

Mattes, Katharina; Lerch, Christian; Schröter, Marcus; Phan, Kim-Anh

Working Paper

Anwendungsfelder mobiler Energiespeicher - Eine Bestandsaufnahme und Perspektiven für die Konzeption aussichtsreicher Geschäftsmodelle für Elektrofahrzeuge

Working Paper Sustainability and Innovation, No. S2/2011

Provided in Cooperation with:

Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI

Suggested Citation: Mattes, Katharina; Lerch, Christian; Schröter, Marcus; Phan, Kim-Anh (2011) : Anwendungsfelder mobiler Energiespeicher - Eine Bestandsaufnahme und Perspektiven für die Konzeption aussichtsreicher Geschäftsmodelle für Elektrofahrzeuge, Working Paper Sustainability and Innovation, No. S2/2011, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe,
<https://doi.org/10.24406/publica-fhg-295317>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/44991>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Working Paper Sustainability and Innovation
No. S 2/2011



Katharina Mattes
Christian Lerch
Marcus Schröter
Kim-Anh Phan

Anwendungsfelder mobiler Energiespeicher
– Eine Bestandsaufnahme und Perspektiven
für die Konzeption aussichtsreicher
Geschäftsmodelle für Elektrofahrzeuge

Zusammenfassung

Dieses Arbeitspapier zeigt einen Überblick über die Anwendungsfelder für mobile Energiespeicher auf. Diese spannen sich in eine Vier-Felder-Matrix auf und betrachten sowohl die Möglichkeit zur Erbringung von Systemdienstleistungen als auch die Einbindung von erneuerbaren Energien. Davon ausgehend werden mögliche Varianten abgeleitet, die den Einsatz von Elektromobilen auf privater, halböffentlicher und öffentlicher Ebene darstellen sowie Batteriewechselstationen. Es wird analysiert wie neue, innovative Geschäftsmodelle, die so genannten dienstleistungsbasierten Geschäftsmodelle, die Verbreitung von Elektromobilen unterstützen können und mittels des morphologischen Kastens eine methodische Darstellung für die Ausgestaltung von Geschäftsmodellen abgeleitet. Für mobile Energiespeicher setzt sich dieser bausteinartig aus den drei Komponenten Fahrzeug und Batterie, Infrastruktur sowie Systemintegration zusammen. Die vier Anwendungsfelder werden entsprechend der Varianten im morphologischen Kasten abgebildet. Für die Varianten des jeweiligen Anwendungsfeldes existieren wenige, bereits fixe und eindeutige Gestaltungsmerkmale, einige sind jedoch noch variabel und können über die Wahl von spezifischen Geschäftsmodellen definiert werden.

Inhalt

| | Seite |
|---|-----------|
| 1 Einleitung..... | 1 |
| 2 Anwendungsfelder und Infrastrukturtypen für mobile Energiespeicher | 3 |
| 2.1 Framework und Beschreibung der Anwendungsfelder..... | 3 |
| 2.2 Beschreibung der Komponenten für die Varianten der Anwendungsfelder | 5 |
| 2.3 Grundtypen der Anwendungsfeldvarianten mobiler Energiespeicher | 8 |
| 3 Grundlagen zu lebenszyklusorientierten Geschäftsmodellen | 14 |
| 4 Komponenten für eine ganzheitliche Betrachtung der Elektromobilität..... | 20 |
| 4.1 Fahrzeug und Batterie..... | 20 |
| 4.2 Infrastruktur | 22 |
| 4.3 Systemintegration | 23 |
| 5 Ausgestaltung der Varianten für die jeweiligen Anwendungsfelder..... | 26 |
| 5.1 Anwendungsfeld 1 | 26 |
| 5.2 Anwendungsfeld 2 | 35 |
| 5.3 Anwendungsfeld 3 | 42 |
| 5.4 Anwendungsfeld 4 | 49 |
| 6 Ausblick..... | 56 |
| 7 Danksagung | 56 |
| 8 Literaturverzeichnis..... | 57 |

1 Einleitung

Im Zuge des Klimawandels und der globalen Ressourcenverknappung gewinnen alternative Antriebskonzepte an Bedeutung. Sowohl durch den Anstieg von Öl- und Gaspreisen als auch durch die erzielten Fortschritte bei Batterietechnologien, entsteht insbesondere eine verstärkte Orientierung auf batteriebetriebene elektrische Antriebskonzepte (vgl. Barkenbus 2009, Bandivadekar et al. 2008, Kalhammer et al.). Trotz dieser Weiterentwicklungen erreichen Elektrofahrzeuge aufgrund geringerer Reichweiten und langer Ladezeiten derzeit noch nicht die heutigen Mobilitätsanforderungen der Verbraucher. Die aktuell hohen Anfangsinvestitionen des Fahrzeugkaufs verglichen mit einem Verbrennungsfahrzeug, die insbesondere durch die Batterie verursacht werden, stellen außerdem eine finanzielle Hürde für den Endkunden dar (Nemry et al. 2009). Die Betriebsausgaben sind bei Elektrofahrzeugen zwar geringer, allerdings wird ein positiver Kapitalwert nur bei bestimmten Nutzergruppen erreicht, die eine Jahresfahrleistung von 12.500 bis 20.000 km bei regelmäßiger Fahrzeugnutzung von etwa 90 km pro Tag erfüllen (Biere et al. 2009).

Aus diesem Grund müssen die technologischen Vorteile von Batterien so genutzt werden, dass die Wirtschaftlichkeit deutlich gesteigert wird. Vielversprechende Lösungen bietet die Einbindung von erneuerbaren Energien, wie bspw. Windkraft oder Photovoltaik. Diese lassen sich über die Nutzung der Batterie als mobiler Speicher mittels so genannter Systemdienstleistungen, d. h. der Verlagerung des Ladezeitpunkts oder der Rückspeisung von Energie zu Spitzenlastzeiten zur Erhöhung der Netzqualität, integrieren, ebenso wie die Ausschöpfung der Potenziale durch Ladevorgänge zu Niederstrompreisen (Barkenbus 2009).

Zwar bieten diese beiden Lösungsansätze große Chancen für die Elektromobilität, dennoch wird zugleich die Komplexität der Problemstellung mit ihren einhergehenden Herausforderungen deutlich. Um solche Konzepte zukünftig umzusetzen, werden völlig neue Akteure benötigt, welche bislang beim Angebot von Mobilität durch Verbrennungsfahrzeuge nicht integriert waren. Neben Automobil- und Batterieherstellern müssen hingegen Energieversorgungsunternehmen genauso einbezogen werden, wie bspw. neue Mobilitätsanbieter. Folglich ergibt sich für die verschiedenen Anwendungsfälle eine Vielzahl an potenziellen Geschäftsmodellen, bei denen die partizipierenden Akteure und Wertschöpfungsanteile neu definiert werden müssen. Zudem bestehen Unsicherheiten von Seiten der Politik, welche Geschäftsmodelle zielführend hinsichtlich eines vorteilhaften Gesamtkonzepts wirken und welche Veränderungen sich hier-

durch für einzelne Branchen ergeben. Der folgende Beitrag zeigt daher eine ganzheitliche Vorgehensweise, welche darstellt, wie Geschäftsmodelle für die Elektromobilität hinsichtlich einer Gesamtbetrachtung zielführend konzipiert werden können und zugleich Schlussfolgerungen für die partizipierenden Unternehmen zulässt. Der Fokus liegt dabei auf dem privaten Einsatz von Elektrofahrzeugen für den Endkunden.

Im Folgenden werden zunächst die Anwendungsfelder für mobile Energiespeicher, die durch die Komponenten Systemdienstleistungen und Einbindung erneuerbarer Energien geprägt werden, erläutert. Davon ausgehend werden Varianten zum Einsatz mobiler Speicher vorgestellt, die von Seiten des Fraunhofer UMSICHT erstellt wurden. Für die spätere Ausgestaltung von Geschäftsmodellen werden vorab die benötigten Grundlagen vermittelt und aufgezeigt, in welcher Weise neue Geschäftsmodelle der Elektromobilität vielversprechende Nutzungsperspektiven für den Endkunden bieten und zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit beitragen können. Zudem wird die Methode des morphologischen Kastens zur systematischen Darstellung der Geschäftsmodelle auf den Einsatz mobiler Energiespeicher angepasst, so dass alle betroffenen Bereiche, Fahrzeug und Batterie, Infrastruktur sowie die Systemintegration, abgebildet werden können. Im Anschluss werden die Ausprägungen der Varianten auf Basis der jeweiligen Anwendungsfelder mit dem morphologischen Kasten abgebildet. Diese bilden eine fundierte Grundlage zur Ableitung konkret definierbarer Geschäftsmodelle.

2 Anwendungsfelder und Infrastrukturtypen für mobile Energiespeicher

In Kapitel 2 werden zunächst die vier Anwendungsfelder, die sich für mobile Energiespeicher aus der Kreuzung der Optionen „Anwendung von Systemdienstleistungen“ und „Integration erneuerbarer Energien“ ergeben, aufgezeigt. Danach werden notwendige Komponenten zur Fahrzeugnutzung wie beispielsweise Ladeleistung, Ladeort und Netzbeeinflussung definiert. Anschließend werden mögliche Varianten des Einsatzes mobiler Speicher zur Ausgestaltung der Anwendungsfelder erläutert.

2.1 Framework und Beschreibung der Anwendungsfelder

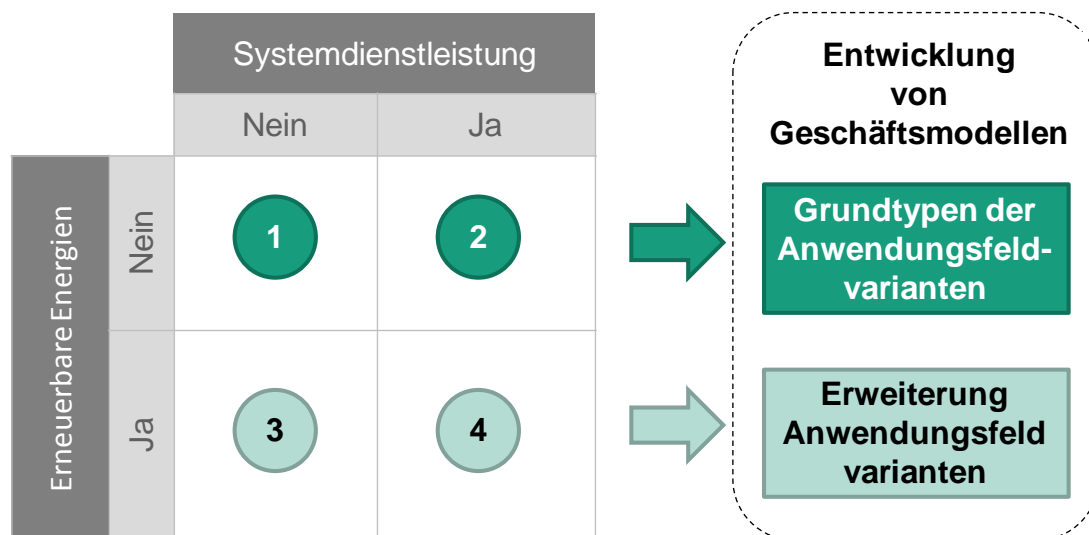


Abbildung 1: Anwendungsfelder mobiler Speicher

Eine wichtige Komponente von Geschäftsmodellen mobiler Energiespeicher stellen ihre Anwendungsfelder dar. Mit dem Framework aus Abbildung 1 können die vier verschiedenen Anwendungsfelder anhand ihrer unterschiedlichen Ausprägungen kategorisiert und dadurch differenziert betrachtet werden. Die beiden Hauptkategorien, die das innovative Geschäftsmodell mobiler Energiespeicher prägen, bilden Systemdienstleistungen und erneuerbare Energien. Für die Identifikation potenzieller Geschäftsmodelle werden in diesem Arbeitspapier im Rahmen einer umfassenden Analyse alle Kombinationen bezüglich der Integration erneuerbarer Energien und der Verwendung von Systemdienstleistungen für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle betrachtet.

Zu Beginn werden Grundtypen der Anwendungsfeldvarianten entwickelt, welche den Aspekt der Systemdienstleistung berücksichtigen und die Integration erneuerbarer Energien zunächst außen vor lassen. Diese sind in Abbildung 1 mit den Zahlen 1 und 2 nummeriert. Es wird einmal der Fall betrachtet, dass Systemdienstleistungen nicht erfolgen, im zweiten Fall gehören Systemdienstleistungen dazu. In den Anwendungsfeldern 3 und 4 werden schließlich regenerative Energien in das Geschäftsmodell mit einbezogen.

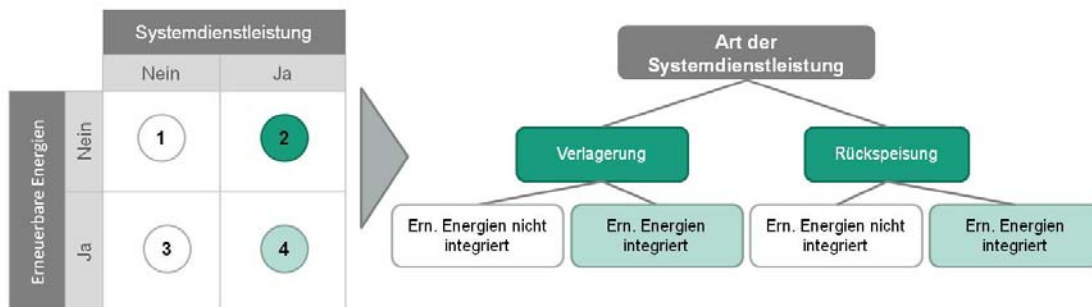


Abbildung 2: Anwendungsfelder mobiler Speicher abhängig von der Art der Systemdienstleistung

Die Art der Systemleistung wird zum einen durch die Möglichkeit der Verlagerung, zum anderen durch die der Rückspeisung charakterisiert, wie in der ersten Ebene aus Abbildung 2 zu erkennen ist, und ermöglicht intelligente Lade-strategien zur Glättung der Lastkurve der Energienachfrage.¹ Unter Verlagerung wird das gesteuerte Laden des Autos für die Umgehung von Lastspitzen verstanden.² Die Verschiebung des Ladezeitpunkts erfolgt dabei in Abhängigkeit von Energieangebot und -nachfrage, sodass ein Ausgleich der Netzbelastung, eine Sicherstellung von Netzstabilität und eine Vermeidung von Netzausbau resultieren. Ferner können zukünftig die Preisvorteile der günstigeren Schwachlastphasen ausgeschöpft werden, so dass erst dann geladen wird, wenn der Strom zu einem geringeren Preis angeboten wird als während der Spitzenlast-Momente. Dies ist beispielsweise mittels Smart Metering möglich.

¹ Die Ebene Art der Systemdienstleistung unterscheidet hier zwar zwischen Verlagerung und Rückspeisung, die beiden Systemdienstleistungen schließen sich aber in einem Geschäftsmodell nicht zwangsweise aus. So kann in einem Geschäftsmodell entweder nur verlagert werden oder eine Kombination aus Verlagerung und Rückspeisung stattfinden.

² Zu Spitzenlast-Momenten gehören die Zeiträume 8:00h-9:00h, 11:00h-12:00h und 17:00h-19:00h. Die Zeiträume, die nicht zu den Spitzenlast-Momenten gehören, werden Schwachlast-Phasen genannt.

Diese elektronische Messeinrichtung übermittelt dem Endnutzer unter anderem die aktuellen Energiepreise (dena 2009). Unter Rückspeisung wird die Bereitstellung von Energie bei Überschussnachfrage verstanden, welche wiederum durch positive Regelenergie zu Stande kommt.³ Dies geschieht beispielsweise bei Spitzenlast-Momenten. Für den Endnutzer ergeben sich somit auch finanzielle Vorteile, da er zu Spitzenlast-Momenten die im mobilen Speicher verfügbare Energie auf dem Markt anbieten kann oder seinen Haushalt damit versorgen kann und zu Schwachlast-Momenten den mobilen Speicher lädt.

Sowohl Verlagerung als auch Rückspeisung können mit oder ohne erneuerbare Energien realisiert werden, wie in Abbildung 2 im Entscheidungsbaum für die Art der Systemdienstleistung zu sehen ist.

Erneuerbare Energien spielen in innovativen Geschäftsmodellen eine immer größere Rolle. In Deutschland wird der Ausbau der erneuerbaren Energien bspw. durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) vorangetrieben. In Europa kommen für die Nutzung erneuerbarer Energien Solar- und Windenergie in Frage, welche im Kontext von Rückspeisung als auch von Verlagerung in innovative Geschäftsmodelle mobiler Energiespeicher integriert werden können. Dies eröffnet für die Betrachtung innovativer Energien eine Vielzahl an neuen Möglichkeiten, da mobile Energiespeicher als Zwischenspeicher für überschüssige Energie aus regenerativen Quellen eingesetzt werden können. Anwendungsfeld 3 deckt die Varianten ab, welche keine Systemdienstleistung, aber dafür erneuerbare Energien berücksichtigen. Im vierten Anwendungsfeld werden dann Systemdienstleistungen im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien betrachtet.

2.2 Beschreibung der Komponenten für die Varianten der Anwendungsfelder

Bevor die Realisierung und Wirtschaftlichkeit von kostenoptimierendem Laden betrachtet werden kann, müssen potenzielle Anwendungsfelder identifiziert werden, mit deren Hilfe dann verschiedene Varianten ausgearbeitet werden können. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Elektrofahrzeugen am Stromnetz und die damit verbundene Netzkopplung. Folgende Komponenten und einhergehende Fragestellungen müssen in die Analyse mit eingebunden werden:

³ Ein Anwendungsbeispiel dazu ist das Vehicle to Grid-Konzept (V2G), bei welchem elektrischer Strom aus dem öffentlichen Stromnetz an Elektro- und Hybridfahrzeugen abgegeben und gespeichert werden.

- **Ort:** Das Fahrzeug kann an verschiedenen Orten an das Verbundnetz gekoppelt und geladen werden. So ist es möglich, dass die Netzkopplung privat stattfindet, aber auch eine öffentliche Lösung wäre vorstellbar. Der Vorteil am Laden an privaten Orten besteht darin, dass ein Fahrzeugnutzer das Auto für mehrere Stunde zu Hause (i. d. R. nachts) oder am Arbeitsplatz (i. d. R. tagsüber) für einen längeren Zeitraum abstellt. Das Laden der Batterie am Arbeitsplatz hat den Vorteil, dass dort statt eines üblichen 230 V-Hausanschlusses auch 400 V-Anschlüsse zur Verfügung gestellt werden können (vgl. Ladeleistung). Die Ladesäule mit 400 V könnte auch zu Hause aufgestellt werden. Hier ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine Amortisation der Investition für die Ladesäule aufgrund der geringen Auslastung im Gegensatz zum Arbeitsplatz nicht erreicht werden kann (Kley et al. 2010).
- **Zeitraum/Zeitpunkt des Aufladens:** Das Laden der Batterie kann in mehreren Zeiträumen erfolgen. Kurze Ladezeiten, wenn das Auto zwischendurch abgestellt wird, aber auch lange Ladezeiten, wenn das Auto länger still steht, sind denkbar. Ein weiterer Aspekt stellt die Phase, in welcher das Auto geladen wird, dar. Das Laden kann sowohl zu Schwachlastphasen als auch zu Spitzenlastphasen stattfinden, sodass „intelligentes Laden“ zum Ausgleich von Erzeugungs- und Lastenschwankung genutzt werden kann. Durch eine Umgehung der Spitzenlastphasen bzw. günstigeres Laden zu Schwachlastphasen können Arbitragevorteile erreicht werden.⁴
- **Ladeleistung:** Die Ladeleistung ist davon abhängig, ob über eine klassische Steckdose oder über eine Ladesäule geladen wird. Ersteres ermöglicht die Ladung mit einphasigem Strom bei einer Spannung von 230 V und einer Stromstärke von 10/16 A. Die Ladesäule integriert einen Starkstromanschluss mit dreiphasigem Strom, es werden 400 V und 16-32 A bzw. bis zu 63 A erreicht.
- **Netzbeeinflussung:** Die Netzbeeinflussung muss ebenfalls im zukünftigen Geschäftsmodell berücksichtigt werden. Die Einspeisung kann uni- oder bidirektional erfolgen. Unidirektional bedeutet, dass Strom an das Fahrzeug abgegeben wird. Bei bidirektionaler Netzbeeinflussung kann Strom aus dem Speicher des Fahrzeugs wiederum in das Stromnetz des EVU eingespeist werden.
- Für die Nutzerseite sind die Einspeisungs-Vorgänge Demand Side Management (DMS) und Demand Response (DR) von Bedeutung. DSM⁵ wird auch Lastenmanagement genannt, die Maßnahmen gehen dabei vom EVU aus. Im Falle von DR, auch Economic Response genannt, entscheidet der Nutzer,

⁴ Aktuell ist Arbitrage in Deutschland noch nicht nutzbar, soll aber zukünftig möglich sein.

⁵ Für die Realisierung von DSM wird ein Digitalstrom-Meter in den Elektroverteiler eingebaut, sodass intelligentes Laden zu Stande kommt.

ob er den Strom zu den vom EVU angebotenen Konditionen für den Ladevorgang verwendet. Eine Mischung aus beiden Optionen (DSM und DR) sieht so aus, dass das EVU ein Preissignal setzt und der Nutzer dann entscheidet, wann und ob er den Strom einspeist. Diese Möglichkeit wird anreizgesteuertes DSM genannt.

- Die Anschlusssteuerung von Seiten des Stromanbieters erfolgt entweder ungesteuert (der Nutzer erhält Strom nach Bedarf), indirekt (in bestimmten Zeiten ist es möglich, den Speicher aufzuladen) oder direkt (die Ladesäule eines bestimmten Nutzers wird direkt für den Ladevorgang angesprochen).
- **Fahrzeugnutzung:** Fahrzeuge mit mobilen Energiespeichern können sowohl im motorisierten Individualverkehr, öffentlichen Verkehr als auch im Güterverkehr eingesetzt werden. Dabei ist eine weitere Aufteilung in Fern- und Nahverkehr möglich. Fahrzyklen bilden eine Erweiterung der Varianten.
- **Akteure/Geschäftsmodelle:** Klassische Teilnehmer wie Fahrzeughersteller gehören zu den Akteuren des Geschäftsmodells. Aber auch neue Teilnehmer wie Energieversorgungsunternehmen, unabhängige Anbieter oder Übertragungsnetzbetreiber sind im Rahmen von innovativen Geschäftsmodellen vorstellbar. Welche Marktconstellations gebildet werden und wer wovon profitieren wird sind ebenfalls Fragen, welche uns beschäftigen werden.
- **Batterie:** Es gibt verschiedene Arten von wiederaufladbaren Sekundärakkumulatoren (Blei-Säure, NaNiCl, NiMH, Li-Ion), die als mobile Energiespeicher eingesetzt werden können. Diese differieren auch in Leistung und Kapazität. Derzeit hat sich im Bereich mobiler Energiespeicher noch kein Batterietyp durchgesetzt.
- **Ladesäule:** Die Ladesäule ist ein wichtiger Teil des Elektromobilitätskonzepts. Sie muss von robuster Bauart und erkennbar für alle Teilnehmer sein, da sie auch auf öffentlichen Plätzen zu finden sein wird. Das Prinzip der Ladesäule im öffentlichen Leben ist beispielsweise mit einer Telefonzelle vergleichbar.
- **Batteriewechsel:** Eine Alternative zu Ladestationen bieten Batteriewechselstationen. In diesem Fall wird der komplette Batteriesatz bzw. werden Teile des Batteriesatzes ausgetauscht.
- **Verkehrskonzept:** Das Verkehrskonzept kann entweder klassisch (Fahrzeug und Batterie sind im Besitz eines Eigentümers) ausfallen, aber auch innovative Konzepte wie Betterplace⁶, Car2Go⁷ und Park and Ride (P+R)⁸ sind be-

⁶ Better Place ist ein Unternehmen, das eine flächendeckende Infrastruktur für Elektrofahrzeuge bereitstellen möchte, vgl. www.betterplace.com

⁷ Car2go ist ein Car-Sharing-Konzept von Daimler, vgl. www.car2go.com

reits realisiert worden. Offen ist, inwiefern sich innovative Konzepte weiterentwickeln werden und wie die Akzeptanz und Resonanz ausfallen wird.

2.3 Grundtypen der Anwendungsfeldvarianten mobiler Energiespeicher

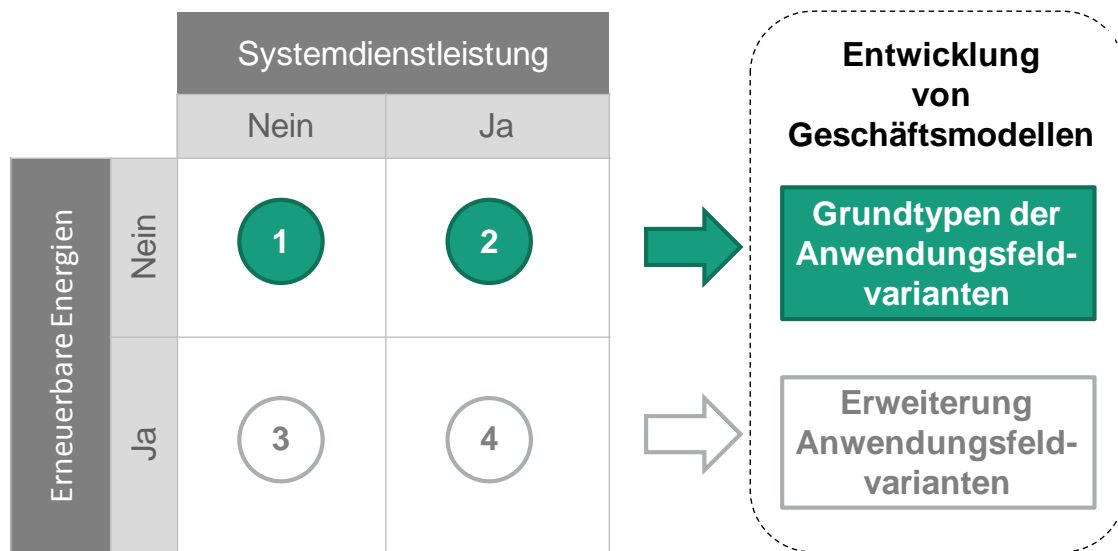


Abbildung 3: Überblick über die Anwendungsfelder 1 und 2

In diesem Abschnitt werden verschiedene Grundtypen der Anwendungsfeldvarianten für den Einsatz mobiler Energiespeicher entwickelt und vorgestellt. Ziel ist, das allgemeine Verständnis für potenzielle Geschäftsmodelle im Rahmen mobiler Energiespeicher aufzubauen, damit später in Kapitel 5 die jeweiligen Ausprägungen der Anwendungsfelder 1-4 für potenzielle Geschäftsmodelle besprochen werden können. Die Anwendungsfelder 3 und 4 (vgl. Abbildung 3) bilden die Erweiterung der Anwendungsfelder 1 und 2, da die Einbindung von erneuerbaren Energien berücksichtigt wird.

Da das Konzept mobiler Energiespeicher bezüglich wirtschaftlicher Umsetzung und Akzeptanz beim Endkunden noch in den Kinderschuhen steckt, bilden die möglichen Varianten der Anwendungsfelder das Fundament der Betrachtung potenzieller und innovativer Geschäftsmodelle. Das neue Konzept mobiler Energiespeicher wird vom Endkunden aber nur als attraktiv empfunden, wenn

8 Bei P+R handelt es sich um ein Verkehrskonzept, bei welchem in der Nähe von Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs Abstellmöglichkeiten für PKW zur Verfügung gestellt werden.

dieser durch das Laden der Batterie nicht zu sehr in seinem alltäglichen Bewegungsradius (arbeiten, einkaufen, Freizeit etc.) eingeschränkt wird. Der Prozess des Ladens des Energiespeichermediums muss deshalb unkompliziert stattfinden, in den Alltag des Endnutzers integrierbar sein, und der Aufwand sollte maximal dem eines klassischen Geschäftsmodells (Fahrzeug mit Verbrennungsmotor/Tanken an der Tankstelle) entsprechen. Für die Varianten-Erstellung wurde deshalb betrachtet, wie sich der Fahrzeugnutzer im Alltag bewegt: Stimmen die Orte, an denen sich der Nutzer im Alltag aufhält, mit den Orten überein, an denen die Batterie aufgeladen werden kann, wird der Aufwand der Batterieaufladung für den Endnutzer minimiert. Ausgenutzt wird nun, dass der Nutzer das Fahrzeug zwar den ganzen Tag über in Reichweite hat, die Dauer in der er sich mit dem Fahrzeug fortbewegt aber mit durchschnittlich 1,43 h pro Tag (16,8% des Tages) sehr gering ausfällt.⁹ Orte, an denen Fahrzeuge abgestellt werden bilden beispielsweise Wohnung/Haus, Arbeitsstätte, Krankenhäuser, Einkaufszentren usw. Die verschiedenen Orte werden in der Regel zu bestimmten Zeiten besucht, und auch die Dauer des Abstellens hängt vom Ort und der Gelegenheit ab. Ort, Zeit und Dauer des Aufenthalts bzw. Abstellens hängen somit oft zusammen, und auch die Komponenten Leistung und Netzbeeinflussung sind nicht von den vorigen Komponenten zu trennen.

Für die Varianten-Erstellung wurden die Schwerpunkte der Abgrenzung bezüglich der Komponenten Ort, Zeit, Leistung und Netzbeeinflussung gesetzt. Die verwendeten Daten basieren auf dem in FSEM festgelegten Referenzmodell, es werden EV mit 20 kWh Batteriekapazität betrachtet, dies entspricht einer Reichweite von 100 km. Eine Abbildung von PHEV, E-Roller/Bike erfolgt durch einfache Skalierung der Kenndaten, sodass schlussendlich fünf Ausgangsvarianten der Anwendungsfelder entwickelt wurden, die im Folgenden einzeln kurz vorgestellt werden.

⁹ Vgl. DA Kölling, S. 51, Tabelle 4-4

Variante 1/5: Zu Hause - Steckdose

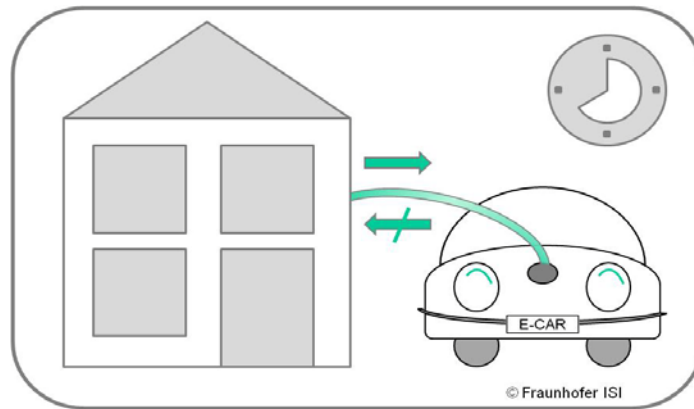


Abbildung 4: Grundvariante 1/5, Zu Hause - Steckdose

In dieser Variante wird davon ausgegangen, dass der Nutzer das Elektrofahrzeug an privaten Hausanschlüssen lädt. In der Regel geschieht dies nachts, wenn das Fahrzeug über einen längeren Zeitraum nicht verwendet wird. Eine Rückspeisung findet nicht statt, die Einspeisung ist somit unidirektional.

Für Vollladung ist bei einer Batteriekapazität von 20 kWh bei einem Steckdosenanschluss mit 3,7 kW mit einer Ladedauer von 5,4 h zu rechnen. In der Regel wird davon ausgegangen, dass das Fahrzeug etwa 10 Stunden über Nacht vor dem Haus parkt. Ebenso muss ein fester Stellplatz bzw. eine Garage vorhanden sein.

Eine Option der Erweiterung dieser Variante bildet die Einbindung von Verlagerung, d.h. der Nutzer lädt zu kostenoptimalen Zeiten. Eine zusätzliche Erweiterung dieser Variante beinhaltet die Integration erneuerbarer Energien, bspw. in Form einer Photovoltaik-Anlage, welche auf dem Hausdach installiert ist.

Variante 2/5: Zu Hause – Ladebox

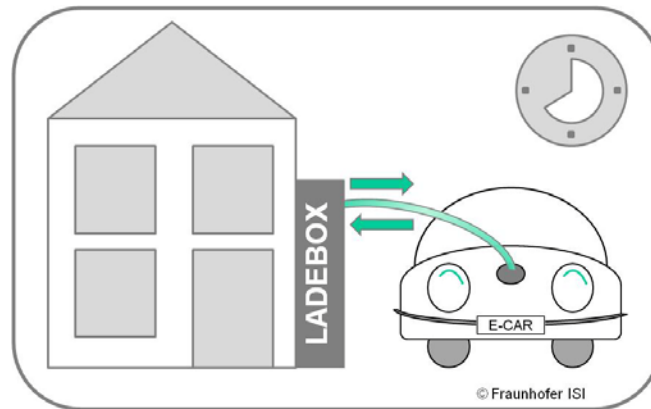


Abbildung 5: Grundvariante 2/5, Zu Hause - Ladebox

Der Nutzer lädt die Batterie zu Hause an einer Ladebox auf; es handelt sich ebenso wie bei Variante 1/5 um einen privaten Hausanschluss. Der Unterschied zur vorigen Variante stellt die Ladebox dar, welche schnellere Ladezeiten aufgrund des dreiphasigen Anschlusses ermöglicht. So wird bei einer Anschlussleistung von 11-22 kW mit einer Ladedauer von 1-2 Stunden bei Vollladung ausgegangen. Dem Nutzer wird durch die Ladebox zudem Rückspeisung von Strom ins Stromnetz ermöglicht; die Einspeisung ist in diesem Fall bidirektional. Der Ladevorgang wird ebenfalls i.d.R. nachts getätigt, wenn das Fahrzeug abgestellt wird; daher wird für diese Variante ebenfalls ein fester Stellplatz benötigt. Es wird mit einer durchschnittlichen Parkdauer von zehn Stunden gerechnet. Auch in dieser Variante ist eine Integration erneuerbarer Energien, insbes. Solarenergie, möglich.

Variante 3/5: Arbeit/Parken (lang)

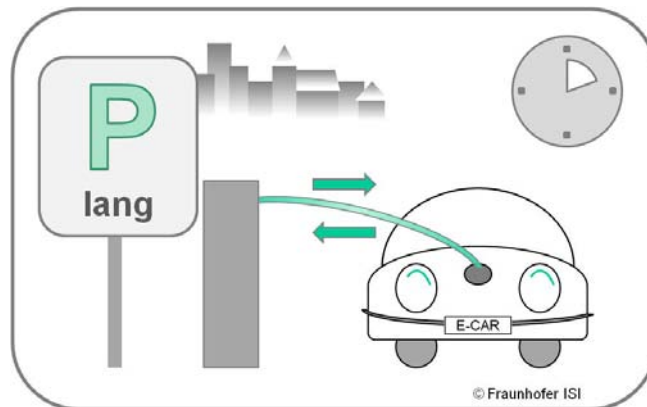


Abbildung 6: Grundvariante 3/5, Arbeit/Parken (lang)

Für die Variante 3/5 befinden sich die Ladestationen an Orten, die zum Alltag der Nutzer gehören, wie beispielsweise die Arbeitsstätte, das Flughafen-Parkhaus oder auch P+R-Bereiche. An diesen halböffentlichen Plätzen wird davon ausgegangen, dass die Parkdauer durchschnittlich acht Stunden beträgt. Da auch hier die Ladung dreiphasig mit einer Anschlussleitung von 11-44 kW erfolgt, kann von einer Ladedauer von 0,5-2 Stunden ausgegangen werden bei Vollladung. Das lange Parken und die bidirektionale Ankopplung ermöglicht zudem eine Rückspeisung von Strom in das Stromnetz. Der Betreiber der Infrastruktur nimmt so ebenfalls am Regel-/Reservemarkt teil. In dieser Variante können ebenfalls erneuerbare Energien integriert werden, wie beispielsweise Windkraft oder Solarenergie.

Variante 4/5: Einkaufen/Parken (kurz)

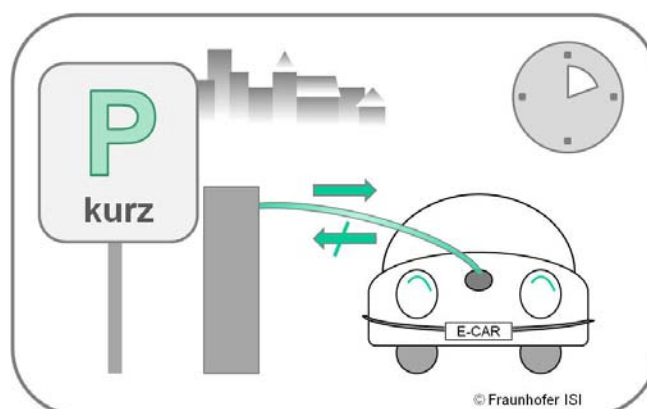


Abbildung 7: Grundvariante 4/5, Einkaufen/Parken (kurz)

Die Ladestationen befinden sich bei dieser Variante an Alltagsplätzen, die während kurzen Abstellzeiten des Fahrzeugs genutzt werden können. Dies geschieht beispielsweise beim Parken für die Erledigung von Einkäufen und sonstiger Besorgungen im innerstädtischen Bereich. Da diese Tätigkeiten im Laufe des Tages anfallen, wird in der Regel tagsüber geladen. Park- und Kaufhäuser, sonstige öffentliche und private Parkflächen stellen Plätze dar, an denen die Ladesäulen aufgestellt werden können. Es wird von einer Parkdauer von einer Viertel bis einer vollen Stunde ausgegangen. Mit der gleichen Ladeanschlussleistung wie bei Variante 3/5 werden für die Vollladung 0,5-2 Stunden benötigt. Aufgrund der kurzen Parkzeit sind Systemdienstleistungen für diese Variante nicht vorgesehen. Die Integration erneuerbarer Energien ist hingegen realisierbar.

Variante 5/5: Batterie-Wechselstation

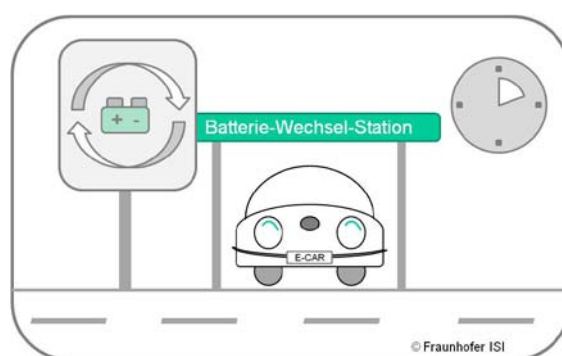


Abbildung 8: Grundvariante 5/5, Wechselstation

Die Batteriewechselstation¹⁰ stellt eine weitere Variante für potenzielle Geschäftsmodelle im Bereich Elektromobilität dar. Es deckt den Fall ab, dass ein Fahrzeug während des Tages nicht für längere Zeit abgestellt und aufgeladen werden kann. Ein Beispiel dafür sind Taxifloten, deren Fahrzeuge über längere Zeit und ohne große Pausen in Betrieb sind und somit nicht zwischendurch für fünf Stunden aufgeladen werden können. Eine Lösung für dieses Problem bildet die Batteriewechselstation, welche wie eine klassische Tankstelle angefahren und bei welcher die komplette Batterie ausgetauscht werden kann. Die allgemeine Wechseldauer darf dabei höchstens fünf Minuten betragen. Des Weiteren unterstützt die Batteriewechselstation den Fernverkehr mit Strecken über 150/200 km, denn auch dort muss ein Fahrzeug innerhalb kurzer Zeit mit neuer

¹⁰ Vgl. www.betterplace.com

Energie versorgt werden. In diesem Beispiel ist es ebenfalls möglich, erneuerbare Energien zu integrieren.

Die vorgestellten Varianten sollen nicht getrennt voneinander betrachtet werden, sondern stellen ein Set an Alternativen für die Konzeption zukünftiger Geschäftsmodelle dar. Für die Betrachtung der Geschäftsmodelle ist darüber hinaus noch zu klären, von wem die in den einzelnen Varianten verwendeten Komponenten bezüglich Infrastruktur und Systemdienstleistungen bereitgestellt werden. Hierfür sind zusätzlich zu den klassischen Akteuren in der Automobilindustrie neue Akteure wie EVU und Netzdienstleister sowie unabhängige Anbieter denkbar.

Im Folgenden wird eine Typologie zur Systematisierung von innovativen Geschäftsmodellen entwickelt. Dazu werden zunächst die Grundlagen von Geschäftsmodellen erläutert und es werden die Ausgestaltungsmöglichkeiten der Geschäftsmodelle diskutiert.

3 Grundlagen zu lebenszyklusorientierten Geschäftsmodellen

Noch führen batteriebetriebene Elektrofahrzeuge ein Nischendasein. Erst in den nächsten Jahren wird geklärt, ob sie zu einem wichtigen Markt für Energieversorger, Fahrzeughersteller und Kunden werden. Die Marktdurchdringung hängt entscheidend von der Verbreitung der Elektromobilität sowie mobiler Energiespeicher ab und kann folglich nur erreicht werden, indem die Nutzer ihr Fahrzeug mit Verbrennungsmotor gegen ein batteriebetriebenes tauschen und sich auf neue Mobilitätskonzepte einlassen. Die Ausgestaltung und Wahl eines geeigneten Geschäftsmodells ist somit ausschlaggebend für den Erfolg.

In der Investitionsgüterindustrie setzten lebenszyklusorientierte bzw. dienstleistungsbasierte Geschäftsmodelle am gesamten Lebenszyklus einer Anlage an (Lay et al. 2009), d.h. von der Herstellung über Transport und Nutzung bis zur Entsorgung. Diese Definition von Geschäftsmodellen lässt sich auch auf mobile Energiespeicher übertragen. Die Idee liegt darin, nicht nur die Anschaffungskosten zu betrachten, sondern die Gesamtkosten, die über den Lebenszyklus anfallen (Denkena et al. 2007). In der Literatur werden für diese Methodik auch die Begriffe Life Cycle Costing oder Total Cost of Ownership verwendet (Geißdörfer 2008). Abbildung 9 visualisiert den Grundgedanken, dass Investitionsalternativen existieren, die trotz einer höheren Anfangsinvestition über den gesamten Lebenszyklus betrachtet geringere Lebenszykluskosten aufweisen.

Neben den Anschaffungskosten werden ebenso die Kosten für Nutzung, Instandhaltung und Entsorgung berücksichtigt (Ellram, Siferd 1993; Ellram 1994). Grund für diese lebenszyklusorientierte Kostenbetrachtung ist vor allem die Überlegung, dass Investitionsentscheidungen, welche allein auf Basis des Anschaffungspreises getroffen werden, zu kurz greifen (Zeibig 2005). Aus der Perspektive des Herstellers zielt der Ansatz darauf ab, Wettbewerbsvorteile nicht durch die Reduktion der Anschaffungskosten (Noske 2007), sondern aufgrund einer Reduzierung der Gesamtkosten (Lebenszykluskosten) zu erzielen (Heilala et al. 2007). Für EV ist insbesondere auch die Beachtung der Erlösseite von Bedeutung, da durch die Nutzung des mobilen Speichers neue Anwendungsmöglichkeiten wie beispielsweise das Angebot von Systemdienstleistungen im Gegensatz zum Fahrzeug mit Verbrennungsmotor entstehen und somit Erlöse generiert werden können.

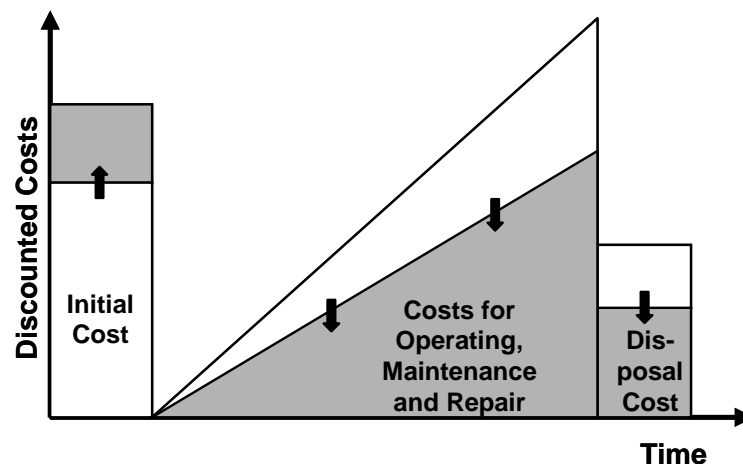


Abbildung 9: Reduktion der Lebenszykluskosten durch dienstleistungsbasierte Geschäftsmodelle (vgl. Taylor 1981)

Hier setzt das Prinzip neuer, innovativer Geschäftsmodelle an. Durch eine stärkere Integration des Ausrüsters in die verschiedenen Lebenszyklusphasen des Produkts können aufgrund der Minderung von technischen oder kundenspezifischen Schwächen, der Nutzung latent vorhandener Bedarfe durch die Integration von erneuerbaren Energien und das Angebot von Systemdienstleistungen sowie der Ausnutzung des innovativen Geschäftszweigs wirtschaftliche Potenziale erschlossen werden. Ist das auf diesem Weg erwirtschaftete Potenzial größer als der dafür betriebene Aufwand, entsteht durch das Geschäftsmodell ein Mehrwert gegenüber der Ausgangssituation. Für die Schaffung einer Win-win-Situation kann dieser Mehrwert zwischen Hersteller und Kunde, oder weiteren Akteuren aufgeteilt werden (Lerch et al. 2009). Es gilt also, die technischen

und kundenspezifischen Schwächen zu identifizieren, einen neuen Zusatznutzen anzubieten, der durch mobile Speicher generiert wird und darauf aufbauend zusätzliche Dienstleistungen zu konzipieren. Ausgehend von den Kundenbedarfen sollen neue Geschäftsmodelle formuliert werden, die diese zusätzlichen Dienstleistungen integrieren und den Raum der durch Elektromobilität geschaffenen Geschäftsbereiche ausnutzen. Im Hinblick auf mobile Energiespeicher bedeutet dies, dass Geschäftsmodelle an technischen Innovationen oder beim Nutzen für den Anwender ansetzen müssen. Durch dieses neue Angebot entsteht ein erhöhter Nutzen für den Kunden und folglich ein Wettbewerbsvorteil für das Produkt des Anbieters (Matzen et al. 2005).

Prinzipiell lassen sich Geschäftsmodelle, unabhängig von der Art des Investitionsgutes bzw. des Produktes, in drei Komponenten unterteilen (Lehmann-Ortega, Schoettl 2005; Timmers 1998), diese Ausgestaltung ist sowohl für den Bereich B2B als auch B2C gültig:

- Wertschöpfungsarchitektur: beschreibt die potenziellen Gestaltungsmöglichkeiten des Angebots hinsichtlich der verschiedenen Akteure, die im Rahmen eines Geschäftsmodells involviert sind.
- Nutzenversprechen: definiert den vom Hersteller im Voraus versprochenen Nutzen eines Angebots gegenüber dem Kunden.
- Ertragsmodell: legt die Art der Bezahlung des Kunden gegenüber den erbringenden Akteuren im Rahmen des Angebots fest.

Anhand dieser drei Gestaltungsmerkmale können verschiedene Geschäftsmodelle beschrieben und definiert werden (vgl. Abbildung 9).



Abbildung 9: Elemente zur Beschreibung von Geschäftsmodellen mit traditionellem und dienstleistungsbasiertem Geschäftsmodell im Vergleich

Im Bereich der Fahrzeugindustrie stellt im traditionellen Geschäftsmodell, auch bekannt als klassisches Geschäftsmodell, der Automobilhersteller das Fahrzeug her; mit dem Kauf des Fahrzeug geht dieses in den Besitz des Kunden über und wird dann in der Regel ausschließlich von diesem Kunden über einen bestimmten Zeitraum genutzt: Der Hersteller verspricht dem Kunden ein qualitativ hochwertiges Produkt sowie von Kundenseite gewünschte Eigenschaften (Nutzenversprechen). Das Fahrzeug wird vom Automobilhersteller mit allen benötigten Zuliefererteilen und inklusive dem Verbrennungsmotor produziert und an den Endkunden geliefert. Das Fahrzeug wird vom Kunden über einen von ihm gewählten Zeitraum genutzt. Dabei anfallende Reparaturen oder Wartungen werden von Akteuren durchgeführt, die vom Kunden ausgewählt werden können und sind nicht vorab festgelegt (Wertschöpfungskette). Der Automobilhersteller wird vom Kunden für das gelieferte Produkt in Höhe des Verkaufspreises oder über die Leasingrate bezahlt. Dienstleistungen wie Reparaturen oder Wartungen sowie das Betanken des Fahrzeugs werden vom jeweiligen Betreiber gegenüber dem Kunden separat abgerechnet (Ertragsmodell). Das traditionelle Geschäftsmodell entspricht der heutigen Nutzung von Autos mit Verbrennungsmotoren. Diese Konstellation des Geschäftsmodells ist für die Elektromobilität nicht deckungsgleich. Gründe dafür sind beispielweise die Komplexität der Problemstellung, neue Herausforderungen, der Einfluss von Seiten der Politik, sich ändernde Nachfrageverhalten hinsichtlich der Mobilität von Kundenseite sowie weitere, neu hinzukommende Anwendungsfelder der Elektrofahrzeuge, die über Mobilitätsdienstleistungen hinaus gehen (Winterhoff

et al. 2009). Folglich kommt es für Mobilitätskonzepte mit integrierten mobilen Speichern zu einer Verschiebung in der Wertschöpfungsarchitektur, im Ertragsmodell und im Nutzenversprechen, die durch neue, innovative Geschäftsmodelle dargestellt werden können.

Für die systematische Beschreibung von Geschäftsmodellen ist eine Abgrenzung zwischen klassischen (traditionellen) Geschäftsmodellen und neuen, innovativen Geschäftsmodellen notwendig. (Tukker 2004) charakterisiert Geschäftsmodelle als Kombination aus Sach- und Dienstleistungsanteilen, deren Verhältnis sich abhängig vom gewählten Geschäftsmodelltyp verschieben kann, und unterscheidet zwischen produktorientierten und dienstleistungsbasierten Geschäftsmodellen (Vielhaber, Biege 2008). Die produktorientierten Geschäftsmodelle gehören zu den klassischen Geschäftsmodellen, d. h. der Sachleistungsanteil dominiert. Typische Dienstleistungen bei produktorientierten Geschäftsmodellen sind Finanzierung, Versicherungsangebote, Inspektions- und Reparaturservice oder die Rücknahme des Fahrzeugs, d. h. der Automobilhersteller bietet zusätzliche Dienstleistungen zum Kernprodukt an. Es sind jedoch keine Leistungsgarantien gegenüber dem Kunden nach Auslieferung des Produkts enthalten. Ferner setzen die Dienstleistungen nicht in der Nutzungsphase des Fahrzeugs an.

Dienstleistungsorientierte Geschäftsmodelle setzen jedoch in der Nutzungsphase des Fahrzeugs an und werden aufgrund ihrer Neuartigkeit und geringen Verbreitung als neue oder innovative Geschäftsmodelle bezeichnet und lassen sich in die beiden Kategorien „nutzenorientiert“ sowie „ergebnisorientiert“ unterteilen (Spath, Demuß 2008; Backhaus, Kleikamp 2001). Es steht hier also nicht mehr das Kernprodukt in Mittelpunkt, sondern ein vertraglich garantiertes Leistungsversprechen über die Auslieferungsphase hinaus, das mit Hilfe des Kernprodukts erbracht wird. Wird dieser Sachverhalt auf die Mobilität transferiert, so bedeutet dies für nutzungsorientierte Geschäftsmodelle batteriebetriebener Fahrzeuge, dass Angebote entwickelt werden wie beispielsweise Mobilitätsgarantien, Car-Sharing- oder Flottenkonzepte. Diese garantieren die Bereitstellung von Fahrzeugen bzw. Mobilität, ohne dass der Kunde Eigentümer eines Fahrzeugs sein muss.

Ergebnisorientierte Geschäftsmodelle bedeuten hingegen für den Endkunden, dass dieser jederzeit mit Hilfe des Mobilitätsanbieters von Punkt A nach Punkt B gelangen kann. Der Kunde besitzt hier kein Fahrzeug, sondern erhält die Garantie, zu jedem gewünschten Zeitpunkt eine bestimmte Strecke zurücklegen zu können. Dies wäre bspw. der Fall, wenn ein Transportservice angeboten wer-

den würde, der einen Kunden jederzeit von einem Punkt zum nächsten befördert. Dies können externe Dienstleister übernehmen, wie beispielsweise beim Taxikonzept, aber auch die Durchführung von Seiten des Automobilherstellers wäre denkbar. Eine Darstellung der Unterschiede zwischen dem traditionellen und neuen Geschäftsmodell bezüglich des Nutzenversprechens und Ertragsmodell liefert Abbildung 10.

| | Traditionelles Geschäftsmodell | Neues Geschäftsmodell |
|--------------------------|--|--|
| Nutzenversprechen | Konzentration auf das Kernprodukt | Konzentration auf die Leistung des Kernprodukts |
| Ertragsmodell | Kunde zahlt den Verkaufspreis des Produkts | Kunde bezahlt für das Ergebnis bzw. die Leistung |

Abbildung 10: Unterschiede im Nutzenversprechen und Ertragsmodell zwischen dem traditionellen und neuen Geschäftsmodell

Für Unternehmen stellt sich dennoch die Frage, welche Rahmenbedingungen existieren müssen, um zukünftig neue Geschäftsmodelle anbieten zu können. Im Gegensatz dazu scheint es für die Politik relevant zu sein, welche Geschäftsmodelle im Rahmen einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung vorteilhaft sein können und welche Chancen und Risiken sich für einzelne Branchen hieraus ergeben. Aufgrund der vorherrschenden Komplexität soll daher eine systematische Klassifikationsform für Geschäftsmodelle der Elektromobilität entwickelt werden, die es einerseits ermöglicht, potenzielle Akteure im Rahmen eines Geschäftsmodells zu identifizieren und andererseits das angedachte Geschäftsmodell auf die Tragfähigkeit bezüglich eines vorteilhaften Gesamtkonzepts überprüft. Eine etablierte Möglichkeit dienstleistungs-basierte Geschäftsmodelle in der Investitionsgüterindustrie strukturiert abzubilden, stellt der morphologische Kasten dar (Lay 2003). Dieser soll auch im Folgenden für die Darstellung von Geschäftsmodellen für mobile Energiespeicher verwendet werden.

4 Komponenten für eine ganzheitliche Betrachtung der Elektromobilität

Für die ganzheitliche Entwicklung von Geschäftsmodellen kann auf die Methode des morphologischen Kastens zurückgegriffen werden. Lay (2003) verwendet diese Methode, um Geschäftsmodelle in der Investitionsgüterindustrie zu systematisieren und zu vergleichen. Das Prinzip des morphologischen Kastens stellt eine kreative Methode dar, alle potenziellen Lösungen für bestehende Probleme strukturiert abzubilden, indem verschiedene Merkmale mit mehreren Merkmalsausprägungen hinsichtlich einer Problemstellung definiert werden (Zwicky 1966). Diese potenziellen Lösungen lassen sich durch die logische Kombination einzelner Merkmalsausprägungen auf einige konkrete Lösungen reduzieren.

Eine umfassende Betrachtung elektrischer Mobilitätskonzepte umfassen die Komponenten Fahrzeug und Batterie, Infrastruktur sowie Integration des Stromnetzes zur Erbringung von Systemdienstleistungen (Lerch et al. 2010). Daher werden im Folgenden die Wertschöpfungsarchitektur und das Ertragsmodell für die verschiedenen Merkmale und Gestaltungsformen ausgearbeitet, welche dann anhand des Nutzenversprechens charakterisiert werden können.

Eine Gegenüberstellung von Merkmalen und Gestaltungsformen der Geschäftsmodelle erfolgt durch Visualisierung mit Hilfe eines morphologischen Kastens. Auf der linken Seite des morphologischen Kastens sind die Merkmale des Geschäftsmodells zu entnehmen, rechts sind die Gestaltungsmöglichkeiten aufgereiht. Mithilfe eines Profilzuges wird für jedes Merkmal die gewählte Gestaltungsform angezeigt. Bausteinartig setzt sich so das neue Konzept zusammen und die vertikale Betrachtungsweise von Merkmal und Gestaltungsmöglichkeit führen zu einem charakteristischen Profilzug für das Geschäftsmodell (vergleiche Abbildung 11, Abbildung 12 und Abbildung 13).

4.1 Fahrzeug und Batterie

Werden die Komponenten Fahrzeug und Batterie betrachtet, so wird für die Beschreibung der Wertschöpfungsarchitektur und des Ertragsmodells zwischen den Merkmalen Eigentum, Art der Abrechnung, Betreiber des Aftersales Services und Ausschließlichkeit der Nutzung differenziert. Die Merkmale sind sowohl auf die Batterie-, als auch auf die Fahrzeugkomponente übertragbar, so dass eine separate Betrachtung von Fahrzeug und Batterie möglich ist (vergleiche Abbildung 11) (Andersen et al. 2009).

Bei neuen Geschäftsmodellen stellt sich die Frage, an wen das *Eigentum* des Fahrzeugs oder der Batterie während der Nutzungsphase übergeht. Zu den teilnehmenden Akteuren gehören der Fahrzeughersteller, der Batteriehersteller, das Energieversorgungsunternehmen (EVU), unabhängige Anbieter, beispielsweise in Form einer Bank oder andere Dienstleister, und der Kunde selbst, in dessen Besitz das Fahrzeug bzw. die Batterie übergehen können. Es existiert zudem die Option, dass Fahrzeug und Batterie unterschiedlichen Akteuren zugeordnet werden können. Die *Abrechnung* kann klassisch über den Verkaufspreis (Pay for equipment), über eine festgesetzte Rate (Fixed rate) oder nach Nutzung (Pay per use) erfolgen. Als *Betreiber der After-Sales-Services*, wie beispielsweise Wartung und Instandhaltung, kommen analog zur Eigentumszuweisung die Parteien Fahrzeughersteller, Batteriehersteller, EVU, unabhängige Anbieter oder der Kunde in Frage. Der Akteur, in dessen Besitz das Fahrzeug bzw. die Batterie ist, muss nicht zwangsweise den Betrieb der After-Sales-Services übernehmen. Die *Ausschließlichkeit der Nutzung* des Fahrzeugs bzw. der Batterie ist nicht durch einen alleinigen Nutzer limitiert, es ist auch vorstellbar, dass die Komponenten Fahrzeug und/oder Batterie von mehreren Teilnehmern genutzt werden. Eine Lösung mit mehreren Kunden wird beispielsweise durch Car Sharing Konzepte realisiert. Bei einem Batteriewechsel wird die Batterie von mehreren Kunden genutzt, da es sich hierbei um ein Tauschsystem handelt. Durch die Wahl der Gestaltungsmöglichkeiten kommen so verschiedene Varianten und schlussendlich mit einer eindeutigen Auswahl an Merkmalen neue Geschäftsmodelle zu Stande.

| <i>Fahrzeug und Batterie</i> | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| <i>Merkmale</i> | | <i>Gestaltungsmöglichkeiten</i> | | | | |
| <i>Eigentum</i> | <i>Fahrzeug</i> | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | <i>Batterie</i> | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| <i>Art der Abrechnung</i> | <i>Fahrzeug</i> | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | <i>Batterie</i> | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| <i>Betreiber After-Sales Services</i> | <i>Fahrzeug</i> | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | <i>Batterie</i> | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| <i>Ausschließlichkeit der Nutzung</i> | <i>Fahrzeug</i> | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | <i>Batterie</i> | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

Abbildung 11: Morphologischer Kasten zur systematischen Beschreibung von Geschäftsmodellen für Fahrzeug und Batterie

Das klassische Mobilitätskonzept wird durch die Wahl von Gestaltungsmöglichkeiten beschrieben, die sich ganz links befinden: Der Kunde besitzt das Auto bzw. die Batterie, erbringt den Verkaufspreis des Objekts, kümmert sich um den After-Sales und nutzt das Fahrzeug und die Batterie selbst. Je weiter rechts die jeweiligen Bausteine ausgewählt werden, desto weiter entfernt sich das neue Geschäftsmodell vom klassischen Konzept. Das Konzept des Car Sharings ist beispielsweise ganz rechts einzuordnen (vergleiche Abbildung 11).

4.2 Infrastruktur

Der zweite Teil des morphologischen Kastens beschreibt die Infrastruktur, welche elektrisch angetriebene Fahrzeuge mit Strom versorgt. Die Infrastruktur kann durch folgende Merkmale abgebildet werden: Die Art der Versorgungseinrichtung, die Art der Zugänglichkeit, die Anschlussleistung, die Anschlusssteuerung, die Anschlussart, der Betreiber der Versorgungseinrichtung und die Art der Abrechnung. Diese Komponenten sind im morphologischen Kasten, welcher in Abbildung 12 dargestellt ist, abgebildet.

Die *Versorgungseinrichtung* kann entweder induktiv (kabelgebunden) oder induktiv (kabellos) erfolgen. Eine weitere Alternative stellt ein Batteriewechsel

dar. Die *Art der Zugänglichkeit* ist entweder privat, halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) oder es besteht ein öffentlicher Zugang zur Infrastruktur (Wietschel et al. 2009). Für die *Anschlussleistung* wird zwischen ein- und dreiphasiger Anschlussleistung, Hochleistung (Wechselstrom) und Hochleistung (Gleichstrom) unterschieden. Die *Anschlusssteuerung* erfolgt ungesteuert, indirekt gesteuert oder es findet eine direkte Steuerung statt. Des Weiteren kann zwischen unidirektionaler und bidirektionaler Anschlussart unterschieden werden. Als Betreiber der Infrastruktur kommen private Anbieter, der Staat, EVU und unabhängige Anbieter in Frage. Die Abrechnung für die Infrastruktur erfolgt entweder kostenlos (no fee), abhängig von der tatsächlichen Inanspruchnahme (Pay per use) oder entsprechend einer fixen Rate. Für die Infrastruktur ergibt sich der morphologische Kasten, welcher in Abbildung 12 zu sehen ist.

| <i>Infrastruktur</i> | | | |
|---|---------------------------------|--|---|
| <i>Merkmale</i> | <i>Gestaltungsmöglichkeiten</i> | | |
| <i>Art der Versorgungseinrichtung</i> | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| <i>Art der Zugänglichkeit</i> | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| <i>Anschlussleistung</i> | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| <i>Anschlusssteuerung</i> | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| <i>Anschlussart</i> | Unidirektional | | Bidirektional |
| <i>Betreiber der Versorgungseinrichtung</i> | Privat | Staat | EVU Unabhängiger Anbieter |
| <i>Art der Abrechnung</i> | No fee | Pay per use | Fixed rate |

Abbildung 12: Morphologischer Kasten zur systematischen Beschreibung von Geschäftsmodellen für den Aufbau und die Bereitstellung der Infrastruktur

4.3 Systemintegration

Die letzte zu berücksichtigende Komponente bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen ist die Integration des Stromnetzes in das Gesamtkonzept. Die Merkmale Art der Systemleistung, Anzahl der Teilnehmer, Ebene der Systemintegration, Art des Strombezugs, Betreiber und Abrechnung/Kompensation wer-

den für diesen Teil des Geschäftsmodells im morphologischen Kasten (vgl. Abbildung 13) genauer betrachtet.

Sofern Systemdienstleistungen benutzt werden, wird eine Erhöhung der Netzqualität erzielt. Hierbei wird zwischen verschiedenen Arten von Systemdienstleistung unterschieden. Es kann entweder kein Dienstleistungsangebot genutzt werden oder Verlagerung, aber auch die Kombination von Verlagerung und Rückspeisung kann stattfinden. Die Verlagerung erfolgt durch Beladung der Batterie bei geringen Netzauslastungen. Die Rückspeisung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Batterie verwendet wird, um bei geringen Netzauslastungen Strom in das Stromnetz zurückzuspeisen. Rückspeisung ist dann sinnvoll, wenn bei hohen Netzauslastungen (d. h. hohe Nachfrage nach Energie zu Spitzenlastzeiten) Strom aus dem mobilen Energiespeicher zur Verfügung gestellt wird. Fahrzeugbatterien können durch die Vernetzung mit dem Energiesystem somit einen großen verteilten Speicher zum Ausgleich von Erzeugungs- und Lastschwankungen darstellen. Auch die Anzahl der Teilnehmer spielt eine große Rolle: Es wird unter einem Teilnehmer oder mehreren Teilnehmern als Akteur unterschieden, wobei mehrere Teilnehmer einen Pool an Teilnehmern bilden. Die Systemintegration kann auf verschiedenen Ebenen stattfinden. Diese unterscheiden sich in eine Ebene ohne Dienstleistungsangebot, private Ebene, halböffentliche Ebene, Bilanzkreisebene, Regelenergiezone und nationale Ebene. Der Strom kann auf verschiedene Arten bezogen werden. Eine Zwischenspeicherung erneuerbarer Energien in Zeiten des Überschusses und Einspeisung in das Energienetz in Zeiten hoher Nachfrage ist hilfreich für die Optimierung des Lastmanagements von Stromnetzen. In den betrachteten Geschäftsmodellen ist daher sowohl die Integration erneuerbarer Energien mit einzubeziehen als auch nur die Versorgung mit dem klassischen Strommix zu betrachten. Darüber hinaus wird bei regenerativen Energien zwischen Photovoltaik und Windkraft unterschieden. Die Betreiber von Systemdienstleistungen können privat, halböffentlich oder öffentlich sein. Aber auch EVU und unabhängige Anbieter sind denkbar. Die Kompensation gegenüber dem Kunden kann entweder individuell entsprechend der Verlagerung bzw. der Rückspeisung erfolgen (Usage-related) oder über eine dauerhafte Zahlung. Falls keine Systemdienstleistung bereitgestellt wird, so findet keine Kompensation statt. Für die Abrechnung des Strombezugs existieren ebenfalls drei Ausprägungsmöglichkeiten: Berechnung auf Basis der bezogenen Strommenge, über eine Flatrate oder er kann kostenlos als Anreizfunktion zur Verfügung gestellt werden (ohne Abrechnung).

Für die Integration des Stromnetzes zur Erbringung von Systemdienstleistungen ergibt sich der in Abbildung 13 dargestellte morphologische Kasten.

| <i>Systemintegration</i> | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| <i>Merkmale</i> | <i>Gestaltungsmöglichkeiten</i> | | | | | |
| <i>Art der Systemleistung</i> | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | | Rückspeisung | | |
| <i>Anzahl Teilnehmer</i> | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| <i>Ebene</i> | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| <i>Art des Strombezugs</i> | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | | Windkraft | |
| <i>Betreiber</i> | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| <i>Kompensation</i> | Ohne Abrechnung | | Flat rate | | Usage-related | |
| <i>Abrechnung</i> | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 13: Morphologischer Kasten zur systematischen Beschreibung von Geschäftsmodellen für die Integration des Stromnetzes

Für die Entwicklung bzw. Beschreibung eines Geschäftsmodells werden die drei morphologischen Kästen bezüglich der Komponenten Fahrzeug und Batterie, Infrastruktur und Systemintegration kombiniert. Das dadurch strukturierte Vorgehen bei der Entwicklung innovativer Mobilitätskonzepte bildet das Fundament für weitere Ausgestaltungen.

5 Ausgestaltung der Varianten für die jeweiligen Anwendungsfelder

Mit Hilfe des morphologischen Kastens kann ein Angebotstyp für mobile Energiespeicher genau so konfiguriert werden, dass er als spezielle Problemlösung für verschiedene Anwendungsfelder dient. Aus diesem Grund werden in diesem Abschnitt die in Kapitel 2 beschriebenen Anwendungsfelder und Erweiterungen anhand des morphologischen Kastens betrachtet. Dies soll dazu beitragen, strukturiert verschiedene Varianten durchzugehen und gleichzeitig alle Akteure, Merkmale und ihre Eigenschaften für die Komponenten Fahrzeug und Batterie, Infrastruktur und Systemdienstleistungen im Blick zu haben mit dem Ziel, ein Geschäftsmodell entsprechend der Dimensionen Wertschöpfungsarchitektur, Nutzenversprechen und Ertragsmodell zu analysieren. Denkbare Varianten werden in diesem Kapitel jeweils für das entsprechende Anwendungsfeld mit dem morphologischen Kasten dargestellt. Die fixen Merkmalausprägungen sind dunkelblau markiert. Diese bilden die Basis für potenzielle Geschäftsmodelle aus dem zugehörigen Anwendungsfall. Die variablen Elemente sind hellblau markiert. Diese sind noch frei wählbar bzw. symbolisieren unterschiedliche Variantenausprägungen. Die konkrete Auswahl dieser Elemente gemeinsam mit den festen Elementen charakterisieren letztendlich das Geschäftsmodell.

5.1 Anwendungsfeld 1

| | | Systemdienstleistung | |
|----------------------|------|----------------------|----|
| | | Nein | Ja |
| Erneuerbare Energien | Nein | 1 | 2 |
| | Ja | 3 | 4 |

Abbildung 14: Anwendungsfeld 1 für mobile Energiespeicher

Das erste Anwendungsfeld beinhaltet Standardszenarien, in welchen weder Systemdienstleistungen noch erneuerbare Energien integriert werden. Es handelt sich bei den Anwendungsfeldern um die folgenden vier Szenarien:

- 1 A - Aufladen im privaten Bereich zu vorgegebenen Zeiten
- 1 B - Aufladen mehrerer Fahrzeuge an einer halböffentlichen Einrichtung
- 1 C - Aufladen mehrerer Fahrzeuge an einer öffentlichen Einrichtung
- 1 D - Batterie-Austausch

1A - Aufladen im privaten Bereich zu vorgegebenen Zeiten

Im ersten Geschäftsmodell lädt der Kunde sein Fahrzeug zu Hause an einem Steckdosenanschluss auf. Der Rahmen für dieses Geschäftsmodell stellt im Folgenden das Referenzmodell für weitere Analysen dar und ist kongruent zum Grundtyp 1/5 aus Kapitel 2.3.

In diesem Modell nutzt ausschließlich der Privatanutzer das Fahrzeug und die Batterie. Das Merkmal „Eigentum“ ist in diesem Szenario eine frei wählbare Komponente. Auch die Art der Abrechnung ist noch variabel, diese kann nach den Prinzipien „pay per equipment“, „fixed rate“ oder „pay per use“ stattfinden. After-Sales-Services werden entweder von unabhängigen Anbietern, dem Fahrzeughersteller für das Fahrzeug oder dem Batteriehersteller für die Batterie durchgeführt.

Die Art der Versorgungseinrichtung ist kabelgebunden (konduktiv). Da der Kunde sein Auto zu Hause lädt, ist die Art der Zugänglichkeit privat. Die Anschlussleistung ist einphasig, gesteuert wird diese entweder direkt oder indirekt. Der Nutzer ist in diesem Geschäftsmodell nicht in der Lage zurückzuspeisen, die Anschlussart ist somit unidirektional. Für die Betreiber der Versorgungseinrichtung und die Art der Abrechnung bezieht sich hier nur auf Investitionen für die Infrastruktur und erfolgt entweder nach den Prinzipien „usage related“ oder „fixed rate“.

Es besteht kein Dienstleistungsangebot bezüglich der Systemdienstleistung, und der Privatanutzer ist der einzige Teilnehmer bei der Systemintegration. Als Betreiber kommen private Anbieter, EVU und unabhängige Anbieter in Frage. Für die Systemintegration kann zwischen der Abrechnungsform „usage-related“ und „fixed rate“ gewählt werden, eine Kompensation für die Bereitstellung der Systemdienstleistung findet nicht statt. Das Szenario kann Abbildung 15 in Form eines morphologischen Kastens entnommen werden.

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| Infrastruktur | | | | | | |
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Versorgungseinrichtung | | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | | Batteriewechsel | |
| Art der Zugänglichkeit | | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | | Öffentlich | |
| Anschlussleistung | | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) | Hochleistung Gleichstrom (Level 3) | |
| Anschlusssteuerung | | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | | Direkt gesteuert | |
| Anschlussart | | Unidirektional | | | Bidirektional | |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | | Privat | Staat | EVU | Unabhängiger Anbieter | |
| Art der Abrechnung | | No fee | Pay per use | | Fixed rate | |
| Systemintegration | | | | | | |
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Systemleistung | | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | | Rückspeisung | |
| Anzahl Teilnehmer | | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | |
| Ebene | | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone National |
| Art des Strombezugs | | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | Windkraft | |
| Betreiber | | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich |
| Kompensation | | Ohne Abrechnung | | Flat rate | Usage-related | |
| Abrechnung | | Usage-related | | Flat rate | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 15: Szenario 1A – Morphologischer Kasten für die Anwendung Aufladen im privaten Bereich zu vorgegebenen Zeiten

1B - Aufladen mehrerer Fahrzeuge an einer halböffentlichen Einrichtung

In diesem Szenario werden mehrere Nutzer betrachtet, welche ihre Fahrzeuge an halböffentlichen Stationen aufladen. Halböffentliche Einrichtungen sind bspw. Parkplätze bei der Arbeitsstätte.

Die Ausgestaltungen der Merkmale für das Fahrzeug und die Batterie lassen sich analog zum Szenario 1A zusammenstellen.

Die Art der Versorgungseinrichtung kann sowohl konduktiv als auch induktiv vonstatten gehen. Die Art der Zugänglichkeit ist halböffentlich und die Anschlusssteuerung erfolgt dreiphasig. Die Ladeanschlüsse können vom Energieanbieter direkt oder auf indirekte Weise gesteuert werden. Als Betreiber der Infrastruktur kommen der Staat, ein EVU oder unabhängige Provider in Frage. Die Art der Abrechnung für die Infrastruktur¹¹ ist unter den Merkmalen im morphologischen Kasten frei wählbar.

Die Systemintegration erfolgt ohne Dienstleistungsangebot, als Akteure können mehrere Teilnehmer in Betracht gezogen werden. Die Systemintegration kann von einem halböffentlichen Betreiber, einem EVU oder einem unabhängigen Anbieter angeboten werden. Es erfolgt keine Kompensation für das zu Verfügung stellen der Systemintegration, da keine Systemintegration stattfindet. Für die Abrechnung des Strombezugs ist denkbar, dass dem Eigentümer der halböffentlichen Ladestation entweder ein fixer monatlicher Betrag gezahlt wird oder für jede verbrauchte Einheit ein Betrag gezahlt werden muss. Es ist auch vorstellbar, dass der Arbeitnehmer Anreize für den Mitarbeiter, den Kunden, setzt und dieser ohne Abrechnung Laden darf.¹² Der morphologische Kasten zu diesem Szenario ist Abbildung 16 zu entnehmen.

¹¹ Für den Fall, dass der Arbeitgeber die Infrastruktur zur Verfügung stellt, ist eine kostenfreie Nutzung der Infrastruktur denkbar.

¹² In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass nur an der halböffentlichen Einrichtung geladen wird. Falls sowohl zu Hause, als auch an der halböffentlichen Einrichtung geladen wird, findet eine Kombination von Szenario 1A und 1B für die Module „Infrastruktur“ und „Systemdienstleistung“ statt.

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|---|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | Rückspeisung | | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | | Windkraft | |
| Betreiber | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Ohne Abrechnung | | Flat rate | | Usage-related | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 16: Szenario 1B- Morphologischer Kasten für das Aufladen mehrerer Fahrzeuge an einer halböffentlichen Einrichtung

1C - Aufladen mehrerer Fahrzeuge an einer öffentlichen Einrichtung

Nun wird ein Szenario vorgestellt, in welchem die mobilen Speicher mehrerer Teilnehmer an einer öffentlichen Einrichtung aufgeladen werden.

Die Merkmale für Fahrzeug und Batterie entsprechen den vorig beschriebenen Szenarien aus dem Anwendungsfeld 1.

Die Art der Versorgungseinrichtung kann induktiv oder induktiv ausgerichtet sein und ist öffentlich zugänglich. Für die Ausgestaltung des Geschäftsmodells ist eine dreiphasige Anschlusssteuerung möglich, Hochleistung (Wechselstrom oder Gleichstrom) ist ebenfalls denkbar. Die Anschlüsse werden direkt oder indirekt gesteuert.

Das Grundszenario 3/5 entspricht dem hier vorgestellten Szenario. Da die Parkzeit recht kurz ausfällt, ist der Anschluss unidirektional. Für die Infrastruktur sind im Geschäftsmodell wahlweise der Staat, ein EVU oder unabhängige Anbieter verantwortlich. Die Abrechnung für den Strombezug erfolgt entweder „usage-related“ oder nach dem Prinzip „flat rate“.

Eine Systemintegration findet nicht statt. Da es sich um eine öffentliche Ladeeinrichtung handelt, gibt es mehrere Teilnehmer. Der Strom wird durch das öffentliche Netz bezogen und als Betreiber kommen EVU, unabhängige Anbieter oder ein öffentlicher Anbieter in Frage. Aufgrund der nicht vorhandenen Systemintegration findet keine Kompensation statt.¹³ Der Strombezug wird entweder über eine Flatrate oder nach Lademenge berechnet.

Der morphologische Kasten, welcher dieses Szenario bausteinartig darstellt, ergibt sich in Abbildung 17.

¹³ In diesem Geschäftsmodell wird lediglich die Option betrachtet, dass an einer öffentlichen Einrichtung geladen wird. Falls gleichzeitig Laden an einer halböffentlichen Einrichtung bzw. im privaten Bereich abgebildet werden soll, muss eine Kombination mit den Modulen „Infrastruktur“ sowie „Systemintegration“ der Szenarien 1A und/oder 1B stattfinden.

32 Anwendungsfelder mobiler Energiespeicher – Eine Bestandsaufnahme und Perspektiven für die Konzeption aussichtsreicher Geschäftsmodelle für Elektrofahrzeuge

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|---|
| Merkmale | Gestaltungsmöglichkeiten | | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkmale | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | | Rückspeisung | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | | Windkraft | |
| Betreiber | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Ohne Abrechnung | | Flat rate | | Usage-related | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 17: Szenario 1C - Morphologischer Kasten für das Aufladen mehrerer Fahrzeuge an einer öffentlichen Einrichtung

1D - Batterie-Austausch bei einem halböffentlichen bzw. öffentlichen Anbieter

Ein weiteres Szenario beinhaltet den Batterie-Austausch bei einem halböffentlichen bzw. öffentlichen Anbieter. Das Fahrzeug ist Eigentum des Kunden oder eines unabhängigen Anbieters, es kann aber auch in Besitz des Batterieherstellers oder des Fahrzeugherstellers sein. Der Besitzer der Batterie ist hingegen ein unabhängiger Anbieter. Die Art der Abrechnung für das Fahrzeug ist wählbar („pay for equipment“, „fixed rate“, „pay per use“). Die Batterie-Abrechnung erfolgt nach einer festen Gebühr oder dem Nutzungsgrad der Batterie. Die After-Sales-Services werden entweder von einem unabhängigen Anbieter oder dem Fahrzeug-Hersteller bezüglich des Fahrzeugs oder dem Batterie-Hersteller bezüglich der Batterie angeboten. Während das Fahrzeug in der Hand eines Kunden ist, wird die Batterie von mehreren Kunden genutzt.

Die Infrastruktur wird durch den Batteriewechsel charakterisiert und die Batteriewechselstation ist entweder halböffentlich oder öffentlich zugänglich. Die Batterie wird in diesem Szenario mit Hochleistungsstrom geladen, entweder über Wechsel- oder Gleichstrom. Die Anschlusssteuerung erfolgt direkt oder indirekt, die Anschlussart ist unidirektional. Als Betreiber der Versorgungseinrichtung sind der Staat, ein EVU oder ein unabhängiger Anbieter denkbar. Die Kosten für die Infrastruktur werden nach dem Prinzip „pay per use“ oder „fixed rate“ abgerechnet. Falls die halböffentliche Einrichtung der Arbeitsstätte des Kunden entspricht, ist es auch denkbar, dass die Kosten vom Arbeitgeber getragen werden und keine Abrechnung für den Kunden erfolgt.

Die Systemintegration sieht, wie alle Szenarien aus Anwendungsfeld 1, kein Dienstleistungsangebot vor. Es nehmen mehrere Teilnehmer entweder auf halböffentlicher Ebene, Bilanzkreisebene, in der Regelenergiezone oder nationaler Ebene teil. Für die Systemintegration findet keine Kompensation statt, da keine Systemintegration stattfindet. Die Abrechnung für den Strombezug erfolgt entweder „usage related“ oder über eine „flat rate“. Der Arbeitgeber kann dem Kunden auch als Anreiz die Aufladung kostenfrei zur Verfügung stellen.

Eine Visualisierung dieses Szenarios und Auswahl der Merkmale ist in Abbildung 18 zu finden.¹⁴

¹⁴ In diesem Geschäftsmodell wird lediglich die Option betrachtet, dass an einer halböffentlichen oder öffentlichen Einrichtung ein Batteriewechsel stattfindet. Falls gleichzeitig Laden an einer öffentlichen oder halböffentlichen Einrichtung bzw. im privaten Bereich abgebildet werden soll, muss eine Kombination mit den Modulen „Infrastruktur“ sowie „Systemintegration“ der Szenarien 1A, 1B und/oder 1C stattfinden.

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|---|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | Rückspeisung | | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | | Windkraft | |
| Betreiber | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 18: Szenario 1D- Morphologischer Kasten für den Batterie-Tausch bei einem halböffentlichen bzw. öffentlichen Anbieter

5.2 Anwendungsfeld 2

| | | Systemdienstleistung | |
|----------------------|------|----------------------|----|
| | | Nein | Ja |
| Erneuerbare Energien | Nein | 1 | 2 |
| | Ja | 3 | 4 |

Abbildung 19: Anwendungsfeld 2, Integration von Systemdienstleistungen, keine Integration erneuerbarer Energien.

In diesem Abschnitt werden Szenarien zum zweiten Anwendungsfall erläutert. Diese berücksichtigen Systemdienstleistungen in Form von Rückspeisung, integrieren aber keine erneuerbaren Energien. Es wurden folgende Szenarien ausgewählt:

- 2 A - Nutzung des Speichers im privaten Haushalt inklusive Rückspeisung
- 2 B - Mehrere Nutzer parken an einer halböffentlichen Einrichtung, die am Regel-/Reservemarkt teilnimmt
- 2 C - Batterie-Tausch durch halböffentlichen Anbieter, der am Regel-/Reservemarkt teilnimmt

2A - Nutzung des Speichers im privaten Haushalt inklusive Rückspeisung

Dieses Szenario bezieht sich als erstes von drei Szenarien auf das Anwendungsfeld 2. Es betrachtet einen privaten Haushalt, welches ein Elektrofahrzeug mit mobilem Energiespeicher verwendet und Rückspeisung anwendet. Das Szenario ist dem Grundscenario 1/5 zuzuordnen.

Der Privatnutzer wird als alleiniger Benutzer des Fahrzeugs und der Batterie betrachtet. Im potenziellen Geschäftsmodell wird der Eigentümer dieser beiden Objekte noch festgelegt. Beide Objekte müssen aber nicht zwangsweise denselben Eigentümer besitzen. Die Art der Abrechnung ist noch variabel, diese kann nach den Prinzipien „pay per equipment“, „fixed rate“ oder „pay per use“

stattfinden. After-Sales-Services werden entweder von unabhängigen Anbietern oder dem Fahrzeughersteller bzw. dem Batteriehersteller durchgeführt.

Die Art der Versorgungseinrichtung erfolgt konduktiv und die Art der Zugänglichkeit ist privat, da der Ort der Nutzung ein privater Haushalt ist. Aus diesem Grund ist die Anschlussleistung auch einphasig. Die Art der Anschlusssteuerung ist für das Geschäftsmodell noch nicht festgelegt worden, es kann zwischen einer indirekten und direkten Anschlusssteuerung gewählt werden. Die Anschlussart ist bidirektional, da Strom zurückgespeist werden kann. Für die Betreiber der Versorgungseinrichtung kommen alle zugehörigen Gestaltungsmöglichkeiten des morphologischen Kastens aus Abbildung 20 in Frage. Die Abrechnung für die Infrastruktur erfolgt entweder nach dem Konzept „pay per use“ oder „fixed rate“.

Rückspeisung und damit auch Verlagerung werden nun in den privaten Haushalt integriert. Die Teilnehmerzahl ist auf den privaten Nutzer begrenzt, die Systemintegration findet auf privater Ebene statt. Der Strom wird in diesem Szenario aus dem öffentlichen Netz bereitgestellt. Der Betrieb kann von einem privaten, unabhängigen oder öffentlichen Anbieter oder einem EVU durchgeführt werden. Die Art der Kompensation orientiert sich entweder am Prinzip „usage-related“, „flat rate“ oder es findet keine Kompensation statt. Die Abrechnung für den Strombezug ist entweder „usage-related“ oder wird über eine „flat rate“ geregelt.

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|---|
| Merkmale | Gestaltungsmöglichkeiten | | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | Rückspeisung | | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | Windkraft | | |
| Betreiber | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Ohne Abrechnung | | Flat rate | Usage-related | | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | Ohne Abrechnung | | |

Abbildung 20: Szenario 2A - Morphologischer Kasten für die Nutzung des Speichers im privaten Haushalt inklusive Rückspeisung

2B - Mehrere Nutzer parken an einer halböffentlichen Einrichtung, die am Regel-/Reservemarkt teilnimmt

Im Gegensatz zum ersten Szenario dieses Anwendungsfelds wird nun keine private Ladeeinrichtung, sondern eine halböffentliche Einrichtung betrachtet. Darüber hinaus nimmt die halböffentliche Einrichtung am Regel-/Reservemarkt teil, sodass Rückspeisung und damit auch Verlagerung in das potenzielle Geschäftsmodell mit einbezogen werden.

Die Ausgestaltungen des morphologischen Kasten für die Komponenten Fahrzeug und Batterie entsprechen dem des Szenarios 2A.

Die Infrastruktur dieses Szenarios ist entweder mit einer kabelgebundenen Versorgungseinrichtung oder einer induktiven Ladestruktur ausgestattet, deren Anschlussleistung dreiphasig ausfällt. Der Zugang ist halböffentlich. Die Anschlusssteuerung erfolgt direkt oder indirekt, und die Anschlussart ist bidirektional, um die Teilnahme am Regel-/Reserveenergiemarkt zu ermöglichen. Als Betreiber sind die Akteure Staat, EVU und unabhängiger Anbieter denkbar. Die Abrechnung für die Infrastruktur erfolgt entweder nach dem Prinzip „pay per use“, „fixed rate“ oder entfällt.

Die Art der Systemdienstleistung umfasst in diesem Szenario Rückspeisung, und es werden mehrere Teilnehmer mit einbezogen. Die Systemintegrationsebene ist halböffentlich. Der Strom wird aus dem öffentlichen Netz bezogen. Mögliche Betreiber sind halböffentliche Akteure, EVU oder unabhängige Anbieter. Die Art der Abrechnung & Kompensation ist in diesem Szenario noch offen, insbesondere wenn die halböffentliche Einrichtung vom Arbeitgeber betrieben wird. Andernfalls entfällt vermutlich die Komponente ohne Abrechnung.¹⁵

¹⁵ Soll gleichzeitig die Option Laden im privaten Bereich mit/ohne Rückspeisung in den privaten Haushalt abgebildet werden, so ist eine Kombination der Szenarien 2A und 1A für die Module Infrastruktur und Systemintegration notwendig.

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | |
| Art der Versorgungseinrichtung | | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel | |
| Art der Zugänglichkeit | | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich | |
| Anschlussleistung | | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) | Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert | |
| Anschlussart | | Unidirektional | | Bidirektional | |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | | Privat | Staat | EVU | Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | | No fee | Pay per use | Fixed rate | |

| Systemintegration | | | | | | | |
|------------------------|--|-----------------------------|----------------|--------------------|-----------------|------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | | |
| Art der Systemleistung | | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | Rückspeisung | | | |
| Anzahl Teilnehmer | | ein Teilnehmer | | mehrere Teilnehmer | | | |
| Ebene | | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halböffentlich | Bilanzkreis | Regelenergiezone | National |
| Art des Strombezugs | | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | Windkraft | | |
| Betreiber | | Privat | Halböffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | | Ohne Abrechnung | | Flat rate | Usage-related | | |
| Abrechnung | | Usage-related | | Flat rate | Ohne Abrechnung | | |

Abbildung 21: Szenario 2B - Morphologischer Kasten für das Szenario, in welchem mehrere Nutzer an einer halböffentlichen Einrichtung parken, die am Regel-/Reservemarkt teilnimmt

2C - Batterie-Tausch durch halböffentlichen Anbieter, der am Regel-/Reservemarkt teilnimmt

Das nun vorgestellte Szenario beinhaltet das Angebot von Batteriewechsel an halböffentlichen Plätzen. Der Batteriewechsel-Anbieter nimmt in diesem Szenario ebenfalls am Regel-/Reservemarkt teil. Die Batteriewechselstation entspricht hierbei dem Grundszenario 5/5.

Das Fahrzeug ist entweder Eigentum des Kunden, eines unabhängigen Anbieters, eines EVU, eines Batterie-Herstellers oder eines Fahrzeug-Herstellers. Die Batterie gehört einem unabhängigen Anbieter. Für das Fahrzeug kann entweder nach dem Prinzip „pay per equipment“, „fixed rate“ oder „pay per use“ bezahlt werden, wohingegen die Batterie entweder über „pay per use“ oder bspw. einen monatlichen Betrag bezahlt wird. Die After-Sales-Services für das Fahrzeug werden von einem unabhängigen Anbieter oder einem Fahrzeug-Hersteller angeboten. Die After-Sales-Services für die Batterie können ebenfalls von einem unabhängigen Anbieter oder aber vom Batterie-Hersteller durchgeführt werden. Das Fahrzeug wird in diesem Szenario ausschließlich von einem Kunden benutzt. Die Batterie wird hingegen von mehreren Kunden genutzt.

Die Infrastruktur basiert lediglich auf einem Batteriewechsel, der Zugang dazu ist halböffentlich. Um das Laden der neuen Batterie zu ermöglichen, wird Hochleistung in Form von Gleich- oder Wechselstrom bereitgestellt. Die Anschlusssteuerung erfolgt indirekt oder direkt und die Anschlussart ist bidirektional. Der Betreiber der Versorgungseinrichtung ist in diesem Szenario entweder ein EVU oder ein unabhängiger Anbieter. Die Art der Abrechnung ist noch offen.

Die Systemintegration beinhaltet Rückspeisung, bei welcher mehrere Teilnehmer partizipieren. Die Ebene der Systemintegration ist halböffentlich und der Strom wird durch das öffentliche Netz bezogen. Als Betreiber kommen halböffentliche Anbieter, EVU und unabhängige Anbieter in Frage. Die Art der Abrechnung und der Kompensation kann nach den Prinzipien „usage-related“, „flat rate“ oder „ohne Abrechnung“ erfolgen (vgl. Abbildung 22).¹⁶

¹⁶ Dieses Geschäftsmodell geht lediglich davon aus, dass die Energiezufuhr für das Fahrzeug über einen Batteriewechsel erfolgt. Würde dem Kunden die Option offen stehen, zu Hause über die Steckdose zu laden, so wäre eine Kombination des Moduls Infrastruktur im morphologischen Kasten mit Szenario 2A notwendig.

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel | |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) | Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional | |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU | Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate | |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | Rückspeisung | | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | | Windkraft | |
| Betreiber | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Ohne Abrechnung | | Flat rate | | Usage-related | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 22: Szenario 2C - Morphologischer Kasten für das Szenario, in welchem mehrere Nutzer an einer halböffentlichen Einrichtung parken, die am Regel-/Reservemarkt teilnimmt

5.3 Anwendungsfeld 3

| | | Systemdienstleistung | |
|----------------------|------|----------------------|----|
| | | Nein | Ja |
| Erneuerbare Energien | Nein | 1 | 2 |
| | Ja | 3 | 4 |

Abbildung 23: Anwendungsfeld 3, keine Systemdienstleistungen, Integration erneuerbarer Energien.

In diesem Abschnitt werden Szenarien betrachtet, welche keine Systemintegration beinhalten, dafür aber erneuerbare Energien berücksichtigen. Es handelt sich dabei um Szenarien für die Entwicklung von Geschäftsmodellen aufbauend auf dem Anwendungsfeld 1, vgl. Abbildung 23. Für das Anwendungsfeld 3 werden in diesem Abschnitt folgende Szenarien vorgestellt:

- 3 A - Aufladen im privaten Bereich mit Integration von Solarstrom einer privaten Photovoltaik-Anlage bei Verfügbarkeit
- 3 B - Aufladen im (halb-)öffentlichen Bereich mit Integration erneuerbarer Energien, vorzugsweise Windkraft
- 3 C - Nutzung von Batteriewechselstationen im (halb-)öffentlichen Bereich, Ladung der Batterien über erneuerbare Energien, vorzugsweise Windkraft

3A - Private Nutzung der mobilen Speicher im Haushalt mit Integration von erneuerbaren Energien, vorzugsweise Solarstrom

Erstmals werden in potenziellen Geschäftsmodellen erneuerbare Energien betrachtet. In diesem Szenario fließen erneuerbare Energien in Form von Solarenergie ein, indem der private Nutzer über eine Photovoltaik-Anlage verfügt und den dadurch generierten Strom im Haushalt sowie zur Aufladung seines E-Mobils einsetzen kann.

Für dieses Szenario kommen als Eigentümer für Batterie und Fahrzeug der Kunde selbst, ein unabhängiger Anbieter, ein EVU, ein Batterie-Hersteller oder der Fahrzeug-Hersteller in Frage. Der Eigentümer des Fahrzeuges ist jedoch unabhängig vom Eigentümer der Batterie. Die Art der Abrechnung geschieht entsprechend „pay for equipment“, „fixed rate“ oder „pay per use“. Die After-Sales-Services können von einem unabhängigen Anbieter angeboten werden, aber auch der Batterie- bzw. Fahrzeug-Hersteller könnte sich um diese Dienstleistung kümmern. Sowohl das Fahrzeug als auch die Batterie werden von ausschließlich einem Kunden genutzt.

Die Art der Versorgungseinrichtung erfolgt konduktiv und die Infrastruktur wird privat genutzt. Die Anschlussleistung ist einphasig.

Die Anschlusssteuerung erfolgt ungesteuert über einen unidirektionalen Anschluss. Für das Geschäftsmodell muss noch ein Betreiber der Versorgungseinrichtung festgelegt werden. Hierfür kommen ein privater Betreiber, der Staat, ein EVU oder ein unabhängiger Anbieter in Frage. Für die Art der Abrechnung kann zwischen „pay per use“ und „fixed rate“ gewählt werden.

In diesem Geschäftsmodell findet keine Systemintegration statt, es wird lediglich ein Teilnehmer betrachtet. Der Strom wird durch das öffentliche Netz bereitgestellt oder direkt von der Photovoltaik-Anlage bezogen, und es kommen private, öffentliche und unabhängige Anbieter in Frage, aber auch ein EVU kann eine Betreiber-Position einnehmen. Die Abrechnung für den Stromverbrauch findet entweder nach dem Prinzip „usage-related“ oder „flat rate“ statt, da die Fixkosten für die Photovoltaikanlage mitgetragen werden müssen. Eine Kompensation der Systemintegration findet nicht statt, da dieses Geschäftsmodell keine Systemintegration betrachtet (vgl. Abbildung 24).

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|-------------------------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | Rückspeisung | | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | | Windkraft | |
| Betreiber | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Ohne Abrechnung | | Flat rate | | Usage-related | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 24: Szenario 3A - Morphologischer Kasten für die Nutzung der mobilen Speicher für Anwendungen im Haushalt, Laden über das Netz

3B - Mehrere Nutzer laden im (halb-)öffentlichen Bereich mit Integration von erneuerbaren Energien, vorzugsweise Windkraft

Im halböffentlichen Bereich können Windkraftanlagen eingesetzt werden, um mehrere Teilnehmer, bspw. bei der Arbeitsstätte, mit Windenergie zu versorgen. Windenergie ist in diesem Bereich zielführender als durch Photovoltaikanlagen produzierte Solarenergie, da durch Windkraft eine größere Menge an Strom bereitgestellt wird, welche dann an viele Nutzer verteilt werden kann. Der morphologische Kasten für Fahrzeug und Batterie entspricht dem vorigen Szenario.

Die Art der Versorgungseinrichtung ist kabelgebunden und die Einrichtung ist halböffentlich oder öffentlich zugänglich. Die Anschlussleistung erfolgt dabei dreiphasig. Die Anschlusssteuerung ist direkt oder indirekt und die Anschlussart verläuft unidirektional. Der Staat, ein EVU oder ein unabhängiger Anbieter sind als mögliche Betreiber denkbar. Die Kosten für die Infrastruktur werden nach dem Prinzip „pay per use“ oder „fixed rate“ abgerechnet. Ist der Anbieter der halböffentlichen Ladeeinrichtung, die an der Arbeitsstätte angeboten wird, so ist auch denkbar, dass für den Kunden keine Abrechnung erfolgt.

In diesem Szenario partizipieren mehrere Nutzer, es erfolgt jedoch keine Systemintegration. Der Strom wird durch das öffentliche Netz bezogen oder es wird Windkraft eingesetzt. Als Betreiber für die Systemintegration kann bei der Ausgestaltung des Geschäftsmodells zwischen einem halböffentlichen oder öffentlichen Anbieter, einem EVU und einem unabhängigen Anbieter gewählt werden. Es findet keine Kompensation statt, die Abrechnung für den Strombezug kann „usage-related“, per „flat rate“ oder ohne Abrechnung erfolgen (vgl. Abbildung 25).¹⁷

¹⁷ Falls der Kunde auch im privaten Bereich lädt, findet eine Kombination der Module „Infrastruktur“ und „Systemdienstleistung“ statt. Hier muss unterschieden werden, ob der Kunde (i) ohne erneuerbare Energien und ohne Aktion mit dem Haushalt lädt (1A), (ii) ohne erneuerbare Energien und mit Interaktion mit dem Haushalt lädt (2A) oder (iii) mit erneuerbaren Energien und ohne Interaktion mit dem Haushalt lädt (3A).

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | |
| Art der Versorgungseinrichtung | | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel | |
| Art der Zugänglichkeit | | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich | |
| Anschlusleistung | | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) | Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlussteuerung | | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert | |
| Anschlussart | | Unidirektional | | Bidirektional | |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | | Privat | Staat | EVU | Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | | No fee | Pay per use | Fixed rate | |

| Systemintegration | | | | | | | |
|------------------------|--|-----------------------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | | |
| Art der Systemleistung | | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | | Rückspeisung | | |
| Anzahl Teilnehmer | | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halböffentlich | Bilanzkreis | Regelenergiezone | National |
| Art des Strombezugs | | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | Windkraft | | |
| Betreiber | | Privat | Halböffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | | Ohne Abrechnung | | Flat rate | Usage-related | | |
| Abrechnung | | Usage-related | | Flat rate | Ohne Abrechnung | | |

Abbildung 25: Szenario 3B - Morphologischer Kasten für das Beladen der Batterien an (halb-)öffentlichen Einrichtungen mit Integration erneuerbarer Energien

3C - Nutzung von Batteriewechselstationen im (halb-) öffentlichen Bereich, Beladung der Batterien über erneuerbare Energien, vorzugsweise Windkraft

Eine Erweiterung vom Szenario 3B liefert dieses Szenario, in welchem die Batteriewechselstation auf die Integration von erneuerbaren Energien setzt, vorzugsweise Windkraft, um die Anzahl an zu ladenden Batterien abzudecken.

Die Beschreibung der Ausprägungen des morphologischen Kastens für die Komponenten Fahrzeug und Batterie ist dem Szenario 1D zu entnehmen.

Der Betreiber der Batteriewechselstation wechselt in diesem Szenario die Batterie für die am Geschäftsmodell partizipierenden Teilnehmer und die Infrastruktur ist halböffentlich oder öffentlich zugänglich. Die Anschlussleistung ist durch Hochleistung in Form von Wechselstrom oder Gleichstrom gekennzeichnet und die Anschlusssteuerung erfolgt indirekt oder direkt. Die Anschlussart ist unidirektional und als Betreiber der Einrichtung kommt entweder ein EVU oder ein unabhängiger Anbieter in Frage. Es kann zwischen einer „pay per use“- oder „fixed rate“-Abrechnung gewählt werden. Wenn die Tauschstation vom Arbeitgeber betrieben wird, so ist auch die Option „no fee“ möglich.

An diesem Geschäftsmodell partizipieren mehrere Teilnehmer. Der Strom wird entweder aus dem öffentlichen Netz bezogen oder es wird Windkraft verwendet. Die Betreiber der Systemintegration sind entweder halböffentliche, öffentliche oder unabhängige Anbieter oder EVU. Es erfolgt keine Kompensation für die Bereitstellung der Systemintegration, die Abrechnung des Strombezugs erfolgt „usage related“, nach „flat rate“ oder ohne Abrechnung (vgl. Abbildung 26).¹⁸

¹⁸ Auch hier wird lediglich die Option des Ladevorgangs durch den Batteriewechsel betrachtet. Sollen weitere Optionen aus den vorhergehenden Szenarien möglich sein, so ist eine Kombination der Module „Infrastruktur“ und „Systemintegration“ vorzunehmen.

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|-------------------------------------|
| Merkmale | Gestaltungsmöglichkeiten | | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|----------|
| Merkmale | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | | Rückspeisung | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halböffentlich | Bilanzkreis | Regelenergiezone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | | Windkraft | |
| Betreiber | Privat | Halböffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Ohne Abrechnung | | Flat rate | | Usage-related | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 26: Szenario 3C - Morphologischer Kasten für Batteriewechselstationen, die mit erneuerbaren Energien versorgt werden

5.4 Anwendungsfeld 4

| | | Systemdienstleistung | |
|----------------------|------|----------------------|----|
| | | Nein | Ja |
| Erneuerbare Energien | Nein | 1 | 2 |
| | Ja | 3 | 4 |

Abbildung 27: Anwendungsfeld 4, Integration von Systemdienstleistungen und erneuerbaren Energien

Das vierte Anwendungsfeld, welches im Rahmen dieses Arbeitspapiers besprochen wird, integriert sowohl die Nutzung von erneuerbaren Energien, als auch Systemdienstleistungen (vgl. Abbildung 27). Die hier vorgestellten Szenarien besitzen folgende Ausprägungen:

- 4 A - Aufladen zu Hause über Photovoltaik oder das Netz, gleichzeitige Versorgung des Haushaltes mit dem mobilen Speicher
- 4 B - Aufladen an einer (halb-)öffentlichen Einrichtung, Integration von erneuerbaren Energien, vorzugsweise Windkraft, Teilnahme der Einrichtung am Regel-/Reserveenergiemarkt
- 4 C - Nutzung von Batteriewechselstationen im (halb-)öffentlichen Bereich, Ladung der Batterien über erneuerbare Energien, vorzugsweise Windkraft, Teilnahme der Batteriewechselstation am Regel-/Reserveenergiemarkt

4A - Aufladen zu Hause über Photovoltaik oder das Netz, gleichzeitige Versorgung des Haushaltes mit dem mobilen Speicher

In diesem Szenario werden Systemdienstleistung und erneuerbare Energien in den Haushalt eines privaten Nutzers integriert. Solarenergie wird über die Photovoltaik-Anlage erzeugt und direkt in den Haushalt mit eingebunden. Der mobile Speicher nimmt an der Systemintegration in Form von Verlagerung bzw. Verlagerung und Rückspeisung teil und die Stromkosten des Haushalts können optimiert werden, indem der mobile Speicher Haushaltsgeräte zu Hochtarifzeiten mitversorgt.

Sowohl Fahrzeug als auch Batterie können Eigentum des Kunden, eines unabhängigen Anbieters, eines EVU, eines Batterie-Herstellers oder eines Fahrzeug-Herstellers darstellen. Die After-Sales-Services werden von einem unabhängigen Anbieter oder dem Fahrzeug-Hersteller (in Hinblick auf das Fahrzeug) bzw. dem Batterie-Hersteller (hinsichtlich der Batterie) durchgeführt. Die Ausschließlichkeit der Nutzung der Batterie und des Fahrzeugs liegen bei einem einzelnen Kunden.

Die Art der Versorgungseinrichtung ist konduktiv und die Art der Zugänglichkeit ist privat. Die Anschlusssteuerung erfolgt einphasig und bei der Anschlusssteuerung kann direkte oder indirekte Steuerung gewählt werden. Die Anschlussart ist bidirektional und sowohl der Staat, ein EVU oder ein unabhängiger Anbieter können als Betreiber der Versorgungseinrichtung fungieren. Alternativ kann auch privat betrieben werden. Die Art der Abrechnung für die Infrastruktur ist nach den Prinzipien „pay per use“ oder „fixed rate“ möglich.

Rückspeisung ist ein integraler Bestandteil der Systemintegration dieses Szenarios, in welchem ein Nutzer betrachtet wird, die Systemintegrationsebene ist somit privat. Strom wird durch das öffentliche Netz oder die Photovoltaik-Anlage bezogen. Die Art der Kompensation ist entweder „usage-related“, erfolgt nach dem Prinzip „flat-rate“ oder ist mit keiner Abrechnung verbunden, die Abrechnung für den Stromverbrauch erfolgt entweder per „flat rate“ oder „usage related“ (vgl. Abbildung 28).

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|---|
| Merkmale | Gestaltungsmöglichkeiten | | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | Rückspeisung | | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | | Windkraft | |
| Betreiber | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Ohne Abrechnung | | Flat rate | | Usage-related | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 28: Szenario 4A - Morphologischer Kasten für das Szenario, in welchem zu Hause geladen wird, Photovoltaik integriert ist und der Haushalt mit dem mobilen Speicher mit versorgt wird

4B - Aufladen bei einer (halb-)öffentlichen Einrichtung mit Integration von erneuerbaren Energien und Teilnahme am Regel-/Reserveenergiemarkt

Das Szenario 4B bildet die Grundlage für Geschäftsmodelle von (halb-)öffentlichen Einrichtungen, welche die Beladung der Batterien soweit verfügbar über erneuerbare Energien regeln. Aufgrund der Anzahl der Teilnehmer handelt es sich vorzugsweise um Windkraft. Darüber hinaus nimmt der Betreiber am Regel-/Reservemarkt teil.

Der morphologische Kasten für die Komponenten Fahrzeug und Batterie entspricht dem aus Szenario 4A.

Die Art der Versorgungseinrichtung ist entweder kabelgebunden oder kabellos. Die Zugänglichkeit erfolgt öffentlich oder halböffentlich. Die Anschlussleistung befindet sich auf Level 2 und entspricht so einer dreiphasigen Anschlussleistung. Die Steuerung erfolgt indirekt oder direkt und die Anschlussart ist bidirektional. Der Staat, ein EVU oder unabhängiger Anbieter können die Versorgungseinrichtung betreiben. „No fee“, „pay per use“ oder „fixed rate“ sind als Abrechnungsarten denkbar. No fee greift insbesondere dann, wenn dieses Angebot an der Arbeitsstätte für den Kunden bzw. Arbeitnehmer zur Verfügung gestellt wird und der Arbeitgeber die Kosten für die Infrastruktur trägt.

In diesem Szenario erfolgt Rückspeisung und es werden mehrere Teilnehmer berücksichtigt. Es kommen verschiedene Ebenen (halböffentliche Ebene, Bilanzkreisebene, Regelenergiezone oder nationale Ebene) für die Rückspeisung in Frage. Die Art des Strombezugs erfolgt entweder durch das öffentliche Netz oder es werden erneuerbare Energien in Form von Windkraft eingespeist. Die Kompensation für die Bereitstellung von Regel-/Reserveenergie und die Abrechnung für den Strombezug erfolgt entweder „usage-related“, per „fixed-rate“ oder es findet keine Abrechnung statt (vgl. Abbildung 29).¹⁹

¹⁹ Auch hier wird lediglich die Option betrachtet, dass das Elektrofahrzeug nur beim Windparkbetreiber „tankt“. Sollen auch andere Optionen integriert sein, so ist eine Kompensation der entsprechenden Szenarien notwendig.

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|---|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | Rückspeisung | | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | Windkraft | | |
| Betreiber | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Ohne Abrechnung | | Flat rate | Usage-related | | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | Ohne Abrechnung | | |

Abbildung 29: Szenario 4B - Morphologischer Kasten für (halb-)öffentliche Einrichtungen, die sowohl erneuerbare Energien integrieren als auch am Regel-/Reserveenergiemarkt teilnehmen

4C - Aufladen und Batterietausch bei (halb-)öffentlichen Batteriewechselstationen, die sowohl erneuerbare Energien beziehen als auch am Regel-/Reserveenergiemarkt teilnehmen

Das Szenario 4C baut auf Szenario 4B auf. Der Betreiber der Batteriewechselstation nimmt am Regel-/Reserveenergiemarkt teil und integriert ebenfalls erneuerbare Energien. Da eine recht hohe Anzahl an Batterien versorgt werden muss, wird vorzugsweise auf die Einbindung von Windkraft zurückgegriffen.

In diesem Szenario ist das Modell „Fahrzeug und Batterie“ des morphologischen Kastens deckungsgleich zu dem aus Szenario 3C.

Die Art der Versorgungseinrichtung wird durch den Batteriewechsel charakterisiert und ist entweder halböffentlich oder öffentlich zugänglich. Als Anschlussleistung kommt Hochleistung in Form von Wechselstrom oder Gleichstrom in Frage. Die Anschlusssteuerung kann direkt oder indirekt gesteuert werden. Die Anschlussart ist bidirektional und als Betreiber der Versorgungseinrichtung kommen der Staat, ein EVU oder ein unabhängiger Anbieter in Frage. Die Art der Abrechnung erfolgt nach dem Prinzip „pay per use“ oder „fixed rate“. Ist der Anbieter die Arbeitsstätte, so kann die Abrechnung auch „ohne fee“ erfolgen.

Die Art der Systemdienstleistung beinhaltet Rückspeisung und es partizipieren mehrere Teilnehmer auf halböffentlicher, Bilanzkreis-, Regelenergiezonen- oder nationaler Ebene. Der Strom wird durch das öffentliche Netz oder Windkraft bezogen. Die Betreiber sind halböffentliche oder öffentliche Akteure, auch EVU und unabhängige Anbieter kommen als Betreiber in Frage. Für die Kompensation und Abrechnung sind alle drei Gestaltungsmöglichkeiten offen.

| Fahrzeug und Batterie | | | | | | |
|--------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|------------|---------------------|---------------------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Eigentum | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Art der Abrechnung | Fahrzeug | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| | Batterie | Pay for equipment | | Fixed rate | Pay per use | |
| Betreiber After-Sales Services | Fahrzeug | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| | Batterie | Kunde | Unabhängiger Anbieter | EVU | Batterie Hersteller | Fahrzeug Hersteller |
| Ausschließlichkeit der Nutzung | Fahrzeug | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |
| | Batterie | ein Kunde | | | mehrere Kunden | |

| Infrastruktur | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--|---|
| Merkmale | Gestaltungsmöglichkeiten | | |
| Art der Versorgungseinrichtung | Konduktiv (Kabelgebunden) | Induktiv (Kabellos) | Batteriewechsel |
| Art der Zugänglichkeit | Privat | Halböffentlich (z.B. beim Arbeitgeber) | Öffentlich |
| Anschlussleistung | 1-phasig (Level 1) | 3-phasig (Level 2) | Hochleistung Wechselstrom (Level 3) Hochleistung Gleichstrom (Level 3) |
| Anschlusssteuerung | Ungesteuert | Indirekt gesteuert | Direkt gesteuert |
| Anschlussart | Unidirektional | | Bidirektional |
| Betreiber der Versorgungseinrichtung | Privat | Staat | EVU Unabhängiger Anbieter |
| Art der Abrechnung | No fee | Pay per use | Fixed rate |

| Systemintegration | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------|
| Merkmale | | Gestaltungsmöglichkeiten | | | | |
| Art der Systemleistung | Ohne Dienstleistungsangebot | Verlagerung | Rückspeisung | | | |
| Anzahl Teilnehmer | ein Teilnehmer | | | mehrere Teilnehmer | | |
| Ebene | Ohne Dienstleistungsangebot | Privat | Halb-öffentlich | Bilanz-kreis | Regel-energie-zone | National |
| Art des Strombezugs | Öffentliches Netz | | Photovoltaik | | Windkraft | |
| Betreiber | Privat | Halb-öffentlich | EVU | Unabh. Anbieter | Öffentlich | |
| Kompensation | Ohne Abrechnung | | Flat rate | | Usage-related | |
| Abrechnung | Usage-related | | Flat rate | | Ohne Abrechnung | |

Abbildung 30: Szenario 4C - Morphologischer Kasten für Batteriewechselstationen, die erneuerbare Energien integrieren sowie am Regel-/Reserveenergiemarkt teilnehmen

6 Ausblick

Auf Basis der abgebildeten Varianten der jeweiligen Anwendungsfelder und der Analyse der entsprechenden Szenarien sollen in einem nächsten Schritt die verschiedenen Alternativen verglichen und bewertet werden. Diese werden dann mittels eines Bewertungstools auf ihre wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit hin untersucht, dabei wird ebenso die Einbindung erneuerbarer Energien betrachtet. Damit können wirtschaftlich interessante Geschäftsmodelle abgeleitet und hinsichtlich ihrer Kundenakzeptanz analysiert werden.

Neben den hier untersuchten Varianten für die private Nutzung von Elektrofahrzeugen durch den Endkunden stellen Geschäftsmodelle für den Wirtschaftsverkehr eine weitere, wichtige Säule für den Einsatz mobiler Speicher dar. Betriebliche Fahrzeugflotten stellen insbesondere hinsichtlich ihrer Anwendungsmöglichkeiten von sowohl batteriebetriebenen als auch mit Verbrennungsmotor betriebenen Fahrzeugen unter Anbetracht der heutigen Batterietechnologien eine vorteilhafte Einsatzmöglichkeit dar. Ebenso wird den Lebenszykluskosten ein größerer Mehrwert beigemessen. Die Untersuchung von wirtschaftlich erfolgsversprechenden Geschäftsmodellen für Fahrzeugflotten im Rahmen eines weiteren Arbeitspapiers ist geplant.

7 Danksagung

Dieses Arbeitspapier entstand im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderten Verbundprojekts „Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität FSEM“ (Förderkennzeichen 13N10597 - 13N10600 und 13N11426). Die Fragestellung ist Bestandteil des Teilprojekts Schwerpunkt 2A: Energieerzeugung und Netzintegration, Arbeitspaket 6.3 „Entwicklung und Anwendung von Bewertungsmodellen“ und Arbeitspaket 6.4 „Entwicklung und Bewertung von Geschäftsmodellen“.

8 Literaturverzeichnis

- Andersen, P.H.; Mathews, J.A.; Rask, M. (2009): Integrating private transport into renewable energy policy: The strategy of creating intelligent recharging grids for electric vehicles. In: *Energy Policy*, 37, S. 2481-2486.
- Backhaus, K.; Kleikamp, C. (2001): Marketing von investiven Dienstleistungen In: *Handbuch Dienstleistungsmanagement*. Wiesbaden, S. 74-101.
- Bandivadekar, A.; Bodek, K.; Cheah, L.; Evans, C.; Groode, T.; Heywood, J.; Kasseris, E.; Kromer, M. (2008): On the road in 2035. Reducing transportations petroleum consumption and GHG emissions, Massachusetts Institute of Technology (Hrsg.), Cambridge.
- Barkenbus, J. (2009): Our electric automotive future: CO₂ savings through a disruptive technology. In: *Policy and Society*, 27 (4), S. 399-410.
- Biere, D.; Dallinger, D.; Wietschel, M. (2009): Ökonomische Analyse der Erstanwender von Elektrofahrzeugen. In: *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 33 (2/Juni 2009), S. 173-181.
- dena (2009): Smart Metering.
- Denkena, B.; Blümel, P.; Lorenzen, L.-E. (2007): Total Benefits of Ownership. In: *wt Werkstattstechnik*, 7/8, S. 560-566.
- Ellram, L.M. (1994): A Taxonomy of total cost ownership models. In: *Journal of Business Logistics*, 15 (1), S. 171-191.
- Ellram, L. M.; Siferd, S.P. (1993): Purchasing: The cornerstone of the total cost of ownership concept. In: *Journal of Business Logistics*, 14 (1), S. 163-184.
- Geißdörfer, K. (2008): Total Cost of Ownership (TCO) und Life Cycle Costing (LCC) Einsatz und Modelle: Ein Vergleich zwischen Deutschland und USA, Controlling und Management, Münster.
- Heilala, J.; Helin, K.; Montonen, J. (2007): Total cost of ownership analysis for modular final assembly systems. In: *International Journal of Production Research*, 44 (18-19), S. 3964-3988.
- Kalhammer, F.R.; Kopf, B.M.; Swan, D.H.; Roan, V.P.; Walsh, M.P. (2007): Status and Prospects for Zero Emissions Vehicle Technology. In: Report of the ARB Independent Expert Panel.
- Kley, F.; Dallinger, D.; Wietschel, M. (2010): Assessment of future EV charging infrastructure: IAMF.

- Lay, G. (2003): Betreiben statt Verkaufen - Häufigkeit des Angebots von Betreibermodellen in der deutschen Investitionsgüterindustrie, Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung Nr. 29, Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Lay, G.; Schröter, M.; Biege, S. (2009): Service-based business concepts: A typology for business-to-business markets. In: *European Management Journal*, 27 (6), S. 442-455.
- Lehmann-Ortega, L.; Schoettl, J.-M. (2005): From Buzzword to managerial tool: The role of Business Models in strategic Innovation. In: *Long Range Planning* (2010).
- Lerch, C.; Weißfloch, U.; Kinkel, S. (2009): Life cycle costing to identify win-win potentials of service-based business models, *Life Cycle Engineering in the Sustainable Age - 16th CIRP Conference on Life Cycle Engineering*: EIMaraghy, W.
- Lerch, C.; Kley, F.; Dallinger, D. (2019): New business models for electric cars – a holistic approach. Working Paper Sustainability and Innovation No. S5/2010, Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Matzen, D.; Andreasen, M.M.; Tan, A.R. (2005): Product/Service-Systems: Proposal for models and terminology, Beiträge zum 16. Symposium, Neukirchen.
- Nemry, F.; Leduc, G.; Muñoz, A. (2009): Plug-in Hybrid and Battery-Electric Vehicles: State of the research and comparative analysis of energy and cost efficiency: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies.
- Noske, H. (2007): Billig kann teuer sein. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF)*, 102 (5), S. 316-319.
- Spath, D.; Demuß, L. (2008): Entwicklung hybrider Produkte - Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel In: Bullinger, H.J.; Scheer, A.W. (Hrsg.): *Service Engineering*. Springer, S. 463-501.
- Taylor, W. B. (1981): The Use of Life Cycle Costing in Acquiring Physical Assets. In: *Long Range Planning*, 14 (6), S. 32-43.
- Timmers, P. (1998): Business Models for Electronic Markets. In: *Electronic Markets*, 8 (2), S. 3-8.
- Tukker, A. (2004): Eight Types Of Product-Service Systems: Eight Ways To Sustainability? Experiences from Suspronet. In: *Business Strategy and the Environment*, 13, S. 246-260.

- Vielhaber, W.; Biege, S. (2008): Anforderungen an lebenszyklusoptimierte Montagen In: Witte, K.-W.; Vielhaber, W. (Hrsg.): Lebenszyklusoptimierte Montage. Aachen: Shaker Verlag, S. 23-38.
- Wietschel, M.; Kley, F.; Dallinger, D. (2009): Eine Bewertung der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. In: ZfAW, 3, S. 11-19.
- Winterhoff, M.; Kahner, C.; Ulrich, C.; Sayler, P.; Wenzel, E. (2009): Zukunft der Mobilität 2020 - Die Automobilindustrie im Umbruch?, Arthur D- Little (Hrsg.), Automotive.
- Zeibig, S. (2005): Total cost of Ownership. In: CONTROLLING, 11, S. 691-692.
- Zwicky, F. (1966): Die Morphologischen Methoden II: die Methode des Morphologische Kastens In: Entdecken, Erfinden, Forschen. Zürich (Schweiz): Droemersch Verlag, S. 114-174.

Autoren

Katharina Mattes, Christian Lerch, Marcus Schröter, Kim-Anh Phan

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI)
Competence Center Industrie- und Serviceinnovationen

Kontakt: Brigitte Kallfass
Fraunhofer Institut für System- und
Innovationsforschung (Fraunhofer ISI)
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe
Tel.: +49 / 721 / 6809-150
Fax: +49 / 721 / 6809-203
E-Mail: brigitte.kallfass@isi.fraunhofer.de
www.isi.fraunhofer.de

Karlsruhe 2010