung der genutzten Ladeinfrastruktur ab, sondern auch von der des E-Fahrzeuges selbst. In einer Kombination von privater Nutzung mit hoher Laufleistung aber gleichzeitig niedriger Ladeleistung (wie im Beispiel des VW e-Golf) ist daher mit Einschränkungen zu rechnen. Falls dies nicht durch die Errichtung einer Ladeinfrastruktur am Wohnort des Mitarbeiters vorgebeugt werden kann (damit das Laden über Nacht ermöglicht wird), wäre die Auswahl eines für das Nutzungsprofil besser geeigneten E-Fahrzeuges zu empfehlen.

---

<sup>6</sup> BEV ist die Abkürzung für „Battery Electric Vehicle“, also ein rein elektrisches Fahrzeug

### 5.1.1 Kleinst-Pkw

Mit dem Smart fortwo E.D. und dem VW e-up! stehen zwei ausgereifte Elektrofahrzeuge im Segment Kleinst-Pkw zur Verfügung. Mit dem ab 2018 verfügbaren e.Go.Life (e.Go AG) steht künftig ein weiteres Fahrzeugkonzept in diesem Segment zur Verfügung, das preislich deutlich unter den bisherigen Angeboten liegen wird.

| Fahrzeugmodell   | Reichweite <sup>7</sup> | AC Laden (max.) | Ladedauer (min.) <sup>8</sup> | Preis <sup>9</sup> | Verfügbar (ab) |
|------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|----------------|
| Smart fortwo E.D | 160 km                  | 4,6 kW          | 3:04 h                        | 22.000 €           | Ja             |
| VW e-up!         | 160 km                  | 3,7 kW          | 4:06 h                        | 27.000 €           | Ja             |
| e.Go Life        | 130 km                  | 3,7 kW          | 4:09 h                        | 16.000 €           | 2018           |

### 5.1.2 Kleinwagen

Auch in diesem Segment sind seit längerer Zeit mehrere Modelle auf dem Markt verfügbar, die auch in verschiedenen CarSharing-Angeboten zum Einsatz kommen. Unten sind die wesentlichen Eckdaten von drei ausgewählten Modellen zusammengefasst.

| Fahrzeugmodell       | Reichweite <sup>7</sup> | AC Laden (max.) | Ladedauer (min.) <sup>8</sup> | Preis <sup>9</sup> | Verfügbar (ab) |
|----------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|----------------|
| Renault Zoe (22 kWh) | 240 km                  | 22,0 kW         | 0:48 h                        | 30.000 €           | Ja             |
| Renault Zoe (41 kWh) | 400 km                  | 22,0 kW         | 1:29 h                        | 36.000 €           | Ja             |
| BMW i3 (94 Ah)       | 312 km                  | 11,0 kW         | 2:07 h                        | 36.000 €           | Ja             |
| KIA Soul EV          | 212 km                  | 6,6 kW          | 3:42 h                        | 29.000 €           | Ja             |

### 5.1.3 Kompaktwagen

In der Kompaktklasse wird die weltweite Abnahme von E-Fahrzeugen die letzten Jahre durch den Nissan Leaf dominiert, die Nachfrage in Deutschland ist jedoch bisher gering. Der Opel Ampera E könnte, als europäische Ausführung des Chevrolet Bolt EV, diese Dominanz durchbrechen. Die Markteinführung läuft aber etwas schleppend und erfolgt bisher nur in sehr kleinen Stückzahlen. Daher wird eher damit gerechnet, dass das im 2018 erwarteten Tesla Model 3 Maßstab für künftige E-Fahrzeuge sowohl in der Mittel- als auch der Kompaktklasse sein wird.

| Fahrzeugmodell       | Reichweite <sup>7</sup> | AC Laden (max.) | Ladedauer (min.) <sup>8</sup> | Preis <sup>9</sup> | Verfügbar (ab)   |
|----------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|------------------|
| Nissan Leaf (30 kWh) | 250 km                  | 6,6 kW          | 3:38 h                        | 31.000 €           | Ja               |
| VW e-Golf            | 300 km                  | 5,3 kW          | 5:26 h                        | 36.000 €           | Ja               |
| Opel Ampera E        | 400 km                  | 4,6 kW          | 10:26 h                       | 40.000 €           | Ja <sup>10</sup> |

<sup>7</sup> NEFZ-Reichweite nach Herstellerangaben

<sup>8</sup> Die Mindestdauer eines Batterieladevorgangs (von 0% auf 80%)

<sup>9</sup> Anschaffungspreis auf Basis einer Grundausstattung, ohne Förderung

<sup>10</sup> Verfügbarkeit (Anzahl Fahrzeuge) sowie Lieferfrist bisher ungewiss

#### 5.1.4 Mittelklasse

In diesem Segment ist das Angebot von E-Fahrzeugen bisher sehr gering bzw. nicht vorhanden (ggf. mit Ausnahme des Hyundai IONIQ Elektro), sollte sich jedoch mit der Einführung des Tesla Model 3 in Deutschland am Ende 2018 drastisch ändern.

| Fahrzeugmodell                | Reichweite <sup>7</sup> | AC Laden (max.) | Ladedauer (min.) <sup>8</sup> | Preis <sup>9</sup> | Verfügbar (ab) |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|----------------|
| <b>Tesla Model 3 (60 kWh)</b> | 350 km                  | 22,0 kW         | 2:11 h                        | 35.000 €           | Ende 2018      |
| <b>Tesla Model 3 (75 kWh)</b> | 500 km                  | 22,0 kW         | 2:44 h                        | 44.000 €           | Ende 2018      |
| <b>Hyundai IONIQ Elektro</b>  | 280 km                  | 7,4 kW          | 3:02 h                        | 33.000 €           | Ja             |

#### 5.1.5 Oberklasse

Im Oberklassensegment (bzw. in der oberen Mittelklasse) für E-Fahrzeuge hat das im 2012 eingeführte Tesla Model S bisher keine ernsthafte Konkurrenz zu fürchten. Die deutschen Premium-Hersteller haben jedoch angedeutet in den nächsten Jahren ihre eigenen Oberklassefahrzeuge im E-Segment auf den Markt zu bringen, eine Einführung bis Ende 2018 ist aber bisher nicht vorgesehen. Daher bleibt das Tesla Model S vorerst noch das einzige serienproduzierte E-Fahrzeug in dieser Klasse.

| Fahrzeugmodell           | Reichweite <sup>7</sup> | AC Laden (max.) | Ladedauer (min.) <sup>8</sup> | Preis <sup>9</sup> | Verfügbar (ab) |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|----------------|
| <b>Tesla Model S P75</b> | 480 km                  | 22,0 kW         | 2:44 h                        | 91.000 €           | Ja             |

#### 5.1.6 Van / Transporter

Das Bündnis der Hersteller Renault und Nissan Motors wird oft als Vorreiter unter den Autoherstellern (OEMs) im Rahmen der Elektromobilität gesehen. Daher ist es auch nicht überraschend, dass genau diese beiden Hersteller auch bereits die beiden meist genutzten elektrischen Vans im Angebot haben. Die Reichweite ist mit jeweils 170 Kilometer nicht sehr hoch, reicht aber für viele Betriebe mit einem eher lokalen oder regionalen Versorgungsgebiet aus. Andernfalls hat Renault auch eine 33-kWh-Version mit einer NEFZ-Reichweite von 270 Kilometern auf den Markt gebracht.

| Fahrzeugmodell                        | Reichweite <sup>7</sup> | AC Laden (max.) | Ladedauer (min.) <sup>8</sup> | Preis <sup>9</sup> | Verfügbar (ab) |
|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|----------------|
| <b>Nissan e-NV200</b>                 | 170 km                  | 7,4 kW          | 2:36 h                        | 30.000 €           | Ja             |
| <b>Renault Kangoo ZE<sup>11</sup></b> | 270 km                  | 3,7 kW          | 7:08 h                        | 24.000 €           | Ja             |
| <b>Peugeot Partner Electric</b>       | 170 km                  | 3,7 kW          | 4:52 h                        | 25.000 €           | Ja             |
| <b>Citroën Berlingo Electric</b>      | 170 km                  | 3,7 kW          | 4:52 h                        | 25.000 €           | Ja             |

<sup>7</sup> NEFZ-Reichweite nach Herstellerangaben

<sup>8</sup> Die Mindestdauer eines Batterieladevorgangs (von 0% auf 80%)

<sup>9</sup> Anschaffungspreis auf Basis einer Grundausstattung, ohne Förderung

<sup>11</sup> Preis zzgl. Batteriemiete



## 5.2 Kostenvergleich

Faktoren, die sich grundsätzlich positiv auf den wirtschaftlichen Einsatz von E-Pkw auswirken, sind die Laufleistung und die Haltedauer der Fahrzeuge. Wie in Kapitel 4 dargestellt, wurden im Rahmen des Projektes Fahrzeuge der teilnehmenden Betriebe einem Kostenvergleich mit am Markt verfügbaren Elektrofahrzeugen unterzogen. In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse zusammengefasst dargestellt. Unterteilt in Fahrzeugklassen werden hierbei die betrachteten Elektrofahrzeuge, die konventionellen Fahrzeuge sowie die aus den Betrieben übernommene Jahreslaufleistung dargestellt. In der letzten Spalte werden die Mehr- oder Minderkosten der Nutzung eines Elektrofahrzeugs bei einer angenommenen Haltedauer von acht Jahren aufgeführt.

| Fahrzeugklasse           | E-Fahrzeug           | Verbrenner           | Laufleistung (pro Jahr) | Kostenvergleich <sup>12</sup> (Mehrkosten: +) |
|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---|
| <b>Kleinst-Pkw</b>       | VW e-up!             | Citroen C1           | 6.000 km                | + 195 €                                       |
|                          |                      | VW up!               | 28.500 km               | + 83 €  |
| <b>Kleinwagen</b>        | Renault Zoe (22 kWh) | Opel Corsa           | 3.000 km                | + 722 €                                       |
|                          |                      | Ford Fiesta          | 10.500 km               | + 157 €                                       |
|                          | Renault Zoe (41 kWh) | VW Polo              | 25.000 km               | + 866 €                                       |
|                          |                      |                      | 47.000 km               | + 434 €                                       |
|                          |                      | VW up!               | 28.500 km               | + 1.039 €                                     |
| <b>Kompaktwagen</b>      | Nissan Leaf          | Ford Focus           | 15.000 km               | + 124 €                                       |
|                          |                      | VW Golf              | 7.500 km                | + 128 €                                       |
|                          |                      |                      | 28.000 km               | + 368 €                                       |
|                          | VW E-Golf            | Audi A6              | 40.000 km               | - 4.758 €                                     |
|                          |                      | Ford C-MAX           | 12.000 km               | - 899 €                                       |
|                          |                      | Ford Kuga            | 37.000 km               | - 2.356 €                                     |
|                          |                      | Mercedes C220        | 48.500 km               | - 4.481 €                                     |
|                          |                      | VW Golf              | 30.000 km               | - 1.079 €                                     |
| <b>Mittelklasse</b>      | --                   |                      |                         |   |
| <b>Oberklasse</b>        | Tesla Model S 75     | Audi A6              | 40.000 km               | + 6.124 €                                     |
| <b>Van / Transporter</b> | Nissan e-NV200       | Ford Transit Connect | 8.500 km                | - 747 €                                       |
|                          |                      |                      | 11.000 km               | - 740 €                                       |
|                          |                      |                      | 15.000 km               | - 763 €                                       |
|                          |                      |                      | 30.000 km               | - 1.040 €                                     |
|                          |                      | Peugeot Partner      | 8.500 km                | - 335 €                                       |
|                          |                      | VW Caddy             | 10.000 km               | - 469 €                                       |
|                          |                      | VW T6 Transporter    | 17.500 km               | - 2.846 €                                     |

Abb. 10: Kostenvergleich ausgewählter Elektro- und Verbrennerfahrzeuge

<sup>12</sup> Vergleich der durchschnittlichen Gesamtkosten pro Jahr auf Basis einer Haltedauer von acht Jahren

Der Überblick über die Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnungen verdeutlicht, dass nahezu alle betrachteten Elektrofahrzeuge bei einer Haltedauer von acht Jahren zu vergleichbaren Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor wirtschaftlich betrieben werden könnten.

### 5.3 Ladeinfrastruktur - Anforderungen und potenzielle Anbieter

Eine zentrale Frage im Zusammenhang mit der Einführung von Elektromobilität ist die nach der erforderlichen Ladeinfrastruktur. Die erforderliche Leistungsfähigkeit der Ladeinfrastruktur hängt stark von dem Einsatzprofil der Fahrzeuge ab. Lange Standzeiten, wie beispielsweise über Nacht am Betriebsstandort, begünstigen die Möglichkeit des langsamen Ladens mit einer geringen Ladeleistung. Hingegen führt eine Privatnutzung der Dienst-Pkw dazu, dass ein Laden über Nacht am Betriebsstandort nicht möglich ist, so dass höhere Ladeleistungen am Betriebsstandort und eine Lademöglichkeit am Wohnort erforderlich werden.

| Anbieter       | Produkt                             | Art                 | max. AC-Leistung | dynamisches Lastmanagement              | Autorisierung                  |
|----------------|-------------------------------------|---------------------|------------------|---|--------------------------------|
| The New Motion | Business Pro                        | Wallbox             | 22 kW            | Möglich                                 | - Plug & Charge<br>- RFID      |
| The New Motion | Business Lite                       | Wallbox             | 22 kW            | nur in Kombination mit Business Pro     | - RFID                         |
| The New Motion | Home Advanced                       | Wallbox             | 22 kW            | nicht möglich                           | - RFID                         |
| Wallbe         | Master M3                           | Ladesäule / Wallbox | 22 kW            | Möglich                                 | - RFID<br>- App                |
| Wallbe         | wallbe Pro                          | Ladesäule / Wallbox | 22 kW            | Möglich                                 | - Schlüssel<br>- RFID<br>- App |
| Wallbe         | wallbe Eco 2.0                      | Wallbox             | 22 kW            | nicht möglich                           | - Schlüssel<br>- RFID          |
| EV-Box         | "pole" (EVBox doppelt)              | Ladesäule           | 22 kW            | nicht möglich                           | - Schlüssel<br>- RFID          |
| Allego         | Alfen Eve (2 Ladepunkte)            | Wallbox             | 22 kW            | zwischen den beiden Ladepunkten möglich | - RFID<br>- App                |
| Allego         | ICU Twin 3.0 (2 Ladepunkte)         | Ladesäule           | 22 kW            | zwischen den beiden Ladepunkten möglich | - RFID<br>- App                |
| Mennekes       | AMTRON Wallboxen                    | Wallbox             | 22 kW            | nicht möglich                           | - Schlüssel<br>- RFID<br>- App |
| Mennekes       | Wand-Ladestation Smart C2-22        | Wallbox             | 22 kW            | nicht möglich                           | - RFID<br>- SMS                |
| Mennekes       | Ladesäulen                          | Ladesäule           | 22 kW            | automatische Leistungsanpassung         | - RFID<br>- SMS                |
| Circutor       | RVE 2, Ladestation Außen, Modus 1   | Ladesäule           | 2 x 3,6 kW       | nicht möglich                           | - RFID                         |
| Circutor       | RVE2-P Ladestation Außen, Modus 1,3 | Ladesäule           | 2 x 3,6 kW       | nicht möglich                           | - RFID                         |

Abb. 11: Liste möglicher Anbieter einer Ladeinfrastruktur

Neben der erforderlichen Leistungsfähigkeit stellt sich auch hier die Frage nach potenziellen Anbietern. Die Abbildung 11 soll hier einen Marktüberblick bieten. Die in der Abbildung angebotenen Produkte unterscheiden sich nebst Preis u.a. bei der/dem:

- **Produktart:** entweder eine Ladesäule oder eine sogenannte Wallbox (ein Wandgehäuse, das ggf. auch auf einem Pfahl montiert werden kann)
- **Maximale AC-Ladeleistung:** in der Regel bis 22 kW möglich
- **Dynamisches Lastmanagement:** definiert, ob die Ladeleistung pro angeschlossene Wallbox/Ladesäule bei gleichzeitigem Aufladen mehrerer E-Fahrzeuge geregelt bzw. optimiert werden kann
- **Autorisierung:** stellt die Möglichkeiten für den Nutzer dar, auf den Ladepunkt zuzugreifen

Welche Kombination sich für ein Unternehmen am besten eignet hängt von vielen Faktoren ab, von denen viele bereits im Kapitel 4 für die teilnehmenden Betriebe berücksichtigt wurden. Um den Projektteilnehmern und auch anderen Mitgliedern des Klimapaktes darüber hinaus eine Art Checkliste bei der Beschaffung und Installation der Ladeinfrastruktur an die Hand zu geben, wurde im Rahmen des Workshops „Vom Plan zur Umsetzung“ potenzielle Fragestellungen zusammengetragen.

Folgende Fragen sollten demnach gestellt werden:

- Wer soll laden? (öffentlich / nicht öffentlich)
- Was sind die Nutzungsprofile der Fahrzeuge?
- Welche Fahrzeuge sollen geladen werden?
- Wann kann geladen werden? (täglich, wöchentlich, tagsüber, zwischendurch, nachts?)
- Wie viel muss dann geladen werden? Volle Ladung? Teilladung (abhängig vom Nutzungsprofil des Fahrzeugs und Modells)
- Wie viele Ladepunkte werden an einem Standort benötigt?
- Wo soll die Ladeinfrastruktur aufgebaut werden?
- Welche Ladeleistung kann bereitgestellt werden?
- Gibt es Aufwuchsszenarien?

Dies führt zu folgenden Ergebnissen:

- Wird ein **E-Mobility Provider (EMP)**<sup>13</sup> benötigt (zusätzliche Kosten vs. ggf. Umsätze und Förderung)?
- Reicht die **Leistung** am Standort oder muss ggf. (auch in Zukunft) kostenintensiv erweitert werden?
- Kann dem mit einem **Lastmanagement** (statisch oder dynamisch) entgegengewirkt werden?
- Welche **Ladeinfrastruktur** (Wallbox vs. Ladesäule) wird in welcher Anzahl benötigt?

---

<sup>13</sup> E-Mobility Provider (EMP): Dienstleister für den Zugang zur Ladeinfrastruktur sowie die Abrechnung der Kosten des geladenen Stroms

## 5.4 Fahrzeugpooling zur Optimierung der Auslastung und Spitzenbedarfsdeckung durch externe Mobilitätsangebote

Das Pooling von vergleichbaren Fahrzeugen bietet grundsätzlich bei allen betrachteten Betrieben das Potential, den Mobilitätsbedarf mit einer geringeren Fahrzeuganzahl und damit effizienter zu decken. Dies gilt insbesondere unter Einbindung einer leistungsfähigen Dispositionssoftware. Dabei sollte die Kapazität des Fahrzeugpools an dem Grundbedarf, also an dem regelmäßig auftretenden Mobilitätsbedarf, ausgerichtet werden. Für die temporär auftretenden Bedarfsspitzen ist der Zugriff auf externe Mobilitätsangebote (z.B. CarSharing, Mietwagen, Taxen, ÖPNV) empfehlenswert. Ein solcher Spitzenbedarf kann auch in der Form auftreten, wenn die Reichweite eines gepoolten Elektrofahrzeugs für eine geplante Fahrt nicht ausreichen sollte. Die Einbindung externer Mobilitätsangebote hängt dabei von deren Verfügbarkeit ab. Aus diesem Grund sollte diese im Zusammenhang mit der Dimensionierung des Fahrzeugpools geprüft und ausgestaltet werden. Ausgestaltet heißt in diesem Zusammenhang, dass beispielsweise der örtliche CarSharing-Anbieter in die Überlegungen eingebunden werden kann, um ggf. in räumlicher Nähe des Betriebes eine Station einzurichten. Alternativ könnte auch mit einem Autovermieter ein Hol- und Bringservice vertraglich geregelt werden.

## 5.5 Anforderungen an eine Dispositionssoftware für einen Fahrzeugpool

Bei nahezu allen Projektteilnehmern wurde ein Fahrzeugpooling unter Einbindung einer Dispositionssoftware empfohlen. In dem Workshop „Vom Plan zur Umsetzung“ wurden aus diesem Grund die Kernanforderungen an eine solche Software zusammengetragen. Im Zusammenhang mit der Beschaffung einer Dispositionssoftware können diese Leistungsanforderungen die Grundlage für ein Lastenheft darstellen.

Zu den folgenden Oberbegriffen wurden die erforderlichen Leistungen als Stichworte genannt:

- **Fahrzeuge:** Fahrzeugstammdaten, Fahrzeugklassen, Upgrad/Downsize, etc.
- **Reservierung:** Vorlaufzeiten, Direktzuweisung, Alternativangebote, Medium, Serienbuchung, Freigabe personenbezogener Fahrzeuge
- **Übernahme/Rückgabe:** vorgegebene Angaben zum Fahrzeug, Infofelder am Terminal, Führerscheinkontrolle, Anmeldung, etc.
- **Führerscheinkontrolle** (in den Prozess integrieren)
- **Disposition:** automatische Disposition, manuelle Disposition möglich, Umbuchung bei Fahrzeugausfall, etc.
- **Schlüsselübergabe:** Tresorlösung, Bordcomputer oder manuell
- **Kostenverrechnung/Reporting:** interne Verrechnung, Standardreports, individuelle Reports

Es wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass die Einbindung der zu poolenden Fahrzeuge in die CarSharing-Software von cambio empfehlenswert zu sein scheint. Die hier genannten Stichworte können eine Orientierung darstellen, welche Anforderungen man auch an diese Software stellen könnte.

## **5.6 Weitere Empfehlungen**

Neben der reinen Fuhrparkbetrachtung konnten weiterhin in diesem Projekt allgemeine Hinweise zur Verbesserung der betrieblichen Mobilität gegeben werden. In diesem Abschnitt werden einige dieser Hinweise aufgeführt.

### **5.6.1 Stärkere Einbindung von alternativen Verkehrsmitteln im Nahbereich**

Bei vielen Firmen im Flensburger Raum scheinen alternative Verkehrsmittel insgesamt noch eine untergeordnete Rolle zu spielen. Auch wenn der ÖPNV wo immer möglich genutzt werden sollte, findet die Nutzung in der Praxis wenig statt, weil die Pkw-Pendler eine ÖPNV-Nutzung nicht gewohnt sind. Aus diesem Grund sollten die ÖPNV-Verbindungen zu den regelmäßig angefahrenen Zielen recherchiert werden. Über die Ergebnisse (Zeiten, Kosten, Taktung und Haltestellen) sollten die Mitarbeiter/-innen aktiv informiert werden, da das ÖPNV-Angebot den meisten nicht bekannt sein dürfte. Zudem ist oftmals eine Erweiterung des bereits bestehenden Fahrzeugpools um eine relevante Anzahl an Zweirädern (Fahrräder, Pedelecs und E-Lastenräder) zu empfehlen, da diese im Nahbereich immer eine gute Alternative zum Pkw darstellen.

### **5.6.2 Einführung einer Reiserichtlinie**

In den betrachteten Betrieben finden in unregelmäßigen Abständen Fahrten außerhalb des Nahbereichs statt. Derzeit gibt es aber wenige Reiserichtlinien<sup>14</sup> in den Betrieben, die das gewünschte Mobilitätsverhalten sowie die Prozesse regeln. Reiserichtlinien schaffen Handlungssicherheit bei den Beschäftigten und steuern die Mobilität in die, durch die Geschäftsleitung, gewünschte Richtung. Aus diesen Gründen ist die Entwicklung und Einführung von Reiserichtlinien grundsätzlich empfehlenswert.

### **5.6.3 Förderung von alternativen Verkehrsmitteln auf dem Arbeitsweg**

Aktuell gibt es in den Unternehmen bereits vereinzelt Angebote und Ansätze, um die Beschäftigten dabei zu unterstützen ein anderes Verkehrsmittel als den Pkw auf dem Arbeitsweg zu nutzen. Übergreifend wäre aber zu klären, welche Ziele man im Bereich der Mitarbeitermobilität verfolgen will. Wenn diese im Bereich des Umwelt- und Klimaschutzes liegen sollten, dann könnten beispielsweise folgende Maßnahmen das Mobilitätsverhalten der Beschäftigten verändern:

- Angebot eines Jobtickets oder sonstiger Zuschuss zum ÖPNV-Ticket
- Überdachte Fahrradabstellanlagen nahe des Eingangsbereiches
- Umkleide- und Duschkmöglichkeiten am Arbeitsplatz
- Einführung eines Fahrradleasingmodells
- Motivationswettbewerbe, wie „mit dem Rad zur Arbeit“
- Förderung von Fahrgemeinschaften durch die Einführung einer dynamischen Mitfahr-börse (ggf. auch gemeinsam mit benachbarten Betrieben). Hier gibt es seit kurzem eine neue Klimapaktgruppe beim Anbieter Fliinc

---

<sup>14</sup> Die IHK verfügt bereits über eine Reiserichtlinie

- Errichtung von Ladesäulen auf dem Firmenparkplatz für die privaten E-Fahrzeuge der Mitarbeiter
- Bereitstellung von dienstlichen Pedelecs für den Arbeitsweg zu Selbstkosten
- Durchführung von Mobilitätstagen zum Testen von alternativen Verkehrsmitteln
- Angebot von Pedelec-Testwochen (Fahrzeuge werden den Mitarbeiter/-innen über mehrere Tage zu Verfügung gestellt)

Bei dieser Aufzählung handelt es sich lediglich um beispielhafte Maßnahmen. Zur Ermittlung der für den jeweiligen Betrieb passenden Maßnahmen empfiehlt sich die Durchführung einer Erreichbarkeitsanalyse. Mittels einer solchen Analyse können gezielt für die Rahmenbedingungen eines Betriebes die Potenziale der alternativen Verkehrsmittel dargestellt werden.

## 6 Fazit

Die Grundlage für eine Entscheidung zum Einsatz von E-Fahrzeugen bildet eine **Fahrdatenanalyse** der bisher dienstlich (und ggf. auch privat) genutzten Fahrzeuge, wie sie im Projekt anhand der Fahrtenbücher der teilnehmenden Betriebe durchgeführt wurde. Die Analyseergebnisse geben darüber Auskunft, zu welchem Anteil die bisher mit einem konventionellen Fahrzeug zurückgelegten Fahrten mit einem E-Fahrzeug zurückgelegt werden können. Bestenfalls erfolgt die Analyse übergreifend für alle vorhandenen Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie, damit die **Einsatzmöglichkeiten von E-Fahrzeugen für den gesamten Fuhrpark** in Betracht gezogen werden. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse das Potenzial für die Nutzung von elektrischen Zweirädern wie Pedelecs, E-Lastenrädern und ggf. auch E-Rollern im (erweiterten) Stadtgebiet auf. Die Nutzung von Zweirädern hängt, wie bei der Fahrzeugauswahl, zusätzlich von den Anforderungen bzgl. der Mitnahme von Material/Gepäck ab.

Aufgrund der erforderlichen Fahrzeuggrößen und -typen können den konventionellen Fahrzeugen, die zunächst ersetzt werden sollen, passende E-Fahrzeuge aus den Übersichten im Abschnitt 5.1 zugeordnet werden. Dabei sind auch die Reichweite und die maximale Ladeleistung des E-Fahrzeuges zu berücksichtigen. Die **Ladeleistung** ist vor allem dann relevant, wenn das Fahrzeug dienstlich sowie privat genutzt werden soll und daher am Betriebsstandort nur wenige Stunden am Tag geladen werden kann. Ob der Umstieg auf das ausgewählte E-Fahrzeug sich letztendlich auch finanziell rechnet, lässt sich über eine **Wirtschaftlichkeitsberechnung** feststellen, wie sie im Projekt für ausgewählte Fahrzeuge der teilnehmenden Betriebe durchgeführt wurde.

Im Anschluss zur Fahrzeugauswahl dienen die Checkliste zur Ladeinfrastruktur (Abschnitt 5.3) sowie mögliche Leistungsanforderungen an eine Dispositionssoftware (Abschnitt 5.5) als Unterstützung bei der konkreten Umsetzung durch die Unternehmen.