



Thema:

**Entwurf und Anwendung eines Komponentenmodells zur
standardisierten Beschreibung von Geschäftsmodellen in der
Elektromobilität**

Studienarbeit

Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik
Managementinformationssysteme

Themensteller: Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt

Externe Betreuung: Dipl.-Kfm. Ramon Ebert
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung
IFF Magdeburg

vorgelegt von: Oliver Meier

vorgelegt am: 02.10.2010

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2 Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise	3
2 Theoretische Grundlagen.....	5
2.1 Ausgangslage.....	5
2.2 Semantik und Definition des Begriffs ‚Geschäftsmodell‘	5
2.3 Literaturübersicht über Geschäftsmodelle.....	7
2.3.1 Definitionen und Blickwinkel.....	7
2.3.2 Komponenten und Merkmale von Geschäftsmodellen.....	13
2.4 Komponentenmodell und Arbeitsdefinition.....	15
3 Elektromobilität	18
3.1 Ausgangslage.....	18
3.2 Fahrzeugkonzepte der Elektromobilität	20
3.2.1 Hybrid-Fahrzeuge	20
3.2.2 Reine Elektrofahrzeuge.....	21
3.3 Gründe für die zunehmende Bedeutung der Elektromobilität.....	22
3.4 Elektromobilität als Chance für erneuerbare Energien	27
4 Geschäftsmodelle für Elektromobilität.....	31
4.1 Modellannahmen	31
4.2 Rollen	31
4.2.1 EE-Anlagen-Betreiber.....	32
4.2.2 Dispatching Mobilität	33
4.2.3 Energieanlagen-Manager	34
4.2.4 Elektrofahrzeugnutzer	35
4.2.5 Flottenbetreiber	36
4.2.6 Ladestellenbetreiber	37
4.2.7 Netzbetreiber	38
4.2.8 Poolkoordinator.....	40
4.2.9 Vertrieb	40
4.3 Klassisches Geschäftsmodell	42
4.3.1 Produkt-/ Marktentwurf	42
4.3.2 Nutzenversprechen.....	43
4.3.3 Wertschöpfungsarchitektur	44
4.3.4 Ertragsmodell	48
4.4 Carsharing Geschäftsmodell.....	50
4.4.1 Produkt-/ Marktentwurf	50

4.4.2	Nutzenversprechen	51
4.4.3	Wertschöpfungsarchitektur	51
4.4.4	Ertragsmodell	53
4.5	Geschäftsmodell für Netzdienstleistungen	54
4.5.1	Produkt-/ Marktentwurf	54
4.5.2	Nutzenversprechen	54
4.5.3	Wertschöpfungsarchitektur	55
4.5.4	Ertragsmodell	60
5	Zusammenfassung und Ausblick	61
A	Durchschnittlicher Stromverbrauch der Haushalte in Deutschland	63
	Literaturverzeichnis	64

Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EE-Erzeuger	Erneuerbare Energien Erzeuger
EEX	European Energy Exchange Leipzig
E-KFZ	Elektro kraftfahrzeug
GBP	Britische Pfund
IFF	Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung
IKT-Systeme	Informations- und Kommunikationssysteme
IS	Information System (Informationssystem)
Kfz	Kraftfahrzeug
LS	Ladesäule
o. Jg.	ohne Jahrgang
USD	Amerikanische Dollar

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Aufbau der Arbeit	3
Abb. 2.1: Zusammenfassung der Literaturübersicht.....	14
Abb. 2.2: Komponenten eines Geschäftsmodells	16
Abb. 3.1: Elektrohybrid-Arten nach Grad der Elektrifizierung.....	20
Abb. 3.2: Arten von elektrischen Antriebssystemen	22
Abb. 3.3: Entwicklung der Ölfunde und der Ölförderung.....	24
Abb. 3.4: Erzeugungsmix der erneuerbaren Energien in Deutschland.....	27
Abb. 4.1: Abgrenzung der Kunden vom System der Wertschöpfungspartner	32
Abb. 4.2: Marktrolle EE-Anlagen-Betreiber	33
Abb. 4.3: Marktrolle Dispatching	34
Abb. 4.4: Marktrolle Energieanlagen-Manager	35
Abb. 4.5: Marktrolle E-Kfz-Nutzer	35
Abb. 4.6: Marktrolle Flottenbetreiber	37
Abb. 4.7: Marktrolle Ladestellenbetreiber.....	38
Abb. 4.8: Marktrolle Netzbetreiber.....	39
Abb. 4.9: Marktrolle Poolkoordinator	40
Abb. 4.10: Marktrolle Vertrieb	41
Abb. 4.11: Zeitlicher Verlauf der Spotmarktpreise an der EEX am 02.08.2010.....	43
Abb. 4.12: Leistungsfluss im klassischen Geschäftsmodell	45
Abb. 4.13: Informationsfluss im klassischen Geschäftsmodell	47
Abb. 4.14: Ausschnitt aus dem Leistungsfluss im Carsharing-Modell	52
Abb. 4.15: Ausschnitt aus dem Informationsfluss im Carsharing-Modell	53
Abb. 4.16: Leistungsfluss im Geschäftsmodell für Netzdienstleistungen	56
Abb. 4.17: Informationsfluss im Geschäftsmodell für Netzdienstleistungen.....	59

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1: Staatliche Förderprogramme für Elektromobilität	19
Tab. 3.2: Prognosen für die Verbreitung der Elektromobilität in Deutschland.....	23
Tab. 3.3: Zahlungsbereitschaft für eine Kilowattstunde Strom für Elektromobilität	25
Tab. 3.4: Gegenüberstellung: konventioneller und elektrischer Smart	26
Tab. 3.5: Mögliche zusätzliche Wertbeiträge durch Elektrofahrzeuge	29
Tab. 4.1: Einnahmen-Rechnung für eine Ladesäule.....	49

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Seit Beginn der Weltwirtschaftskrise im Jahr 2008 ist die Elektromobilität eines der dominierenden Themen in Politik, Forschung und Öffentlichkeit. Sie wird als ein Ansatz gesehen, in einer erdölknappen Zukunft den individuellen Mobilitätsstandard unserer Zeit aufrecht zu erhalten. Dabei soll auch dem erhöhten Umwelt- und Klimabewusstsein Rechnung getragen sowie ein Wachstumsimpuls für die Wirtschaft generiert werden, wie es schon durch die erneuerbaren Energien in den letzten zehn Jahren gelang. Insbesondere die Verknüpfung von erneuerbaren Energien und Elektromobilität bietet für beide Seiten große Möglichkeiten zur Erhöhung von Akzeptanz und Wirtschaftlichkeit.

Die Elektromobilität wird auf Grund technischer Unterschiede eine Veränderung des Nutzerverhaltens bewirken. Lange Ladezeiten, dezentral verteilte Ladesäulen sowie höhere Investitionskosten für die Fahrzeuge und die Ladeinfrastruktur sind nur einige Besonderheiten und müssen bei der Anpassung beziehungsweise Neuentwicklung von Geschäftsmodellen für individuelle Mobilität berücksichtigt werden. Jedoch bieten sich neben diesen veränderten Anforderungen auch ganz neue Möglichkeiten der Wertschöpfung und Nutzengenerierung in den Geschäftsmodellen.

Um diesen Entwicklungen gerecht zu werden, sollen in dieser Arbeit zwei grundlegende Geschäftsmodelle für die individuelle Mobilität durch elektrische Antriebe sowie ein ergänzendes Geschäftsmodell für zusätzliche Ertragsmöglichkeiten in einer einheitlichen Form beschrieben werden. Diese standardisierte Betrachtungsweise erlaubt einen einfachen Vergleich der Geschäftsmodelle untereinander sowie die Evaluation neuer Modelle. Als Grundgerüst dient ein Komponentenmodell, welches der Beschreibung der Geschäftsmodelle eine leicht verständliche Struktur und Transparenz verleiht.

Auf eine Bewertung der Geschäftsmodelle anhand einer quantitativen oder qualitativen Bewertungsmethode wird aus verschiedenen Gründen in dieser Arbeit verzichtet. Es wird für den Markt der Elektromobilität nicht ‚das Eine‘ Geschäftsmodell geben, da es beispielsweise unterschiedliche Kundensegmente mit verschiedenen Mobilitätsanforderungen und Präferenzen gibt. Ein anderer Grund ist das Fehlen exakter Daten zu verschiedenen Einflussfaktoren, da das Gesamtkonzept Elektromobilität sich aktuell in einer Entwicklungsphase befindet, die Pioniercharakter hat. In verschiedenen, von der Politik und Wirtschaft geförderten Pilotprojekten werden derzeit erste Erfahrungen mit dem Einsatz von elektrischen Antrieben in der individuellen Mobilität und der dazu notwendigen Infrastruktur gemacht.

Ein charakteristisches Merkmal der Geschäftsmodelle für Elektromobilität ist ein komplexes Wertschöpfungsnetzwerk mit einer intensiven Interaktion zwischen den Rollen. Um diese Komplexität zu erfassen, wird ein besonderes Augenmerk auf die Beschreibung der Leistungs-, Informations- sowie monetären Ströme gelegt. Das Komponentenmodell muss auf diese Anforderungen abgestimmt werden und soll deshalb mittels einer Literaturuntersuchung zu Definitionen und Komponenten von Geschäftsmodellen neu entwickelt werden.

Diese Arbeit ist thematisch im Umfeld des Harz.ErneuerbareEnergien-mobility¹ Projektes angesiedelt. Zielsetzung dieses Projektes ist die technische und wirtschaftliche Einbindung rein-elektrisch angetriebener Fahrzeuge in der Modellregion Harz durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologie². In diesem Pilotprojekt sollen zwei große Infrastrukturprobleme der Zukunft untersucht werden:

1. Reduzierung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen und Verringerung der Abhängigkeiten von fossilen Energieträgern durch eine Elektrifizierung der Mobilität bei gleichzeitiger vollständiger Bereitstellung der nötigen elektrischen Energie durch erneuerbare Energien.
2. Nutzung der Speicherkapazitäten der Fahrzeugbatterien³ um Leistungsschwankungen, verursacht durch zum Teil stark schwankende Intensitäten von erneuerbaren Energieträgern, im elektrischen Stromnetz auszugleichen.

¹ kurz: Harz.EE-mobility.

² kurz: IKT oder IK-Technologie.

³ Der Begriff Batterie wird als Synonym für den eigentlich zur Anwendung kommenden wiederaufladbaren Akkumulator verwendet.

1.2 Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise

Aus den in der Einleitung formulierten Zielen ergibt sich der in Abbildung 1.1 dargestellte Aufbau der vorliegenden Arbeit.

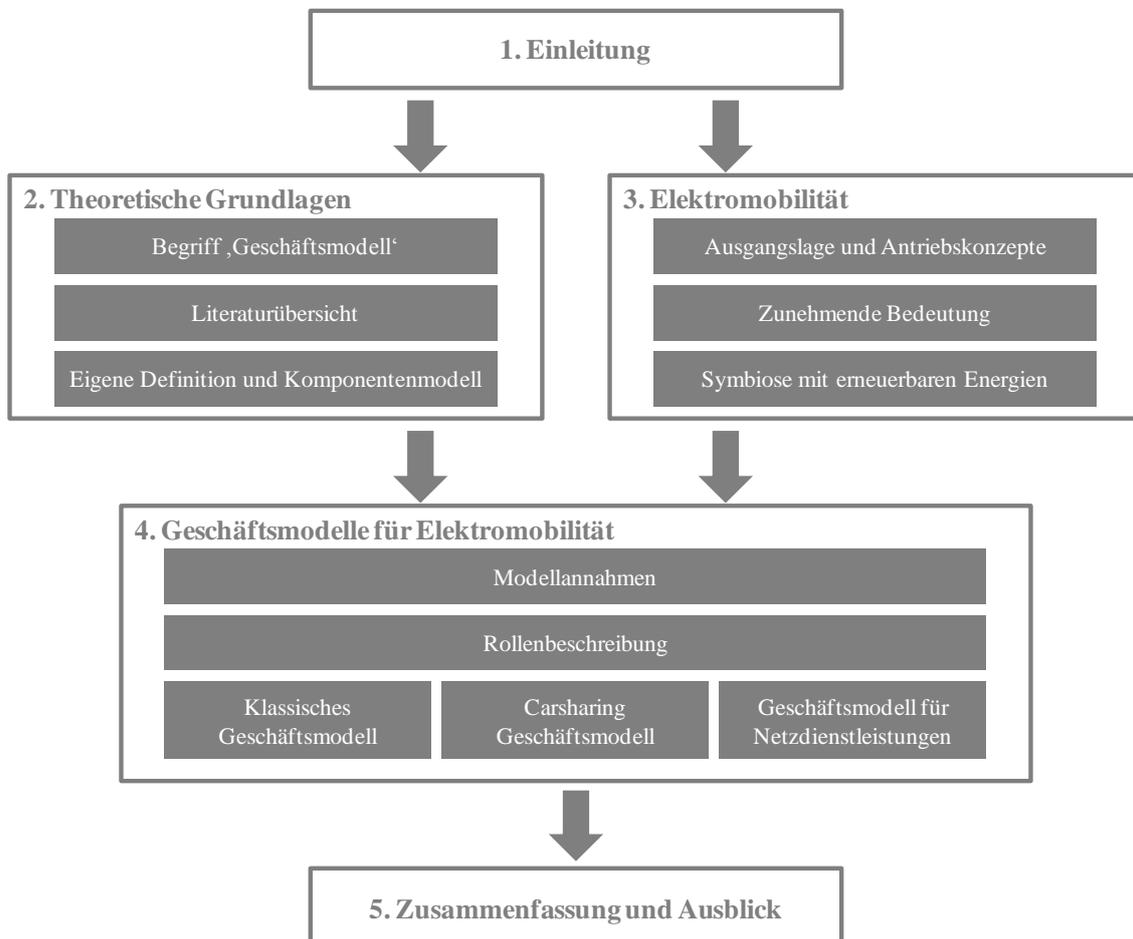


Abb. 1.1: Aufbau der Arbeit

Aufbauend auf der in Kapitel 1 skizzierten Problemstellung dient Kapitel 2 zur Erklärung der zum Verständnis der Arbeit benötigten theoretischen Grundlagen. Zu diesem Zweck werden zunächst die wichtigsten Begriffe und Sachzusammenhänge aus dem Bereich der Geschäftsmodelle dargestellt. Aufgrund der spezifischen Anforderungen der Elektromobilität wird für die weiteren Betrachtungen eine eigene Definition des Geschäftsmodellbegriffs vorgenommen und ein Komponentenmodell für die Beschreibung entwickelt. Als inhaltliche Grundlage dient eine umfangreiche Literaturübersicht über Definitionen und Komponenten von Geschäftsmodellen.

In Kapitel 3 erfolgt im ersten Schritt eine grundlegende Betrachtung der Elektromobilität. Dabei werden geschichtliche Entwicklung, technische Konzepte sowie globale Bestrebungen in Forschung und Entwicklung umrissen. Im zweiten Schritt werden Einflussfaktoren und Gründe für die zunehmende Bedeutung der Elektromobilität erörtert.

Abgeschlossen wird das Kapitel mit einer Diskussion der Möglichkeiten, wie Elektromobilität und erneuerbaren Energien voneinander profitieren können. Als Ergebnis dieser Diskussion werden Dienstleistungen skizziert, welche unter Verwendung technischer Gegebenheiten der Elektromobilität erbracht werden können. Aus diesen Dienstleistungen lässt sich ein ganz neues Geschäftsmodell für die Elektromobilität generieren.

Das entwickelte Komponentenmodell stellt in Kapitel 4 das Grundgerüst für die standardisierte Beschreibung der drei Geschäftsmodelle dar. Aufgrund der Gültigkeit für alle drei Modelle, erfolgt die Darstellung der beteiligten Rollen separat.

Kapitel 5 fasst die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieser Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten in den im Rahmen der Arbeit behandelten Forschungsbereichen.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Ausgangslage

In einem akademischen Artikel⁴ wurde der Begriff ‚Business Model‘⁵ erstmals 1957 von Bellman erwähnt, erfuhr jedoch lange Zeit keine größere Beachtung. Seit den 1970er Jahren wird der Begriff ‚Business Modelling‘ in der Wirtschaftsinformatik verwendet. Er beschreibt den Einsatz von Methoden und Modellen zum Verstehen und Gestalten von Geschäftsabläufen sowie Informationssystemen.⁶ Das Geschäftsmodell wird in diesem Zusammenhang als architektonisches Gerüst für das Informationssystem eines Unternehmens verwendet. Darauf aufbauend haben sich Methoden wie ARIS⁷ oder PROMET⁸ zur Modellierung von Informationssystemen entwickelt.⁹ Aus diesem eng gefassten Verständnis setzte sich mit dem Aufstieg des Internets und des elektronischen Handels¹⁰ Ende der 1990er Jahre eine Definition mit erweitertem Inhalt durch. Die strikte Bindung zu den Informations- und Kommunikationssystemen wurde aufgebrochen und das Geschäftsmodell erfuhr eine Wandlung zu einer „[...] groben Beschreibung einer Geschäftstätigkeit insgesamt [...]“¹¹. In den letzten Jahren setzte sich dieses Konzept auch in anderen Branchen zunehmend durch und findet heute eine breite Anwendung. Trotz der verstärkten Verwendung hat sich bisher keine allgemein anerkannte Definition in der Literatur verankert und der Begriff ‚Geschäftsmodell‘ wird in verschiedensten Zusammenhängen gebraucht. Oftmals wird er synonym zu ‚Geschäfts-idee‘, ‚Geschäftskonzept‘, ‚Branche‘ oder ‚Strategie‘ verwendet oder er beschreibt lediglich einen Teilaspekt des Geschäftsmodells¹².

2.2 Semantik und Definition des Begriffs ‚Geschäftsmodell‘

Das Wort ‚Modell‘ hat seinen Ursprung im lateinischen ‚modulus‘, welches als Maß oder Maßstab übersetzt werden kann. Im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext beschreibt ein Modell „ein Denkschema oder ein gedankliches Wirkungssystem, das die Komplexität der Realität entscheidend vereinfacht und auf einige Beziehungen reduziert.“¹³ Ein Geschäft ist in dem betrachteten Kontext eine Transaktion und findet im weiteren Sinne statt „[...]wenn ein Gut oder eine Dienstleistung über eine technologisch

⁴ Vgl. Bellman et al. (1957).

⁵ Deutsch: Geschäftsmodell.

⁶ Vgl. Nilsson et al. (1999), p. 1.

⁷ Vgl. Scheer (1997).

⁸ Vgl. Österle (1995).

⁹ Vgl. Stähler (2002), S. 38.

¹⁰ Oft wird der englische Begriff 'Electronic Commerce' verwendet.

¹¹ Vgl. Rentmeister/Klein (2003), S. 18 f.

¹² Vgl. Lindner/Cantrell (2000), S. 2 f.

¹³ Vgl. Siebert/Lorz (2007), S. 36.

separierbare Schnittstelle transferiert wird¹⁴ beziehungsweise ein „[...]vertraglich vereinbarten Austausch von Verfügungsrechten“¹⁵ stattfindet.

Aus diesen Teilbedeutungen lässt sich folgende allgemeine Definition ableiten: Ein Geschäftsmodell ist eine vereinfachte Darstellung der Kernlogik sowie der strategischen Ausrichtung eines Unternehmens, um Wert zu erschaffen und zu nutzen. In der Literatur gibt es unterschiedliche Definitionen und Betrachtungsweisen eines Geschäftsmodells. Einen ersten Ansatz für die Bedeutung und Definition eines Geschäftsmodells im modernen Kontext liefert Timmers 1998: „An architecture for the product, service and information flows, including a description of the various business actors and their roles; and a description of the potential benefits for the various business actors; and a description of the sources of revenues.“¹⁶ Timmers sieht ein Geschäftsmodell an sich nicht als konkreten Maßnahmenplan für die Umsetzung einer Geschäftsmission. Um Fragen der Erfolgchancen, der Wettbewerbsposition, der Produktstrategie eines Akteurs des Geschäftsmodells beurteilen zu können, ist zusätzlich vor allem Wissen über die Marketing-Strategie des Unternehmens notwendig.

Auf die Definition nach Timmers aufbauend, haben Rentmeister und Klein folgende Definition verfasst:

„Ein Geschäftsmodell ist ein Modell, das bezogen auf eine Geschäftstätigkeit

- die beteiligten Akteure, ihre Rollen und ihren Beitrag zur Wertschöpfung (Architektur der Wertschöpfung),
- den Nutzen, den Kunden oder andere Akteure aus der Geschäftstätigkeit ziehen können (Value Proposition), und
- die Einnahmequellen, die die Geschäftstätigkeit eröffnet (Ertragsmodell),

abbildet. Es dient dazu, Ansatzpunkte für Innovationen oder extern induzierte Veränderungen aufzuzeigen und die Wechselwirkungen zwischen seinen Komponenten sichtbar zu machen, um so (innovative) Ideen und Konzepte finden, überprüfen und bewerten zu können. Es dient als Instrument der strategischen Planung und der Kommunikation zwischen beteiligten Akteuren, Investoren, Mitarbeitern und Kunden.“¹⁷

Rentmeisters und Kleins Auffassung nach ist ein Geschäftsmodell nicht auf genau ein Unternehmen bezogen. Vielmehr kann ein Unternehmen mehrere Geschäftsaktivitäten und somit auch mehrere Geschäftsmodelle verfolgen. Andererseits kann ein Geschäfts-

¹⁴ Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2010), Stichwort: Transaktion.

¹⁵ Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2010), Stichwort: Transaktion.

¹⁶ Vgl. Timmers (1998), S. 4.

¹⁷ Vgl. Rentmeister/Klein (2003), S. 19 f.

modell auch eine Geschäftstätigkeit abbilden, an der mehrere Unternehmen eines Netzwerks beteiligt sind.

2.3 Literaturübersicht über Geschäftsmodelle

In der Literatur ist das Fehlen einer allgemein anerkannten Definition und eine zunehmende Diffusion sowie Undifferenziertheit in der Verwendung des Geschäftsmodellbegriffs festzustellen. Die verstärkte Verwendung kann als ein Zeichen der steigenden Relevanz des Geschäftsmodells als Analyseinstrument interpretiert werden.¹⁸ Für eine umfassendere Begriffsbestimmung und die Erarbeitung eines geeigneten Komponentenmodells werden im Weiteren unterschiedliche Literaturquellen zum Thema Geschäftsmodelle auf betrachtete Komponenten und Merkmale untersucht. Die jeweils erarbeiteten beziehungsweise verwendeten Definitionen sollen ebenfalls dargestellt und erläutert werden.

2.3.1 Definitionen und Blickwinkel

Dem Autor bekannte Arbeiten, in denen eine Definition des Geschäftsmodellbegriffs vorgenommen wurde, sollen in diesem Abschnitt untersucht werden. Dabei wird sowohl die Definition erläutert als auch der Blickwinkel beschrieben.

Alt und Zimmermann (2001)

„[...] we will distinguish six generic elements of a business model: Mission, Structure, Processes, Revenues, Legal Issues, Technology.“¹⁹

Alt und Zimmermann versuchen in ihrem Artikel kritische Komponenten eines Geschäftsmodells zu identifizieren sowie eine Grundstruktur aufzubauen. Die Betrachtung erfolgt auf einer umfangreichen, aber abstrakten Ebene und legt den Fokus auf die Wertschöpfungsprozesse.

Amit und Zott (2001)

„A business model depicts the content, structure, and governance of transactions designed so as to create value through the exploitation of business opportunities.“²⁰

¹⁸ Vgl. Rentmeister/Klein (2003), S. 23.

¹⁹ Vgl. Alt/Zimmermann (2001), S. 3 ff.

²⁰ Vgl. Amit/Zott (2001), S. 511.

Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit liegt auf den Transaktionen als Leistungserstellung und ihren Übergängen. Amit und Zott haben durch die Untersuchung von realen Unternehmen theoretischen Grundlagen der Wertschöpfung erarbeitet. Der Prozess der Wertschöpfung wurde zusätzlich durch die Betrachtung der Akteure und ihrer Motivation, der Ressourcen und der rechtliche Aspekte beschrieben.

Bartelt und Lammersdorf (2000)

„Dabei [bei Timmers] wird ein Geschäftsmodell als eine Architektur beschrieben, die sich aus Produkten, Dienstleistungen, Informationsflüssen und einer Beschreibung der beteiligten Akteure und ihrer Rollen zusammensetzt. Dazu kommt eine Beschreibung der möglichen Vorteile der Akteure und die Benennung der Einkunftsquellen des Geschäftsmodells.“²¹

Bartelt und Lammersdorf stellen unterschiedliche Geschäftsmodelle des Electronic Commerce vor und versuchen diese nach verschiedenen Kriterien systematisch zu klassifizieren. Dabei erfolgt die Klassifikation insbesondere anhand der Zuordnung nach „Wirtschaftssubjekten“ sowie den verschiedenen Phasen einer Handelstransaktion.

Gordijn und Akkermann (2001)

„We define a [...] [business model] as a conceptual model that shows how a network of actors creates, exchanges and consumes objects of *value* by performing value adding activities.“²²

Gordijn und Akkermann betrachten Geschäftsmodelle aus der Netzwerksicht der verschiedenen Akteure. Es steht also nicht das Unternehmen im Mittelpunkt, sondern das erstellte Produkt mit den dazugehörigen Transaktionen. Sie versuchen durch ihren Ontologie-basierten Ansatz mit Hilfe nur weniger Operatoren aus bestehenden Modellen Design-Variationen abzuleiten.

Klueber (2000)

„Business models are defined as summary of the value creation logic of an organization or a business network including assumptions about its partners, competitors and cus-

²¹ Vgl. Bartelt/Lammersdorf (2000), S. 18 f.

²² Vgl. Gordijn/Akkermans (2001), S. 60.

tomers. They define the business and IS architecture, rules, potential benefits and the source of revenue.“²³

Die Zunahme von Allianzen und Kooperationen zwischen Konzernen aufgrund fehlender Fähigkeiten und Ressourcen in einem Unternehmen veranlasste Klueber zu einer näheren Betrachtung von Geschäftsmodellen in Unternehmensnetzwerken. Diese Arbeit schlägt einen Arbeitsrahmen für Geschäftsmodelle vor, welcher nicht zwischen einem einzelnen Unternehmen und einem Unternehmensnetzwerk oder -verbund unterscheidet.

Linder und Cantrell (2000)

„[...] is the organization's core logic for creating value." "When people say "business model," they're really talking about three different kinds of things: components of business models, real operating business models, and what we call change models.“²⁴

Die Nutzung von Geschäftsmodellen als Analyseinstrument bestehender Unternehmen und als Planungsinstrument für Veränderungen im Unternehmen beschreiben Linder und Cantrell. Sie haben festgestellt, dass führende Unternehmen ihre Geschäftsmodelle nicht nur fortlaufend anpassen sondern auch regelmäßig verändern und neu entwerfen.

Magretta (2002)

„A good business model answers [...] [the] questions: Who is the customer? And does the customer value? [...] How do we make money in this business? What is the underlying economic logic that explains how we can deliver value to customers at an appropriate cost?“²⁵

Magretta sieht Geschäftsmodelle als Analysewerkzeuge und Gestaltungsmittel sowohl in neuen als auch in schon bestehenden Unternehmen. Sie geht auf eine Vielzahl von Merkmalen sowie Komponenten eines Geschäftsmodells ein und hebt dabei besonders den ihrer Meinung nach wichtigen Aspekt vor: „Telling a Good Story.“²⁶

Mahadevan (2000)

„We argue that a business model is a unique blend of three streams that are critical to the business. These include the value stream for the business partners and the buyers,

²³ Vgl. Klueber (2000), S. 798.

²⁴ Vgl. Linder/Cantrell (2000), S. 1 f.

²⁵ Vgl. Magretta (2002), S. 87.

²⁶ Vgl. Magretta (2002), S. 87.

the revenue stream and the logistical stream. Value stream identifies the value proposition for the buyers, sellers and the market makers and portals in an Internet context. The revenue stream is a plan for assuring revenue generation for the business and logistical stream addresses various issues related to the design of a supply chain for the business.^{“27}

Mahadevan unterteilt Geschäftsmodelle in drei unterschiedliche Ströme und den zu deren Beschreibung notwendigen Merkmalen. Die Wertschöpfung, die Einnahmen und die Logistik werden betrachtet und durch beteiligte Akteure flankiert.

Morris, Schindehutte und Allen (2003)

„A business model is a concise representation of how an interrelated set of decision variables in the areas of venture strategy, architecture, and economics are addressed to create sustainable competitive advantage in defined markets.“²⁸

Diese Arbeit betrachtet mittels eines Literaturüberblicks Geschäftsmodelle aus unternehmerischer Sicht und versucht einen integrativen Rahmen für die Charakteristika zu entwickeln.

Osterwalder und Pigneur (2002)

„[...] a business model is nothing else than the value a company offers to one or several segments of customers and the architecture of the firm and its network of partners for creating, marketing and delivering this value and relationship capital, in order to generate profitable and sustainable revenue streams.“²⁹

Osterwalder und Pigneur entwickeln eine Geschäftsmodell-Ontologie als Grundlage für die Entwicklung verschiedener Managementwerkzeuge und für die Erarbeitung der Anforderungen an ein Informationssystem im Unternehmen. Dabei wird die Betrachtung der Wertschöpfung mit dem Produktlebenszyklus kombiniert.

Porter (2001)

„Instead of talking in terms of strategy and competitive advantage, dot-coms and other Internet players talk about ‘business models.’ This seemingly innocuous shift in terminology speaks volumes. The definition of a business model is murky at best. Most often,

²⁷ Vgl. Mahadevan (2000), S. 55-69.

²⁸ Vgl. Morris et al. (2003), S. 727.

²⁹ Vgl. Osterwalder/Pigneur (2002), S. 2.

it seems to refer to a loose conception of how a company does business and generates revenue. Yet simply having a business model is an exceedingly low bar to set for building a company. Generating revenue is a far cry from creating economic value, and no business model can be evaluated independently of industry structure. The business model approach to management becomes an invitation for faulty thinking and self-delusion.³⁰

Porter betrachtet, aufbauend auf seine früheren Werke die Wertschöpfungskette und die Strategie als essentielle Bestandteile von Geschäftsmodellen³¹ und kritisiert die Vernachlässigung dieser in den meisten Geschäftsmodellen.

Rentmeister und Klein (2003)

„Ein Geschäftsmodell ist ein Modell, das bezogen auf eine Geschäftstätigkeit die beteiligten Akteure, ihre Rollen und ihre Beiträge zur Wertschöpfung (Architektur der Wertschöpfung), den Nutzen, den Kunden oder andere Akteure aus der Geschäftsbeziehung ziehen können (value proposition), und die Einnahmequelle, die die Geschäftstätigkeit eröffnet (Ertragsmodell), abbildet.“³²

Dieser Artikel rekonstruiert die Verwendung des Geschäftsmodellbegriffs und erläutert seine Bedeutungen. Rentmeister und Klein grenzen den Begriff von anderen, zum Teil synonym verwendeten Begriffen ab und erörtern die Sinnhaftigkeit eines eigenständigen Begriffs „Geschäftsmodell“ in der Wissenschaft. Um die Übersichtlichkeit eines Geschäftsmodells zu gewährleisten, soll die Betrachtung des Unternehmens ausdrücklich auf einer abstrakten Ebene und in aggregierter Form erfolgen.

Shafer, Smith und Linder (2005)

„[...] we define a business model as a representation of a firm's underlying core logic and strategic choices for creating and capturing value within a value network.“³³

Um Managern und Führungskräften zu helfen Geschäftsmodelle zu verstehen, wurde in dieser Arbeit eine Literaturübersicht erstellt und Komponenten identifiziert. Die Komponenten wurden in die vier Klassen „strategic choices, the value network, creating value, and capturing value“ kategorisiert. Weiterhin wurden einige grundlegende Probleme von Geschäftsmodellen erläutert.

³⁰ Vgl. Porter (2001), S. 73.

³¹ Vgl. Porter (1999); Porter (2000).

³² Vgl. Rentmeister/Klein (2003), S. 19 f.

³³ Vgl. Shafer et al. (2005), S. 202.

Stähler (2002)

Ein Geschäftsmodell ist ein „[...]“ Geschäftskonzept, das in der Praxis schon angewandt wird.

1. Ein Geschäftskonzept enthält eine *Beschreibung, welchen Nutzen* Kunden oder andere Partner des Unternehmens aus der Verbindung mit diesem Unternehmen ziehen können. Dieser Teil eines Geschäftsmodells wird *Value Proposition* genannt. Es beantwortet die Frage: *Welchen Nutzen stiftet das Unternehmen?*
2. Ein Geschäftskonzept ist gleichzeitig eine *Architektur der Wertschöpfung*, d.h., wie der Nutzen für die Kunden generiert wird. Diese Architektur beinhaltet eine Beschreibung der verschiedenen Stufen der Wertschöpfung und der verschiedenen wirtschaftlichen Agenten und ihrer Rollen in der Wertschöpfung. Es beantwortet die Frage: *Wie wird die Leistung in welcher Konfiguration erstellt?*
3. Neben dem *Was* und dem *Wie* beschreibt das Geschäftskonzept auch, welche Einnahmen das Unternehmen aus welchen Quellen generiert. Die zukünftigen Einnahmen entscheiden über den Wert des Geschäftsmodells und damit über seine Nachhaltigkeit. Es beantwortet die Frage: *Wodurch wird Geld verdient?* Dieser Teil des Geschäftsmodells heißt Ertragsmodell.³⁴

Stähler betrachtet in seiner Arbeit hauptsächlich den Nutzen und die Prozesse der Nutzenerstellung beziehungsweise der Wertschöpfung. Erlösquellen werden ebenso erläutert wie die Stufen der Wertschöpfungskette. Güter- und Dienstleistungsströme sowie die Wettbewerbssituation bleiben jedoch unbetrachtet.

Timmers (1998)

„An architecture for the product, service and information flows, including

- A description of the various business actors and their roles; and
- A description of the potential benefits for the various business actors; and
- A description of the sources of revenues.³⁵

Die Definition von Timmers wurde in späteren Arbeiten oft als Basis für die Weiterentwicklung und Beschreibung von Geschäftsmodellen verwendet. Timmers sieht ein Geschäftsmodell an sich nicht als konkreten Maßnahmenplan für die Umsetzung einer Geschäftsmission. Um Fragen der Erfolgchancen, der Wettbewerbsposition, der Pro-

³⁴ Vgl. Stähler (2002), S. 41 f.

³⁵ Vgl. Timmers (1998), S. 3 ff.

duktstrategie eines Akteurs des Geschäftsmodells beurteilen zu können, ist zusätzlich vor allem Wissen über die Marketing-Strategie des Unternehmens notwendig.

Zimmermann (2000)

„[...] a business model is defined as follows:

- An architecture for the product or service addressing certain customers needs,
- A definition of the relevant business community, including a description of the various agents and their roles and protocols of interaction,
- A description of the potential benefits for the agents,
- A description of the source of revenues.“³⁶

Zimmermann hebt hervor, dass Produkte und Dienstleistungen beim Kunden Bedürfnisse befriedigen sollen. Dabei handeln die beteiligten Akteure nach bestimmten Mustern.

2.3.2 Komponenten und Merkmale von Geschäftsmodellen

Nachfolgend wird die in Kapitel 2.3.1 genannte Literatur auf Komponenten und Merkmale untersucht, die in den Definitionen und allgemein in den Arbeiten betrachtet wurden. Zu diesem Zweck wurden alle vorkommenden Merkmale gesammelt und ihre Häufigkeit dokumentiert. Das Ergebnis der Literaturübersicht ist in **Abb. 2.1** dargestellt. Anhand der Häufigkeit bestimmter Komponenten werden Schwerpunkte in der Betrachtung von Geschäftsmodellen ersichtlich. Die resultierenden Kernkomponenten: Rollen und Akteure, Finanz- und Umsatzflüsse, Wertschöpfungsarchitektur, Güter- und Dienstleistungsflüsse sowie das Nutzenversprechen des Geschäftsmodells sollen nun näher Erläutert werden.

³⁶ Vgl. Zimmermann (2000), S. 729.

		Quellen (17)																	
		Alt & Zimmermann (2001)	Amit & Zott (2001)	Bartelt & Lammersdorf (2000)	Gordijn & Akkermann (2001)	Klueber (2000)	Linder & Cantrell (2000)	Magretta (2002)	Mahadevan (2000)	Morris et al. (2003)	Osterwalder und Pigneur (2002)	Porter (2001)	Rentmeister & Klein (2003)	Shafer et al. (2005)	Stähler (2002)	Timmers (1998)	Zimmermann (2000)	Summe	
Komponenten	Abstraktion/ Aggregation				■	■													3
	Finanzen; Umsatzflüsse/ -quellen	■		■		■	■		■	■	■		■	■	■	■	■	■	12
	Gewinn							■											1
	Güter- und Dienstleistungsflüsse		■	■	■	■			■				■				■	■	8
	Informationsflüsse		■	■									■				■		4
	Informationssystem (-architektur)					■													1
	(Kern)-Kompetenzen				■			■		■						■			4
	Mission, Strategie	■								■		■		■					4
	Nutzenversprechen/ Wertbeitrag			■		■							■	■	■	■	■	■	7
	Preissetzung						■												1
	Produktlebenszyklus				■							■							2
	Prozesse	■	■	■															3
	Rechtliche Aspekte	■	■																2
	Ressourcen		■																1
	Rollen und Akteure und deren Beziehungen	■	■	■	■	■		■	■	■	■			■	■	■	■	■	13
	Technologie	■				■							■						3
	Unternehmensarchitektur/ -organisation	■		■		■	■	■			■					■			7
	Unternehmensnetzwerk					■													1
	Wertkette				■			■								■			3
	(Logik der) Wertschöpfung		■		■	■	■	■	■	■	■	■				■			10
Wettbewerb/ Wettbewerbsposition					■				■		■		■					4	

Abb. 2.1: Zusammenfassung der Literaturübersicht³⁷

Die Definition der notwendigen *Rollen* und der beteiligten *Akteure* wird bei 13 von 16 Quellen gefordert und somit als der wichtigste Bestandteil eines Geschäftsmodells angesehen. Das zu dieser Arbeit parallel laufende Projekt Harz.EE-mobility zeigte, dass für die Erarbeitung eines Geschäftsmodells die Definition der Rollen in einer detaillierten Granularität nötig ist, um Aufgaben, Funktionen und letztendlich auch die technische Realisierung gesamtheitlich überblicken zu können. Ein Akteur ist eine juristische Person, eine Organisationseinheit oder eine Kombination aus Organisationseinheiten und repräsentiert eine oder mehrere Rollen.

Die *Finanz- und Umsatzflüsse* sowie die Erlösquellen bilden die Basis für die Wirtschaftlichkeit eines Geschäftsmodells und sind somit ein weiterer zentraler Bestandteil.³⁸ Umsätze und Gewinne zeigen dem Management auf eine grundlegende sowie

³⁷ Vgl. Alt/Zimmermann (2001); Amit/Zott (2001); Bartelt/Lammersdorf (2000); Gordijn/Akkermann (2001); Klueber (2000); Linder/Cantrell (2000); Magretta (2002); Mahadevan (2000); Morris et al. (2003); Osterwalder/Pigneur (2002); Porter (2001); Rentmeister/Klein (2003); Shafer et al. (2005); Stähler (2002); Timmers (1998); Zimmermann (2000).

³⁸ Vgl. Bartelt/ Lammersdorf (2000), S 6.

einfache Weise, ob ein Geschäftsmodell seinen Zweck erfüllt oder nicht.³⁹ Aufgrund des Netzwerk-Charakters der in dieser Arbeit zu untersuchenden Geschäftsmodelle ist eine umfassende Darstellung der Finanzströme zwischen den Akteuren von großer Wichtigkeit.

Die *Wertschöpfung* beschreibt alle Aktivitäten der Leistungserstellung, also die Erzeugung von Produkten oder Dienstleistungen und die entsprechenden Vertriebsaktivitäten.⁴⁰ Die Architektur der Wertschöpfung ordnet Akteure, Ressourcen sowie Prozesse und Aktivitäten zur Leistungserstellung so an, dass der Nutzen effizient gestiftet werden kann.⁴¹

Flankierend zu den Prozessen und der Architektur der Wertschöpfung sollten neben den *Güter- und Dienstleistungsströmen* auch die Informationsströme betrachtet werden. Diese Bestandteile geben den produzierenden und wertsteigernden Charakter des Geschäftsmodells wieder und das Lenken dieser Ströme gehört zu den zentralen Aufgaben des Supply Chain Management im Unternehmen beziehungsweise im Unternehmensnetzwerk.⁴²

Als ebenfalls wichtiger Punkt wird in vielen Quellen der *Nutzen* oder das *Nutzenversprechen* genannt. Nach Stähler wird an dieser Stelle der „[...] Nutzen und damit [der] Wert, den Kunden und Wertschöpfungspartner durch das Geschäftsmodell erhalten[...]“⁴³ beschrieben. Die Betrachtung des Wertes für die Kunden und Wertschöpfungspartner erlaubt es Analysen des Partnerverhaltens durchzuführen.⁴⁴

2.4 Komponentenmodell und Arbeitsdefinition

Aus den bisherigen Betrachtungen verschiedener Definitionen und Bestandteilen für Geschäftsmodelle in den Kapiteln 2.3.1 und 0 sowie den spezifischen Gegebenheiten der Elektromobilität soll nun eine Arbeitsdefinition entwickelt werden. In diese Definition sollen, wie es in der Literatur oft vorgeschlagen wird, das Nutzenversprechen, die Wertschöpfungsarchitektur und das Ertragsmodell einfließen. Auf Grund der Vielzahl von beteiligten Rollen und den daraus resultierenden komplexen Interaktionen im Wertschöpfungsnetzwerk muss jedoch eine besondere Fokussierung auf die Ströme zwischen den Wertschöpfungspartnern erfolgen. Aus diesen Überlegungen ergibt sich folgende Arbeitsdefinition:

³⁹ Vgl. Magretta (2002), S. 90.

⁴⁰ Vgl. Porter (2001), S. 14.

⁴¹ Vgl. Stähler (2002), S. 43.

⁴² Vgl. Hahn (2000), S. 12.

⁴³ Vgl. Stähler (2002), S. 42 f.

⁴⁴ Vgl. Doyle/ Parker (1999), S. 244 ff.

Ein Geschäftsmodell ist eine vereinfachte Darstellung der Kernlogik eines Unternehmens oder Unternehmensnetzwerks und beschreibt:

- das Nutzenversprechen für die Kunden und die Wertschöpfungspartner des Geschäftsmodells;
- den Produkt-/Marktentwurf der Leistungen, mit denen diese Nutzenversprechen erfüllt werden sollen;
- die Prozesse, Aktivitäten und Interaktionen der Wertschöpfungspartner und
- das Ertragsmodell.

Aufbauend auf diese Definition und die vorgenommene Literaturrecherche lassen sich folgende Komponenten (**Abb. 2.2**) eines Geschäftsmodells bestimmen, mit welchen in dieser Arbeit bestehende und neue Geschäftsmodelle für die Elektromobilität beschrieben und evaluiert werden sollen.

Komponenten eines Geschäftsmodells			
Produkt-/ Marktentwurf	Nutzenversprechen	Wertschöpfungsarchitektur	Ertragsmodell
Produkt/ Technologie	Kunden	Rollen und Akteure	Finanzen/ Umsatz (Flüsse)
Konfiguration	Wertschöpfungspartner	Wertschöpfung	
Markt/ Wettbewerb		Prozesse und Aktivitäten	
		Informationsflüsse	
		Güter-/ Dienstleistungsflüsse	

Abb. 2.2: Komponenten eines Geschäftsmodells

Im *Produkt- und Marktentwurf* erfolgt die Beschreibung des angebotenen Produktes oder der Dienstleistung. Weiterhin sind im Rahmen einer Marktsegmentierung Zielmärkte sowie Zielkäufergruppen zu identifizieren. Für bestimmte Branchen bzw. Marktsegmente können unterschiedliche Leistungskonfigurationen sinnvoll sein. Durch eine Wettbewerbs- und Konkurrenzanalyse soll die umfassende Marktbetrachtung abgeschlossen und potenzielle Risiken für das Geschäftsmodell aufgedeckt werden.

Das *Nutzenversprechen* beschreibt den Nutzen, der durch die im Geschäftsmodell beschriebenen Produkte, Dienstleistungen und Aktivitäten den Kunden und Wertschöp-

fungspartnern gestiftet wird. Der Nutzen wird als „[...]die Fähigkeit eines Gutes, ein bestimmtes Bedürfnis des konsumierenden Haushalts befriedigen zu können“⁴⁵ definiert. Für den Kunden kann dies zum Beispiel bedeuten, dass sein Bedürfnis nach individueller Mobilität befriedigt wird. Bezogen auf die Wertschöpfungspartner stellt das Nutzenversprechen eine Art Motivation für die Beteiligung am Geschäftsmodell dar. Das Geschäftsmodell muss dem Partner einen bestimmten Nutzen bringen, damit er sich für die Teilnahme am Netzwerk entscheidet.⁴⁶

In einem Geschäftsmodell sollen die beteiligten Akteure, die eingesetzten Ressourcen sowie die durchgeführten Prozesse und Aktivitäten auf den Wertschöpfungsstufen so angeordnet werden, dass der „[...]versprochene Nutzen auch effizient gestiftet werden kann.“⁴⁷ In der *Wertschöpfungsarchitektur* werden diese Komponenten und ihre Anordnung beschrieben sowie durch Informations-, Produkt- und Serviceflüsse ergänzt.

Abschließend muss ein geeignetes *Ertragsmodell* entwickelt werden um die Kosten, die durch die Wertschöpfung entstehen zu decken und den geschaffenen Wert auch abzuschöpfen. Ergänzend sollen hier auch die Finanz- und Umsatzströme beschrieben werden.

⁴⁵ Vgl. Gabler (2010), Stichwort: Nutzen.

⁴⁶ Vgl. Stähler (2002), S. 43.

⁴⁷ Vgl. Stähler (2002), S. 43.

3 Elektromobilität

3.1 Ausgangslage

Unter dem Begriff Elektromobilität wird im Allgemeinen die Nutzung elektrischer Antriebe im Bereich des Personen- und Güterverkehrs verstanden. Im engeren Sinne und vor dem Hintergrund des Nationalen Entwicklungsplans der Elektromobilität bezeichnet die Elektromobilität die Entwicklung sowie Nutzung von Hybrid- beziehungsweise Elektrofahrzeugen.⁴⁸

Die individuelle Mobilität mit Hilfe elektrischer Antriebsformen findet aktuell in der Öffentlichkeit eine verstärkte Wahrnehmung. In den Medien erscheinen regelmäßig Artikel zu technischen Entwicklungen, neuen Konzepten und Pilotprojekten weltweit. Viele Staaten haben im Zuge der Wirtschaftskrise 2008 Anreizsysteme und Förderprogramme für Elektromobilität geschaffen. Diese Maßnahmen betreffen zum einen Industrie- und Forschungsprojekte, um zum Beispiel durch Erhöhen der Leistungsdichte sowie durch Senken der Herstellungskosten die Batterietechnologie zu verbessern. Ein anderer oder ergänzender Weg ist die Schaffung von Kaufanreizen für Elektrofahrzeuge. So subventioniert die chinesische Regierung den Kauf von Elektroautos in einigen großen Städten mit bis zu 7.600 Euro. Ein ähnliches Programm wird ab Januar 2011 in Großbritannien starten. Eine Auflistung der staatlichen Aktivitäten im Bereich Elektromobilität in den weltweiten wichtigsten Automobilmärkten ist **Tab. 3.1** zu entnehmen.

Globale Faktoren wie der Klimawandel, die steigende Nachfrage nach fossilen Brennstoffen bei gleichzeitiger Verknappung der Vorräte und die Suche nach innovativen Mobilitätskonzepten für die Zukunft führen zu einer neuen Popularität der Elektromobilität. Elektrisch betriebene Personenkraftwagen gibt es jedoch schon sehr lange, so wurde auf der Pariser Weltausstellung 1900 ein Lohner-Porsche mit elektrischem Radnabenmotor vorgestellt. In dieser Zeit betrug der Anteil elektrischer Autos am Gesamtbestand in den USA 38 Prozent. Auch in späteren Dekaden des 20. Jahrhunderts gab es immer wieder verschiedene Versuche Elektromobilität einzuführen, bei denen meistens herkömmliche Kleinwagen umgerüstet wurden. Ausreichend zur Verfügung stehende, günstige fossile Kraftstoffe sowie nur ungenügend entwickelte Batterietechnologien verhinderten jedoch, dass die Elektromobilität bisher eine kritische Masse erreichte.⁴⁹

Auch wurde in den bisherigen Versuchen die Elektromobilität zu etablieren, auf einen ganzheitlichen Lösungsansatz verzichtet, der von der effizienten Energiegewinnung, über die Ladeinfrastruktur bis hin zu sich ändernden Nutzerverhalten betrachtet werden

⁴⁸ Vgl. BMU (2009), S. 2 ff.

⁴⁹ Vgl. Sammer et al. (2008), S. 394.

muss. So wurden beispielsweise meist herkömmliche Kleinwagen umgerüstet, anstatt durch Neuentwicklungen auf die spezifischen Bedürfnisse eines Elektroantriebs einzugehen. Dieses Vorgehen führt auch bei den derzeit durchgeführten Pilotprojekten immer wieder zu Problemen. Weitere Hindernisse⁵⁰ waren die sehr hohen Anschaffungskosten für Elektroautos bei gleichzeitiger Einschränkung der von herkömmlichen Verbrennungsmotoren gewohnten Mobilität, die Haltbarkeit sowie Leistungsdichte der Batterietechnik, aber auch eine geringe Servicequalität und -dichte.

Tab. 3.1: Staatliche Förderprogramme für Elektromobilität

Land	Marktaktivierungsprogramme (Endkundenprämien und Steuervorteile) in Euro		Forschungs- und industriebezogene Förderung in Milliarden Euro	
Deutschland	keine		Konjunkturpaket II ⁵¹	0,5
Frankreich ⁵²	Subvention von Fahrzeugen mit einem CO ₂ -Ausstoss von weniger als 60 g/km	5.000	Entwicklung von Prototypen und Vorführmodellen	0,4
			14 Elektromobilitätsprojekte	1,5
Großbritannien ⁵³	Ab 2011: Subvention von Elektroautos	5.000 (GBP)	Entwicklung von Fahrzeugen mit extrem niedrigen CO ₂ -Emissionen	0,4 (GBP)
USA ⁵⁴	Steuergutschrift	7.500 (USD)	Entwicklung von Batterien und Komponenten	2 (USD)
China ⁵⁵	Regionale Subvention von Elektroautos	7.600	Innovationen im Bereich effizienter Antriebstechnologien	1
			10 Pilotregionen mit ca. 10.000 Fahrzeugen ⁵⁶	2
Japan ⁵⁷	Subvention von Elektroautos	11.000	Verbesserung der Batterietechnologie ⁵⁸	0,15

⁵⁰ Vgl. Sammer et al. (2008), S. 394.

⁵¹ Vgl. BMWi et al. (2009).

⁵² Vgl. Présidence De La République (2009).

⁵³ Vgl. Department for Transport (2009).

⁵⁴ Vgl. One Hundred Eleventh Congress of the United States of America (2009).

⁵⁵ Vgl. BMU (2009).

⁵⁶ Vgl. BMWi et al. (2009).

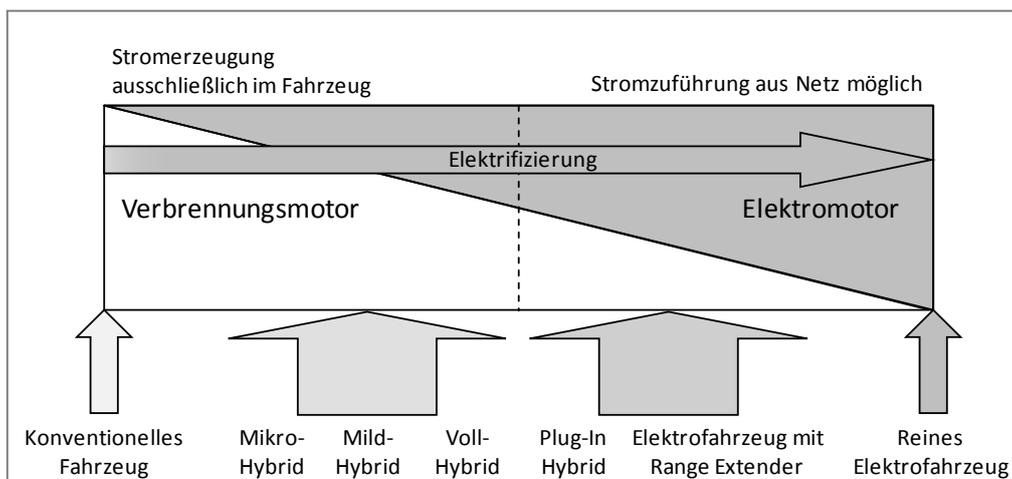
⁵⁷ Vgl. BMU (2009).

⁵⁸ Vgl. BMWi et al. (2009).

3.2 Fahrzeugkonzepte der Elektromobilität

3.2.1 Hybrid-Fahrzeuge

Fahrzeuge, die über mindestens zwei verschiedene Energiewandlungs- oder Energiespeichersysteme verfügen, werden als Hybrid-Fahrzeuge bezeichnet. Als eine Art Brückentechnologie in Richtung reiner Elektromobilität, ist der Elektrohybrid derzeit am weitesten verbreitet. Er bezeichnet eine Kombination aus Elektro- und Verbrennungsmotor beziehungsweise aus Elektromotor und Brennstoffzelle.⁵⁹ In **Abb. 3.1** sind verschiedene Elektrohybrid-Arten nach dem Grad ihrer Elektrifizierung aufgezählt.



In Anlehnung an Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (2010).

Abb. 3.1: Elektrohybrid-Arten nach Grad der Elektrifizierung

Mikrohybrid- und Mildhybrid-Fahrzeuge weisen eine nur geringe Elektrifizierung auf. Hauptsächlich wird Energie aus Bremsvorgängen zurück gewonnen, was als Rekuperation bezeichnet wird. Die so gewonnene Energie wird für kurzzeitige Unterstützungen des Verbrennungsmotors in Beschleunigungsphasen verwendet. Vollhybrid-Fahrzeuge unterstützen den Verbrennungsmotor dauerhaft und können bei entsprechenden technischen Voraussetzungen kurze Strecken auch rein elektrisch zurücklegen. In Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen sind bereits sehr leistungsstarke Elektromotoren und Batterien verbaut. Diese Fahrzeuge besitzen außerdem einen Anschluss zum direkten elektrischen Laden der Batterie. Elektroautos mit Reichweitenverlängerung⁶⁰ sind eine Weiterentwicklung des Plug-In-Hybrid-Antriebs und haben eine bestimmte Reichweite mit der sie rein elektrisch fahren. Anschließend kommt ein Verbrennungsmotor zur Einsatz.

Hybridfahrzeuge lassen sich auch nach der Anordnung von Verbrennungs- und Elektromotor differenzieren. So können Batterie und Elektromotor sowie Tank und Verbren-

⁵⁹ Vgl. Naunin (2004), S. 65.

⁶⁰ Englisch: Range Extender.

nungsmotor parallel angeordnet werden. Das heißt, zum Antrieb des Fahrzeugs kann sowohl der Verbrennungsmotor als auch der Elektromotor genutzt werden. In der seriellen Anordnung der Komponenten wird mit der mechanischen Energie des Verbrennungsmotors ein Generator zur Erzeugung elektrischer Energie angetrieben. Diese elektrische Energie wird in der Batterie gespeichert beziehungsweise zum Antrieb des Elektromotors verwendet.

Aufgrund der nur teilweise stattfindenden Antriebsenergiegewinnung direkt aus elektrischem Strom sowie den nur bei einigen Hybridarten vorhandenen Auflademöglichkeiten der Batterie über einen Stromanschluss, sollen die Hybridfahrzeuge in der Beschreibung der Geschäftsmodelle für Elektromobilität nicht betrachtet werden.

3.2.2 Reine Elektrofahrzeuge

Reine Elektrofahrzeuge werden ausschließlich von einem Elektromotor angetrieben, welcher seine benötigte elektrische Energie aus einer Batterie bezieht. Die Batterie wird über einen elektrischen Anschluss und eine Ladestation⁶¹ direkt aus dem Stromnetz aufgeladen. Elektrofahrzeuge können auf Grund des Wegfalls des Getriebes einen Wirkungsgrad von 70 bis 90 Prozent erreichen und sind damit deutlich effizienter als Verbrennungsmotoren mit ungefähr 30 Prozent.⁶²

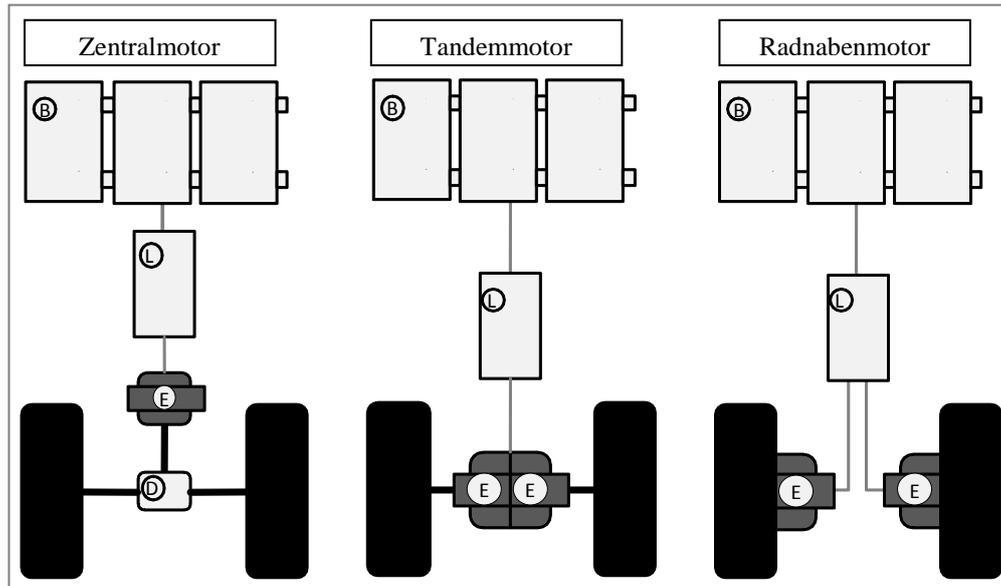
Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Arten von elektrischen Antriebssystemen, die in **Abb. 3.2** dargestellt sind.

Das Zentralmotorsystem besteht aus Batterie (B), Leistungselektronik (L), Elektromotor (E) und Differenzialgetriebe (D). Aufgrund des zentralen Motors ist das System gut für die Umrüstung von herkömmlichen Fahrzeugen geeignet. Allerdings hat dieses System ein relativ hohes Gewicht, verbraucht viel Platz und verursacht höhere Reibungsverluste als die anderen Varianten.

Das Tandemmotorsystem besteht aus zwei Elektromotoren (E), die mechanisch entkoppelt sind und sich somit separat steuern lassen. Dies hat zur Folge, dass kein Differenzialgetriebe benötigt wird, da das System selbst wie ein Differenzial funktioniert. Ohne Differenzialgetriebe entstehen weniger Reibungsverluste und Gewichtseinsparungen. Jedoch führt die komplexe Bauweise zu höheren Kosten.

⁶¹ Im weiteren Verlauf der Arbeit wird der Begriff Ladesäule verwendet.

⁶² Vgl. Engel (2007), S. 8.



In Anlehnung an Engel (2007), S. 16; Naunin (2004), S. 21.

Abb. 3.2: Arten von elektrischen Antriebssystemen

Bei einem Radnabenmotorsystem befinden sich die Elektromotoren (E) direkt an den Radnaben der angetriebenen Räder. Dadurch gibt es so gut wie keine Reibungsverluste und die Raumsparnis ermöglicht ganz neue gestalterische Mittel. Zudem ist ebenfalls kein Differenzialgetriebe nötig. Die Komplexität führt auch hier zu höheren Kosten. Außerdem befinden sich die Motoren im ungefederten Teil des Fahrzeugs, was zum einen die Störanfälligkeit erhöht und zu anderen den Fahrkomfort verringert.

3.3 Gründe für die zunehmende Bedeutung der Elektromobilität

Verschiedene Studien und Prognosen sagen der Elektromobilität ein starkes Wachstum bereits in den kommenden Jahren voraus. Die Regierung der Bundesrepublik Deutschland gibt in ihrem ‚Nationalen Entwicklungsplan der Elektromobilität‘ das Ziel von einer Million in Deutschland zugelassenen Elektrofahrzeugen bis zum Jahr 2020 aus.⁶³ In **Tab. 3.2** sind einige Prognosen für die zukünftige Volumenentwicklung des Marktes für Elektrofahrzeuge aufgelistet.

⁶³ Vgl. BMU (2009), S. 2.

Tab. 3.2: Prognosen für die Verbreitung der Elektromobilität in Deutschland

Institution	Jahr 2020
Bundesregierung	1 Million
Conergy	1,6 Millionen
Verkehrsclub Deutschland	2 Millionen
RWE	2,4 Millionen

In Anlehnung an Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF (2009).

Diese von vielen erwartete rasante Entwicklung hat verschiedene Gründe, die an dieser Stelle erläutert werden.

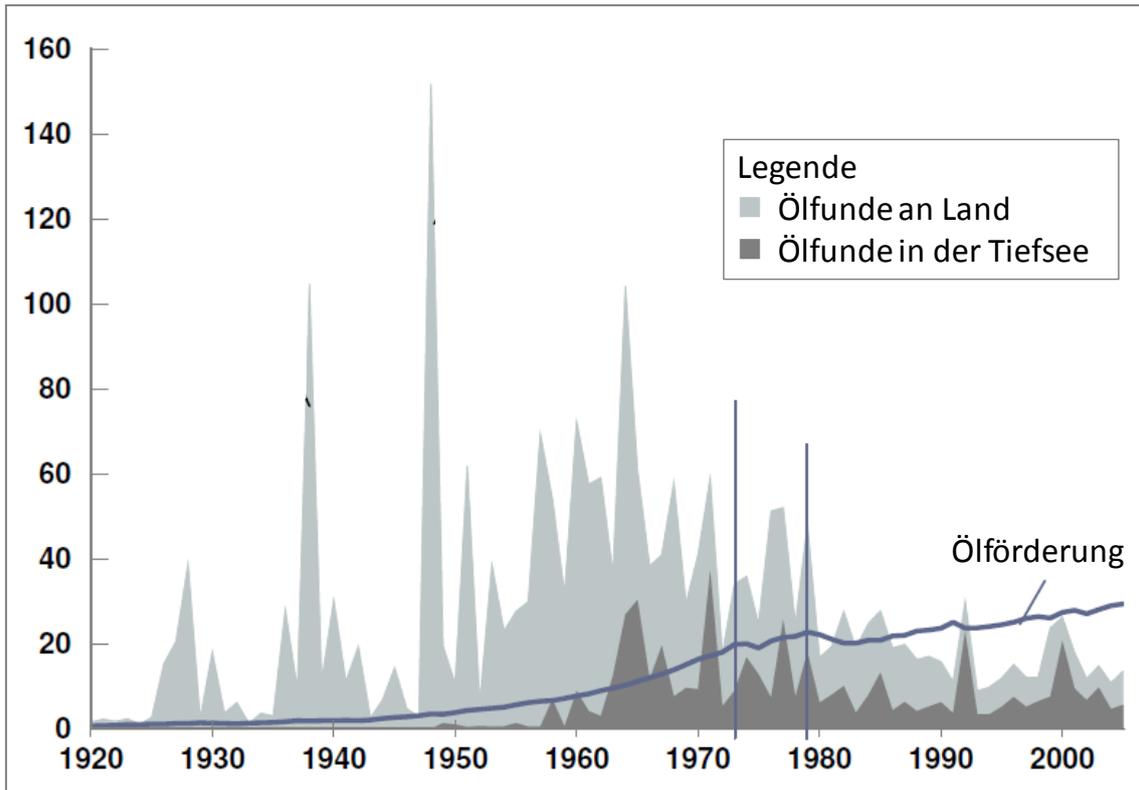
Reduzierung des Ölverbrauchs

Am 14.07.2008 erreichte der Ölpreis seinen bisher höchsten Stand von 145,16 US-Dollar für einen Barrel Rohöl. Zwar ist der Preis nur kurze Zeit später wieder stark gefallen und hat sich in den letzten Monaten bei ungefähr 80 US-Dollar eingependelt,⁶⁴ jedoch ist davon auszugehen, dass auf Grund der steigenden Nachfrage vor allem in Schwellenländern wie China, Indien und Brasilien der Ölpreis mittel- bis langfristig steigen wird. Diese Entwicklung lässt sich auch aus dem Verhältnis der Ölförderung zu den Neuentdeckungen von Öllagerstätten in Abb. 3.3 ableiten, welches eine Verknappung des weltweiten Ölangebots in absehbarer Zukunft erwarten lässt. Eine Studie der Energy Watch Group kommt zu dem Schluss, dass der Zenit der weltweiten Erdölförderung bereits im Jahr 2006 überschritten wurde.⁶⁵ Fahrzeuge, die mit Strom betrieben werden, können den direkten Ölverbrauch senken, in dem sie auf eine diversifizierte Rohstoffbasis bei der Stromerzeugung zurückgreifen und somit die Abhängigkeit von Öl-Importen in den Industriestaaten reduzieren.⁶⁶

⁶⁴ Vgl. Oezsen (2008), S. 6.

⁶⁵ Vgl. Schindler/Zittel (2008), S. 12.

⁶⁶ Vgl. Pehnt et al. (2007), S. 7.



Quelle: Schindler/Zittel (2008), S. 7.

Abb. 3.3: Entwicklung der Ölfunde und der Ölförderung

Mikro- und Makroökonomische Gründe

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit prognostiziert der Elektromobilität bis zum Jahr 2020 weltweit ein Marktvolumen von bis zu 470 Milliarden Euro sowie die Schaffung von bis zu 250.000 Arbeitsplätzen.⁶⁷ Auf Grund der starken Position im Automobil- und Technologiesektor hat ein Land wie Deutschland gute Chancen einen erheblichen Teil dieses Marktwachstums für sich zu gewinnen. Jedoch versuchen aufstrebende Schwellenländer wie China mit großen Investitionen (**Tab. 3.1**) in die Forschung und Entwicklung der Elektromobilität zukünftig eine größere Rolle im Automobilmarkt einzunehmen, in dem Entwicklungsrückstände im Bereich der Verbrennungsmotoren⁶⁸ übersprungen werden. Um ihre weltweite Führungsposition zu behalten, muss die deutsche Automobilindustrie in den nächsten Jahren massiv investieren, um den schon bestehenden Entwicklungsvorsprung asiatischer Hersteller⁶⁹ zu egalisieren.

Für den privaten Nutzer bedeutet ein Elektrofahrzeug langfristig gesehen eine monetäre Ersparnis. Kosten Elektrofahrzeuge aufgrund der fehlenden Massenproduktion und der

⁶⁷ Vgl. BMU (2009).

⁶⁸ Vgl. Fluhr/Lutz (2009).

⁶⁹ Vgl. Roland Berger (2009).

teuren Batterietechnik aktuell noch erheblich mehr als konventionelle Autos, so wird sich der Preis in absehbarer Zeit angleichen. Aufgrund des besseren Wirkungsgrades der Elektroautos, wird der Endkunde für den nötigen Strom weniger bezahlen, als heute für Benzin oder Diesel. **Tab. 3.3** zeigt die theoretische Zahlungsbereitschaft für Strom für ein Elektroauto der Kompaktklasse von 0,36 €/kWh⁷⁰ bei einem aktuellen Haushaltsstrompreis von ca. 0,18 €/kWh. Allerdings enthält der Kraftstoffpreis einen Mineralölsteuer-Anteil, der bei Strom derzeit nicht anfällt. Wie bereits am Anfang dieses Kapitels beschrieben, ist jedoch von einer Verknappung des Öl-Angebots und einem daraus resultierenden Preisanstieg für Kraftstoffe auszugehen. Somit kann insgesamt von einer Kostenersparnis für Strom bei Elektrofahrzeugen gegenüber konventionellen Kraftstoffen ausgegangen werden.

Tab. 3.3: Zahlungsbereitschaft für eine Kilowattstunde Strom für Elektromobilität

Durchschnittlicher Verbrauch in der Kompaktklasse	Sechs Liter auf 100 km
Angenommener Kraftstoffpreis je Liter	1,20 €
Resultierende Zahlungsbereitschaft pro Kilometer	0,072 €/km
Durchschnittlicher Verbrauch Elektroantrieb Kompaktklasse	0,2 kWh/km
Resultierende Zahlungsbereitschaft	0,36 €/kWh
Haushaltsstrom zum Vergleich	0,18 €/kWh

In Anlehnung an Pehnt et al. (2007), S. 9.

Reduzierung der CO₂-Emissionen

Auf der 15. UN-Klimakonferenz 2009 in Kopenhagen wurde das ‚Zwei-Grad-Ziel‘ beschlossen, nach dem die weltweite Erhöhung der Durchschnittstemperatur das vorindustrielle Niveau nicht um mehr als zwei Grad Celsius übersteigen soll.⁷¹ Um dieses Ziel zu erreichen, müssten die Industrieländer ihre Treibhausemissionen im Vergleich zu 1990 bis zum Jahr 2020 um 25 bis 40 Prozent reduzieren und bis 2050 um 80 bis 95 Prozent.⁷² Das Elektroauto kann zu diesen ehrgeizigen Zielen einen entscheidenden Beitrag leisten, da es einen wesentlich höheren Wirkungsgrad als herkömmliche Verbrennungsmotoren besitzt und bei der Nutzung von erneuerbaren Energien Emissionen so-

⁷⁰ Kilowattstunde.

⁷¹ Vgl. Offizielle Website der ‘United Nations Climate Change Conference in Copenhagen’, http://unfccc.int/meetings/cop_15/items/5257.php.

⁷² Vgl. Gupta (2007).

gar fast gänzlich vermieden werden. In **Tab. 3.4** wurde der Smart fortwo in konventioneller Ausführung mit Verbrennungsmotor mit der rein-elektrischen Ausführung verglichen. Das Ergebnis zeigt selbst bei Verwendung des konventionellen Strommixes eine Reduzierung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen um mehr als 50 Prozent. Es sind in Zukunft durchaus noch größere Effizienz- und Emissionsunterschiede zu erwarten, da in dem hier vorliegenden Beispiel ein herkömmliches Fahrzeug umgerüstet wurde. Direkte Entwicklungen von Elektrofahrzeugen werden besser auf die Eigenheiten und Bedürfnisse der Elektromobilität eingehen können. Zusätzlich kann diese Emissionsreduzierung den Fahrzeugherstellern helfen die Kohlenstoffdioxid-Flottenziele der Europäischen Union von 130 g/km einzuhalten, welche vor allem für die deutschen Oberklassehersteller nur schwer umsetzbar sind.⁷³

Tab. 3.4: Gegenüberstellung: konventioneller und elektrischer Smart

	Smart fortwo Konventioneller Otto-Motor	Smart fortwo ev Elektrofahrzeug
Jahresfahrleistung	10.000 km	10.000 km
Antrieb	45 kW Benzin	30 kW elektrisch
Energiedichte Benzin	8,9 kWh/ Liter	
Verbrauch pro 100 km	4,7 Liter (42 kWh)	12 kWh
	Effizienzunterschied Faktor 3,5	
Kohlenstoffdioxid-Emission pro Jahr	1.110 kg/a	540 kg/a (konventioneller Strommix)
		20 kg/a (Strom aus Wasserkraft)
	Emissionsunterschied Faktor 2 ... 55	

Quelle: Leitinger/Brauner (2008), S. 389.

Weitere Gründe

Weiterhin kann Elektromobilität vor allem in Ballungsgebieten zur Reduzierung von lokalen Schadstoff- sowie Lärm-Emissionen beitragen, da sie lokal emissionsfrei und nahezu geräuschlos fahren.⁷⁴ Die rasante Entwicklung auf den Märkten für tragbare Computersysteme und leistungsstarke Mobiltelefone hat als ein Nebenprodukt kleine Hochleistungs-Batterien hervorgebracht, die einerseits direkt für Elektroautos verwendet werden können, indem eine Vielzahl zusammengeschaltet und über eine entsprechende Leistungssteuerung geregelt wird. Andererseits bilden diese Batterien eine sehr gute Basis für die weitere Entwicklung günstiger und leistungsfähiger Fahrzeugbatte-

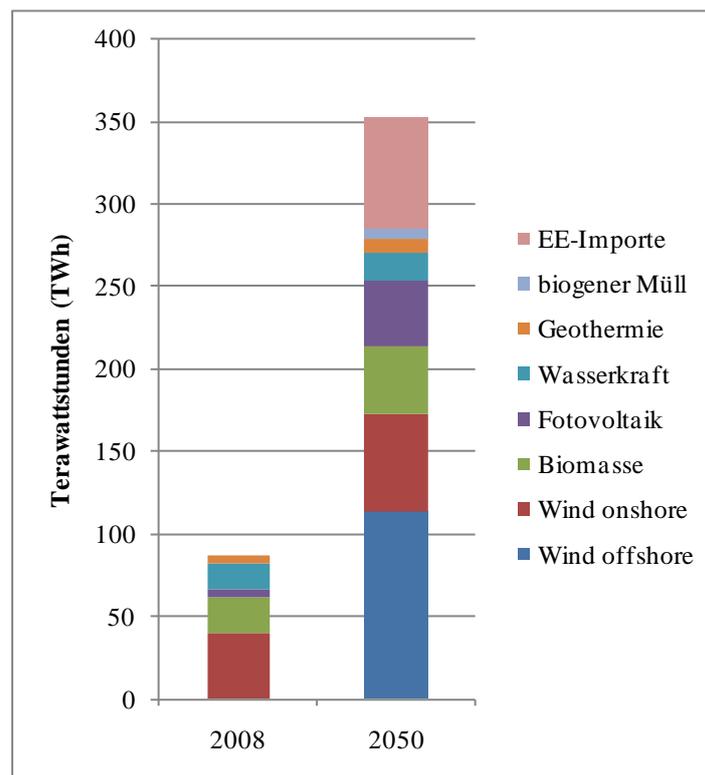
⁷³ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009).

⁷⁴ Vgl. Fluhr (2008), S. 11.

rien. In Kapitel 3.4 wird außerdem gezeigt, dass nicht nur die Elektromobilität in Form von geringeren CO₂-Emissionen von den erneuerbaren Energien profitiert, sondern die Elektromobilität umgekehrt einige gravierende Probleme der erneuerbaren Energien lösen kann.

3.4 Elektromobilität als Chance für erneuerbare Energien

Verschiedene Szenarien für die Entwicklung der erneuerbaren Energien gehen für das Jahr 2050 von einem Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Stromerzeugung von mehr als 50 Prozent in Deutschland aus.⁷⁵ Die europäische Union rechnet ebenfalls mit mehr als 50 Prozent für das Jahr 2050 und mit mehr als 80 Prozent bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. In **Abb. 3.4** ist der Erzeugungsmix der erneuerbaren Energien im Jahr 2008 und eine Prognose für das Jahr 2050 dargestellt. Der kumulierte Anteil der Onshore- und Offshore-Windenergie beträgt 2050 35 bis 45 Prozent und steuert somit den größten Teil der erneuerbaren Energie in Deutschland bei.



In Anlehnung an Schlesinger et al. (2010), S. 113.

Abb. 3.4: Erzeugungsmix der erneuerbaren Energien in Deutschland

Die Abhängigkeit von der Windenergie wird eine zuverlässige und stabile Stromversorgung in Zukunft schwieriger machen, da sie stark fluktuiert und nur kurzfristig

⁷⁵ Vgl. Schlesinger et al. (2010), S. 11.

prognostizierbar ist. So können heute nur ungefähr fünf bis sieben Prozent der installierten Windenergieleistung als sicher eingestuft werden⁷⁶ und die Stromerzeugung mit Fotovoltaik-Anlagen führt zu ähnlichen Problemen. Für ein hochindustrialisiertes Land wie Deutschland, das in großer Konkurrenz zu Niedriglohn-Ländern steht und seine Wettbewerbsfähigkeit hauptsächlich aus innovativen Produkten, ausgeprägter Forschung und Entwicklung sowie effizienten Produktionsprozessen zieht, wird eine Stromversorgung mit möglichst geringen Ausfallzeiten ein entscheidender Standort- und Wettbewerbsvorteil sein. Die für einen stabilen Netzbetrieb benötigte Regelleistung⁷⁷ wird derzeit größtenteils von in kurzer Zeit dem Netz zuschaltbaren Regelkraftwerken bereitgestellt, bei denen es sich oftmals um Gasturbinenkraftwerke handelt. Bei einem erwarteten Szenario von bis zu 80 Prozent erneuerbaren Energien im zukünftigen Energiemix⁷⁸ wird sich die erforderliche Regelleistung, bei gleichzeitiger Verringerung der verfügbaren Regelkraftwerke, erhöhen.

Um dennoch die benötigte Regelleistung bereitstellen zu können, müssen im Netz Stromspeicher, wie Pumpspeicherkraftwerke, Druckluftspeicherkraftwerke, thermische Speicher oder Batterietechnik zum Einsatz kommen. Bei einer ausreichenden Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge können diese einen entscheidenden Teil der notwendigen Energiespeicherkapazität aufbringen, indem sie dem Netz ihre Batteriekapazität durch einen logischen Zusammenschluss vieler Fahrzeuge in einer Region zur Verfügung stellen.⁷⁹ Grob beschrieben würde dieser Prozess in der Praxis folgendermaßen ablaufen: Der Fahrzeugnutzer schließt sein Elektroauto an eine intelligente Ladesäule an und teilt dem IKT-System mit, wann und in welchem Ladezustand er das Fahrzeug wieder benötigt. Falls die Standdauer die Ladezeit übersteigt, kann die Batteriekapazität in der überschüssigen Zeit für bestimmte Netzdienstleistungen (**Tab. 3.5**) verwendet werden.

⁷⁶ Vgl. Dötsch (2009), S. 351.

⁷⁷ Regelleistung sichert die Bereitstellung der im Netz benötigten Energiemenge bei unvorhergesehenen Netzereignissen und fluktuierender Energieeinspeisung, zum Beispiel durch Windkraftanlagen.

⁷⁸ Der Energiemix beschreibt die genaue Zusammensetzung der elektrischen Energie aus den verschiedenen Energieträgern.

⁷⁹ Vgl. Schönfelder (2009).

Tab. 3.5: Mögliche zusätzliche Wertbeiträge durch Elektrofahrzeuge

Netzdienstleistung	Beschreibung
Bereitstellung von Regelleistung	Sichert die Bereitstellung der im Netz benötigten Energiemenge bei unvorhergesehenen Netzereignissen und fluktuierender Energieeinspeisung, zum Beispiel durch Windkraftanlagen.
Netzstabilisierung	Wird in einem regionalen Teilnetz zum Beispiel durch ein starkes Windaufkommen sehr viel Energie erzeugt, kann dies unter Umständen das Netz überlasten und einige Windkraftanlagen müssen vom Netz getrennt werden, um die Netzstabilität zu gewährleisten. Ist jedoch regional genügend Speicherkapazität in Form von Elektrofahrzeugbatterien vorhanden, kann die überschüssige Energie dort zwischengespeichert und bei abnehmendem Wind rückgespeist werden.
Lastausgleich durch gesteuertes Laden	Ein gesteuertes Laden ermöglicht die Verteilung der Spitzenlasten auf einen größeren Zeitraum und somit eine Glättung des Stromverbrauchs. Zum Beispiel kann das gesteuerte Laden verhindern, dass alle Fahrzeuge am Abend direkt nach dem nachhause kommen geladen werden, sondern verteilt über die Nacht.
Netzinitialisierung „Schwarzstartfähigkeit“	Sind bei einem flächendeckenden Netzausfall auch Energieerzeugungsanlagen betroffen, werden sogenannte schwarzstartfähige Anlagen benötigt, die ohne externe Energiezufuhr hochfahren können, um damit das Netz wieder aufzubauen. Durch Nutzung der so erzeugten Energie werden nicht-schwarzstartfähige Anlagen wieder hochgefahren. Bei der zukünftig stark dezentralen Energieerzeugung durch erneuerbare Energien ist kurzzeitig im gesamten ausgefallenen Netz sehr viel Energie nötig, um zum Beispiel die Windkraftanlagen wieder hochzufahren. Diese Energie könnte dann aus den Batterien von Elektrofahrzeugen stammen.
Lokale Notstromversorgung	Ein weiteres Anwendungsgebiet des bidirektionalen gesteuerten Ladens könnte die Verwendung des Elektrofahrzeugs als lokales Notstromaggregat sein. Dabei würde im Falle eines Stromausfalls das lokale Hausnetz vom Stromnetz abgekoppelt und anschließend durch die Fahrzeugbatterie eine gewisse Zeit lang versorgt werden.

Außerdem muss ein genereller Wandel von der „klassischen verbrauchsabhängigen Energieerzeugung [...] zu einer erzeugungsabhängigen Verbrauchssteuerung“⁸⁰ erfolgen. Diese Entwicklung betrifft das Stromnetz und seine angeschlossenen Verbraucher insgesamt. Durch die Verknüpfung des Stromnetzes mit IKT-Systemen ist es möglich jede Energieeinspeisung und -entnahme in Echtzeit zu erfassen sowie zu steuern.⁸¹ Das dafür notwendige 'intelligente Stromnetz' wird als Smart-Grid⁸² bezeichnet. Voraussetzung für die Einbindung der Elektrofahrzeuge in das Smart-Grid in Form des gezielten Be- und Entladens, ist die technische Unterstützung des bidirektionalen Ladens⁸³ durch die Fahrzeugbatterie sowie durch die Ladeelektronik.

Neben den technischen Voraussetzungen, welche mit vertretbarem Aufwand umsetzbar sind, wird sich zukünftig ein grundlegend anderes Nutzerverhalten entwickeln müssen. Möchte der Fahrzeugnutzer dem Netz die beschriebenen Systemdienstleistungen anbieten, muss er, immer wenn das Fahrzeug an die gesteuerte Ladesäule angeschlossen wird, die Standdauer des Fahrzeugs prognostizieren. Allerdings sollte diese Umstellung des Nutzerverhaltens nicht überbewertet werden, da zum einen einzelne Fahrzeuge, die aus dem virtuellen Speichermedium aus mehreren tausend Fahrzeugbatterien ausscheiden, nicht ausschlaggebend sind. Zum anderen wird die Fahrzeugbatterie immer einen gewissen minimalen Ladestand haben, so dass auch im unerwarteten Fall ein Einsatz des Fahrzeugs möglich ist.

⁸⁰ Schönfelder et al. (2009); S. 374.

⁸¹ Vgl. Pehnt et al. (2007), S. 12 ff.

⁸² Vgl. Knab et al. (2010), s. 11.

⁸³ Der Begriff bidirektionales Laden beschreibt die technische Möglichkeit elektrische Energie vom Stromnetz in die Batterie zu laden sowie in umgekehrter Richtung elektrische Energie von der Batterie zurück in das Netz zu speisen.

4 Geschäftsmodelle für Elektromobilität

4.1 Modellannahmen

Die Betrachtung und Erläuterung verschiedener Geschäftsmodelle für Elektromobilität anhand des Komponentenmodells erfordert einige Modellannahmen und Eingrenzungen, um eine handhabbare Komplexität zu erreichen. Das Modellgebiet ist ein abgegrenzter Raum, der unabhängig und autark in Bezug auf elektrischem Strom und Straßenverkehr ist. Das heißt, in diesem Modellgebiet wird sämtliche benötigte elektrische Energie von Anlagen in diesem Gebiet erzeugt. In Anlehnung an das Harz.EE-mobility Projekt wird zusätzlich davon ausgegangen, dass die elektrische Energie zu einem sehr großen Teil aus erneuerbaren Energieträgern gewonnen wird. Ein regionsübergreifender Straßenverkehr würde die Behandlung von systemtechnischen Übergaben der Fahrzeuge in andere Gebiete und vor allem auch von Abrechnungsmethoden erfordern und wird deshalb nicht betrachtet. Auf dem Markt sind die in Kapitel 4.2 beschriebenen Rollen Netzbetreiber, Dispatching Mobilität, Energieanlagenmanager, Poolkoordinator, Vertrieb, Ladestellenbetreiber, Flottenbetreiber und EE-Anlagen-Betreiber jeweils nur einmal vertreten. Des Weiteren wird von einem in Kapitel 3.4 beschriebenen ‚intelligenten Stromnetz‘ in der Modellregion ausgegangen, welches die exakte Überwachung sowie Steuerung der Energieerzeugung und das Ladens der Elektroautos ermöglicht. In den Geschäftsmodellen wird ferner davon ausgegangen, dass in dem System nur rein elektrisch betriebene Elektrofahrzeuge zum Einsatz kommen.

4.2 Rollen

Um redundante Erläuterungen zu vermeiden, sollen in diesem Abschnitt alle im weiteren Verlauf der Arbeit vorkommenden Rollen grundlegend definiert und beschrieben werden. Dieses Rollenverständnis basiert auf den Ergebnissen mehrerer Workshops im Rahmen des Harz.EE-mobility-Projektes. Neben der Definition soll für jede Rolle eine Darstellung der Aufgaben und der einzelnen Funktionen erfolgen. **Abb. 4.1** zeigt in einer groben Darstellung die Aufteilung der anschließend erläuterten Rollen in eine Wertschöpfungsnetzwerk-Seite und eine Kundenseite sowie den groben Leistungsfluss und monetären Fluss.

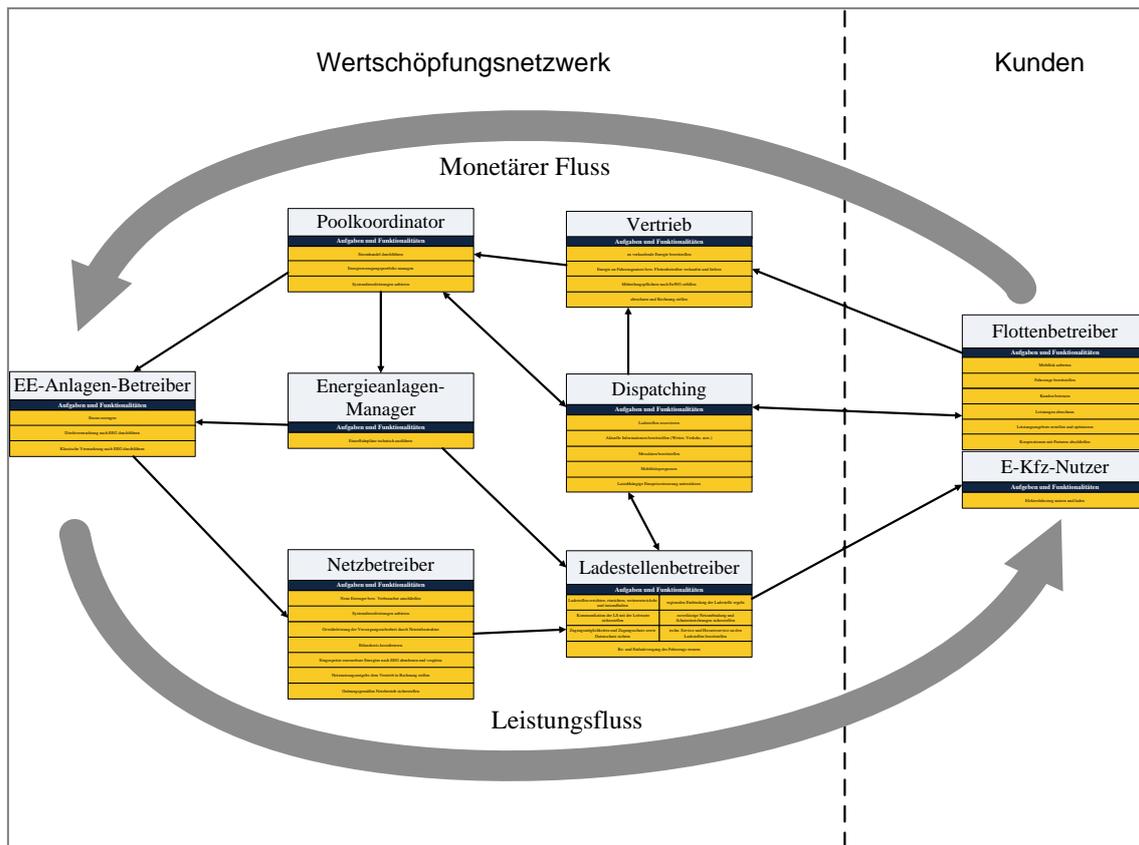


Abb. 4.1: Abgrenzung der Kunden vom System der Wertschöpfungspartner

4.2.1 EE-Anlagen-Betreiber

Der Betreiber von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien installiert, betreibt und wartet Anlagen, die aus erneuerbaren Energieträgern elektrischen Strom erzeugen. Der erzeugte Strom wird vom Netzbetreiber zu einer im EEG festgelegten Einspeisemindestvergütung abgenommen oder direkt an der Strombörse beziehungsweise gebündelt über den Poolkoordinator gehandelt. Eine andere Direktvermarktungsmöglichkeit ist der Abschluss langfristiger Lieferverträge mit dem Vertrieb. Grundsätzlich lohnt sich eine Direktvermarktung nur, wenn die potenziellen Erlöse über der gesetzlich festgelegten Einspeisemindestvergütung liegen, was im Jahresmittel derzeit vor allem in den Mittags- und Abendstunden der Fall ist.⁸⁴ Die Verringerung der Einspeisemindestvergütung und ein tendenziell steigender Börsenpreis für Strom werden zukünftig jedoch zu einer höheren Attraktivität der Direktvermarktung führen.

⁸⁴ Vgl. Dobroschke (2010), S. 18 f, S. 26.

EE-Anlagen-Betreiber
Aufgaben und Funktionalitäten
Strom erzeugen
<ul style="list-style-type: none"> • EE-Anlagen betreiben • Erzeugten Stroms in das Netz einspeisen • Erzeugungsdaten und -prognosen bereitstellen
Direktvermarktung nach EEG durchführen
<ul style="list-style-type: none"> • Erneuerbare Energie nach EEG an Poolkoordinator oder Vertrieb vermarkten
Klassische Vermarktung nach EEG durchführen
<ul style="list-style-type: none"> • Erneuerbare Energie an den Netzbetreiber nach EEG verkaufen

Abb. 4.2: Marktrolle EE-Anlagen-Betreiber

4.2.2 Dispatching Mobilität

Der Mobilitäts-Dispatcher nimmt eine Vermittlerrolle zwischen dem Fahrzeugnutzer und dem Ladestellenbetreiber ein. In einem konkreten Ablauf gibt ein Fahrzeugnutzer sein gewünschtes Fahrtziel in das Navigationssystem seines Fahrzeugs ein und das Dispatching-System wird anschließend anhand verschiedener Parameter, wie Routenprofil sowie Batteriestatus eine geeignete Ladestelle identifizieren und für das Fahrzeug reservieren. Für diesen Prozess benötigt das System sowohl Daten vom Fahrzeug als auch von der Ladestelle. Weiterhin beschafft der Dispatcher Verkehrs- und Wetterinformationen, welche dem Fahrzeugnutzer als Service bereitgestellt und für die Erstellung von Mobilitätsprognosen verwendet werden. Über die im Fahrzeug implementierte Telematik⁸⁵ werden Messdaten über den Fahrzeug- und Batteriestatus abgerufen,⁸⁶ um zum Bei-

⁸⁵ „Bei dem Wort Telematik handelt es sich um ein Kunstwort, das sich aus den Begriffen „Telekommunikation“ und „Informatik“ zusammensetzt. [...] Telematiksysteme in der Verkehrstelematik umfassen in der Regel folgenden Elemente:

1. einen stationären Dienste-Server mit einer Telekommunikations- oder Broadcast-Einrichtung zur Verarbeitung und Übertragung von Daten,
2. ein (mobiles) Endgerät mit Telekommunikations-Einrichtung zum Empfang von Daten,
3. einen lokalen Rechner im Endgerät, welcher auf Basis der Daten des stationären Dienste-Servers dem Nutzer Funktionen anbietet oder Daten an den stationären Server überträgt, damit dieser Dienste anbieten kann.“

Quelle: Kleine-Besten et al. (2009), S. 612 f.

⁸⁶ In diesem Zusammenhang müssen zukünftig insbesondere Belange des Datenschutzes und Persönlichkeitsschutzes untersucht werden.

spiel die aggregierte verfügbare Speicherkapazität für Netzdienstleistungen ermitteln und kommunizieren zu können.

Dispatching	
Aufgaben und Funktionalitäten	
Ladestellen reservieren	
<ul style="list-style-type: none"> ● Information über Fahrzeug austauschen ● Informationen über Ladestellen austauschen ● Freie Ladestellen erfassen ● Fahrzeuge zu den Ladestellen zuordnen 	
Aktuelle Informationen bereitstellen (Wetter, Verkehr, usw.)	
Messdaten bereitstellen	
<ul style="list-style-type: none"> ● Bewegungsdaten, Batteriestatus, usw. bereitstellen ● Mit weiteren Markttrollen kommunizieren 	
Mobilitätsprognosen	
<ul style="list-style-type: none"> ● E-Kfz-Aufkommen kurzfristig prognostizieren 	
Lastabhängige Einspeisesteuerung unterstützen	
<ul style="list-style-type: none"> ● Gesperrten Ladestellen erfassen ● Routenplanung anpassen ● Anreize schaffen 	

Abb. 4.3: Marktrolle Dispatching

4.2.3 Energieanlagen-Manager

Der Energieanlagen-Manager steuert aus technischer Sicht die Energieerzeugungsanlagen und das virtuelle Speichermedium, der auf logischer Ebene zusammengeschalteten Fahrzeugbatterien. Auf Basis der vom Poolkoordinator erstellten Einzelfahrpläne werden einzelne Anlagen gesteuert. Aufgrund der aktuell noch garantierten Abnahme erneuerbarer Energien durch den Netzbetreiber, betrifft die gezielte Steuerung hauptsächlich die Nutzung der Speicherkapazitäten der Fahrzeugbatterien zur Bereitstellung von Regelleistungen.

Energieanlagen-Manager	
Aufgaben und Funktionalitäten	
Einzelfahrpläne technisch ausführen	
<ul style="list-style-type: none"> • EE-Erzeugungsanlagen (Bsp. KWK-Anlagen) technisch steuern • Ladezeitpunkte und das Speicherverhalten der E-Kfz technisch steuern • Einsatz von Regelenergie durch E-Kfz technisch steuern 	

Abb. 4.4: Marktrolle Energieanlagen-Manager

4.2.4 Elektrofahrzeugnutzer

Die grundsätzliche Aufgabe des Elektrofahrzeugnutzers ist der Betrieb eines Elektroautos, um sein Bedürfnis nach individueller Mobilität mit Hilfe eines elektrischen Antriebs zu erfüllen. Der Nutzer hat bei der Aufladung seines Fahrzeugs die Möglichkeit eines ungesteuerten oder gesteuerten Ladens. ‚Ungesteuert‘ bedeutet, dass keine intelligente, von aktuellen Netzzuständen abhängige, terminliche oder mengenmäßige Variation des Ladeprozesses stattfindet. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn das Fahrzeug an einer herkömmlichen Haussteckdose geladen wird, was technisch ohne Probleme möglich ist. Das gesteuerte Laden an einer intelligenten Ladesäule oder Wallbox⁸⁷ ermöglicht eine aktive Einbindung des Fahrzeugs in das Stromnetz. Dadurch kann der Ladevorgang einerseits zu Zeiten mit möglichst niedrigen Strompreisen erfolgen, andererseits ist somit die Verwendung der Speicherkapazität der Batterie für bestimmte Netzdienstleistungen möglich (Kapitel 3.4).

E-Kfz-Nutzer	
Aufgaben und Funktionalitäten	
Elektrofahrzeug nutzen und laden	
<ul style="list-style-type: none"> • Stromabnahme an der Ladesäule durchführen • IKT-System nutzen • Fahrzeugstatus und Bewegungsdaten bereitstellen • Speicherkapazität bereitstellen 	

Abb. 4.5: Marktrolle E-Kfz-Nutzer

⁸⁷ Eine Wallbox ist im Prinzip eine Steckdose, welche jedoch mit einer gewissen Intelligenz sowie einer Datenverbindung ausgestattet ist und somit eine zeitliche Steuerung der Stromabgabe ermöglicht. Wallboxen sind vor allem für den Heimgebrauch gedacht.

4.2.5 Flottenbetreiber

Die Rolle des Flottenbetreibers ist in dem hier vorliegenden Modell als ein Anbieter von Carsharing-Dienstleistungen definiert.⁸⁸ Dies umfasst sowohl Carsharing-Angebote an private Endverbraucher als auch Betreiber von Unternehmensflotten, die nach einem Carsharing-Modell organisiert sind. Die grundlegende Aufgabe des Flottenbetreibers ist es, einem definierten Nutzerkreis flexibel und kostenminimierend Mobilität zur Verfügung zu stellen. Zu diesem Zweck müssen entsprechende Fahrzeuge angeschafft, mit entsprechender Zugriffs- und Abrechnungshardware nachgerüstet und an verteilten Standorten zugänglich gemacht werden. Über ein Kundenportal wird das Leistungsangebot dem Kunden bereitgestellt und abgerechnet. Um dem Kunden verfügbare Fahrzeuge anzeigen zu können, benötigt der Flottenbetreiber aktuelle Informationen über Status- und Bewegungsdaten der Flotte. Weitere Aufgabengebiete sind die fortlaufende Optimierung des Leistungsangebots, angepasst an sich ändernde Kundenpräferenzen, ein effektives und effizientes Wartungs- und Reparaturmanagement sowie die Kooperation mit Partnern.

⁸⁸ Die in dieser Arbeit beschriebene Rolle des Flottenbetreibers orientiert sich an den Aufgaben und Funktionalitäten der DB Rent GmbH beziehungsweise der DB FuhrparkService GmbH.

Flottenbetreiber
Aufgaben und Funktionalitäten
Mobilität anbieten
Fahrzeuge bereitstellen
<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeuge erwerben • Notwendige IKT-Hardware nachrüsten • IKT-System einbinden • Fahrzeug versichern
Kunden betreuen
<ul style="list-style-type: none"> • Buchungsplattform/ Kundenportal bereitstellen und pflegen • Einfachen Zugang zu den Fahrzeugen ermöglichen • Kunden verwalten • Beschwerdemanagement bereitstellen
Leistungen abrechnen
<ul style="list-style-type: none"> • Rechnungen erstellen • Reklamationen managen • Querverrechnungen managen (gemäß gültiger Kooperationen)
Leistungsangebote erstellen und optimieren
<ul style="list-style-type: none"> • Soll- und Ist-Daten verarbeiten • Fahrzeuge entsprechend der Kundenbedürfnisse disponieren • Effektives Wartungs- und Reparaturmanagement bereitstellen
Kooperationen mit Partnern abschließen

Abb. 4.6: Marktrolle Flottenbetreiber

4.2.6 Ladestellenbetreiber

Die Hauptaufgabe des Ladestellenbetreibers besteht aus der Bereitstellung und dem Betrieb der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Er muss den Bedarf für Ladestellen ermitteln sowie geeignete Standorte identifizieren. Im Anschluss müssen die vertraglichen Rahmenbedingungen für die Nutzung des Standorts, die Stromnetzanbindung und die Kommunikationsanbindung geschaffen werden. Neben der Installation der Ladesäule sind Zufahrtswege und Parkmöglichkeiten für die Fahrzeuge nötig. Im laufenden Betrieb muss der Ladesäulenstatus überwacht, die Datenverbindung zu einer zentralen Instanz sichergestellt sowie ein technischer Service für Notfälle angeboten werden. Die

Ladesäulen an sich sollten möglichst einfach und robust gestaltet sein, um die Kosten zu minimieren, Vandalismus zu verhindern und die Anwendung für den Nutzer möglichst einfach zu gestalten.

Ladestellenbetreiber
Aufgaben und Funktionalitäten
Ladestellen errichten, einrichten, weiterentwickeln und instandhalten
<ul style="list-style-type: none"> • Ladeinfrastruktur klären • Ladestellen auswählen und errichten • Dokumentation und technische Entwicklung sichern • Ladesäulen instandhalten, warten und pflegen
regionalen Einbindung der Ladestelle regeln
<ul style="list-style-type: none"> • An das Netz anbinden • An die Kommunikation anbinden • Standflächen aquirieren
Kommunikation der Ladesäule mit der Leitwarte sicherstellen
Zugangsmöglichkeiten und Zugangsschutz sowie Datenschutz sichern
techn. Service und Havarieservice an den Ladestellen bereitstellen
Be- und Entladevorgang des Fahrzeugs steuern und abrechnen

Abb. 4.7: Marktrolle Ladestellenbetreiber

4.2.7 Netzbetreiber

In der energiewirtschaftlichen Welt wird die Rolle des Netzbetreibers aufgeteilt in den Übertragungsnetzbetreiber, dessen Domäne die 380 Kilovolt- beziehungsweise 220 Kilovolt-Netze sind und in den Verteilnetzbetreiber auf der Ebene der 110 Kilovolt-Netze. Aufgrund der sehr ähnlichen Charakteristik dieser Rollen in dem hier beschriebenen Kontext und mit Blick auf die Komplexität des Modells soll nur von einem Netzbetreiber gesprochen werden. Hauptaufgabe des Netzbetreibers ist der Anschluss von Erzeugern und Verbrauchern von elektrischem Strom an ein Netz sowie Planung, Aufbau, Ausbau und Betrieb der erforderlichen Infrastruktur. Im Rahmen des EEG ist der Netzbetreiber darüber hinaus verpflichtet den Erzeugern erneuerbarer Energien ihren Strom abzunehmen und nach der im EEG definierten Einspeisemindestvergütung zu entgelten.

Einnahmequelle für den Netzbetreiber sind die Netznutzungsentgelte für den Transport von elektrischer Energie über das Stromnetz. Für einen ordnungsgemäßen Betrieb des Stromnetzes muss ein Fahrplanmanagement⁸⁹ durchgeführt, der Netzstatus überwacht und Netzengpässe prognostiziert werden.

Netzbetreiber
Aufgaben und Funktionalitäten
Neue Erzeuger und Verbraucher anschließen
<ul style="list-style-type: none"> • Netzanschlussbedingungen ermitteln • Bauliche Maßnahmen durchführen
Systemdienstleistungen anbieten
<ul style="list-style-type: none"> • Spannungshaltung sicherstellen • Versorgungswiederaufbau nach Störungen durchführen • Allgemeine Betriebsführung sicherstellen
Gewährleistung der Versorgungssicherheit durch Netzinfrastruktur
<ul style="list-style-type: none"> • Zukünftigen Einspeise- und Verbrauchsstruktur prognostizieren • Erforderlichen Netzausbau langfristige planen
Bilanzkreis koordinieren
Eingespeiste erneuerbare Energien nach EEG abnehmen und vergüten
Netznutzungsentgelte dem Vertrieb in Rechnung stellen
Ordnungsgemäßen Netzbetrieb sicherstellen
<ul style="list-style-type: none"> • Fahrplanmanagement durchführen • Netzstatus überwachen • Netzengpässe prognostizieren • Netzanlagen instandhalten und warten

Abb. 4.8: Marktrolle Netzbetreiber

⁸⁹ "Der Fahrplan regelt die zeitliche Lieferung der Energie zwischen dem Energielieferanten und der Regelzone des betreffenden Übertragungsnetzbetreibers. Der Fahrplan beinhaltet die Angabe, wie viel elektrische Leistung in einer bestimmten Zeit zwischen Bilanzkreisen ausgetauscht wurde oder an einer Einspeise- oder Entnahmestelle übergeben wurde.", <http://www.bkw-energie.de/glossar.html> (15.09.2010).

4.2.8 Poolkoordinator

Der Poolkoordinator ist als ein Stromgroßhändler anzusehen, der zusätzlich Systemdienstleistungen anbietet. Durch eine kombinierte Auswertung der Strombedarfsprognosen vom Vertrieb und der Stromerzeugungsprognosen von den Anlagenbetreibern oder externen Prognosedienstleistern ermittelt der Poolkoordinator die Verkaufsmenge an den Vertrieb, die Einkaufsmenge von den Anlagenbetreibern sowie den nötigen Restmengenausgleich über die Strombörse. Auf Grundlage der Erzeugungsprognosen ergibt sich in Verbindung mit dem erwarteten Restmengenausgleich ein Gesamtfahrplan, welcher an den Netzbetreiber übermittelt wird. Außerdem werden mehrere Einzelfahrpläne an den Energieanlagenmanager übermittelt, mit deren Hilfe die Steuerung der Energiegewinnung in den einzelnen Anlagen erfolgt. Zu den Systemdienstleistungen gehören Lastausgleich, Netzstabilisierung, Regelenergiebereitstellung und Netzinitialisierung, welche in Kapitel 3.4 genauer beschrieben sind.

Poolkoordinator	
Aufgaben und Funktionalitäten	
Stromhandel durchführen	
<ul style="list-style-type: none"> ● Strom von EE-Erzeugern beziehen ● Strom von E-Kfz beziehen (bidirektionaler Betrieb) ● Restmengen über Strombörse ausgleichen ● Strom an Vertrieb verkaufen 	
Energieerzeugungsportfolio managen	
<ul style="list-style-type: none"> ● Erzeugungsprognosen beziehen beziehungsweise erstellen ● Erzeugungs- und Lastmanagement durchführen ● Einzelfahrpläne an Energieanlagen-Manager übermitteln ● Fahrplan erstellen 	
Systemdienstleistungen anbieten	
<ul style="list-style-type: none"> ● An der Regelenergieausschreibung teilnehmen ● Regelenergie bereitstellen 	

Abb. 4.9: Marktrolle Poolkoordinator

4.2.9 Vertrieb

Der Vertrieb verkauft je nach Geschäftsmodell dem Fahrzeugnutzer oder dem Flottenbetreiber den elektrischen Strom zum Laden des Elektrofahrzeugs. Zu diesem Zweck

stellt er dem Kunden verschiedene Tarifoptionen zur Verfügung, erstellt Angebote für Interessenten und schließt einen Vertrag mit dem Kunden ab. Die an den Kunden verkaufte Energie wird von einem Poolkoordinator beschafft. Diese Beschaffung setzt Strombedarfsprognosen voraus, da der Vertrieb dem Poolkoordinator anzeigen muss, welche Menge Strom benötigt wird. Für den Stromtransport über das Netz muss der Vertrieb einen Fahrplan auf Grundlage der Verbrauchsprognosen beim Netzbetreiber anmelden. Die Stromlieferung wird abgerechnet und dem Fahrzeugnutzer oder Flottenbetreiber in Rechnung gestellt. Der Gesetzgeber schreibt außerdem bestimmte Mitteilungspflichten nach dem Energiewirtschaftsgesetz⁹⁰ vor, welche unter anderem die Veröffentlichung der allgemeinen Preise für die Versorgung im Niederspannungsbereich, die Veröffentlichung der Allgemeinen Geschäftsbedingungen, die genaue Ausweisung der Nutzungsentgelte sowie die Anzeige der Anteile der jeweiligen Energieträger aus dem Energiemix regeln.

Vertrieb
Aufgaben und Funktionalitäten
zu verkaufende Energie bereitstellen
<ul style="list-style-type: none"> ● Strombedarfsprognosen erstellen ● Strombedarfsprognosen an Poolkoordinator übermitteln ● Energie vom Poolkoordinator einkaufen ● Fahrplan anmelden
Energie an Fahrzeugnutzer beziehungsweise Flottenbetreiber verkaufen und liefern
<ul style="list-style-type: none"> ● Verschiedene Tarifoptionen erstellen ● Verschiedene Tarifoptionen bereitstellen ● Vertragsunterlagen und Angebot bereitstellen ● Energielieferverträge abschließen
Mitteilungspflichten nach EnWG erfüllen
<ul style="list-style-type: none"> ● AGBs und allgemeine Preise für die Versorgung in Niederspannung veröffentlichen ● Netznutzungsentgelte auswerten ● Anteil des jeweiligen Energieträgers anzeigen
abrechnen und Rechnung stellen
<ul style="list-style-type: none"> ● Kunden, Verbrauchs, beziehungsweise Einspeisewerte abrechnen ● Rechnungen an Kunden übermitteln

Abb. 4.10: Marktrolle Vertrieb

⁹⁰ Vgl. Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung, kurz: Energiewirtschaftsgesetz (2005).

4.3 Klassisches Geschäftsmodell

4.3.1 Produkt-/ Marktentwurf

Der Produkt- und Marktentwurf des klassischen Geschäftsmodells für Elektromobilität ähnelt sehr stark dem heute gängigen Modell des Individualverkehrs. Das heißt, der Fahrzeugnutzer ist in der Regel der Besitzer des Fahrzeugs oder verfügt zumindest über ein exklusives Verfügungsrecht.

Um sein Fahrzeug mit der benötigten Energie zu beladen, hat er prinzipiell die Auswahl zwischen einem ungesteuerten Ladevorgang an einem herkömmlichen Stromanschluss und einem gesteuerten Ladevorgang, beispielsweise an einer intelligenten Ladesäule. Aus Systemsicht ist der gesteuerte Ladevorgang zu bevorzugen,⁹¹ was die Schaffung von geeigneten Anreizen für den Fahrzeugnutzer erfordert. Diese Anreize können sich auf monetärer Ebene bewegen, indem der Strompreis beim Laden an einer Ladesäule günstiger ist, als an einem herkömmlichen Anschluss. Ein generell günstigerer Preis ist jedoch unter marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht realisierbar, da ein gesteuerter Ladevorgang teurere Komponenten am Stromanschluss erfordert sowie eine zentrale Steuerung der Ladevorgänge implementiert werden muss. Um einen günstigeren Strompreis zu realisieren, muss also das technische Potenzial eines gesteuerten Ladevorgangs ausgeschöpft werden.

Wie in Kapitel 3.4 beschrieben wurde, schwanken die Energieerzeugungsmengen aus erneuerbaren Energien im Tagesverlauf zum Teil erheblich, was einen erhöhten Bedarf an teurer Regelleistung verursacht. Aus diesem Grund und wegen unterschiedlichen Verbrauchsmengen kommt es zu starken Schwankungen des Strompreises an der Strombörse.

Beispielhaft ist in **Abb. 4.11** der Tagesverlauf der Spotmarktpreise⁹² an der Strombörse EEX⁹³ für den 02. August 2010 abgebildet. Der sehr günstige Strompreis in den Nachtstunden von teilweise unter 20 €/MWh⁹⁴ bietet dem Fahrzeugnutzer eine Gelegenheit sein Fahrzeug mit preisgünstiger Energie aufzuladen. Ein sehr großer Anteil der Fahrzeuge ist genau in diesen Nachtstunden nicht in Benutzung und könnte somit an einer gesteuerten Ladeeinrichtung angeschlossen sein, welche den Ladevorgang automatisch in der preisgünstigen Zeit startet.

⁹¹ Die Vorteile des gesteuerten Ladevorgangs für die Wertschöpfungspartner werden in Kapitel 3.4 und 4.5 erläutert.

⁹² „Markt, an dem Geschäfte in Kontrakten abgeschlossen werden, die sofort (Intra-Day), am nächsten Tag (Day-Ahead) oder auch am übernächsten Tag erfüllt werden.“
<http://www.eex.com/de/Hilfsnavigation/Glossar> (10.09.2010).

⁹³ European Energy Exchange Leipzig.

⁹⁴ Megawattstunde.

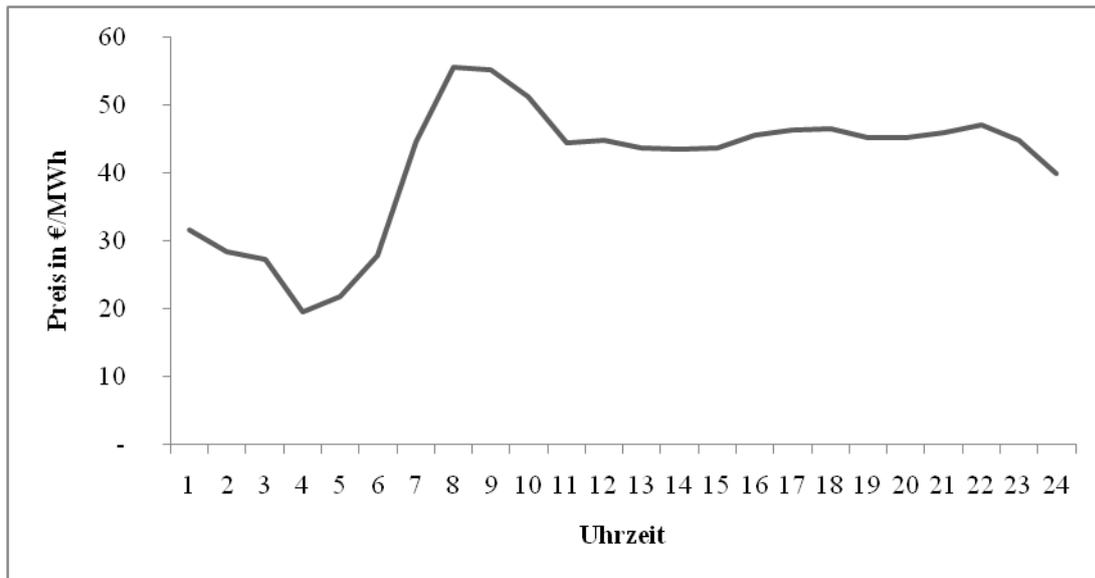


Abb. 4.11: Zeitlicher Verlauf der Spotmarktpreise an der EEX am 02.08.2010⁹⁵

Der Vertrieb bildet die vertragliche Schnittstelle zwischen dem Fahrzeugnutzer und dem Wertschöpfungsnetzwerk. Ein Vertrag zu bestimmten tariflichen Konditionen wird zwischen diesen Parteien abgeschlossen, damit eine Leistungsabrechnung erfolgen kann. Das bedeutet, dass der Fahrzeugnutzer unabhängig von der genutzten Ladesäule, an genau einen Vertrieb vertraglich gebunden ist und eine Abrechnung beispielsweise über eine monatliche Rechnung, ähnlich eines Mobilfunkvertrages, erfolgt.

Der direkte physische Kontakt des Elektrofahrzeugs mit dem System findet an der Ladesäule während des Ladevorgangs statt. Die Ladesäule muss das Fahrzeug beziehungsweise den Fahrzeugnutzer für die Leistungsabrechnung eindeutig identifizieren. Dies könnte über eine Kombination aus Chip-Karte sowie persönlicher Identifikationsnummer erfolgen. Der Ladestellenbetreiber rechnet anschließend den für die Aufladung des Elektrofahrzeugs verwendeten Strom mit dem Vertrieb ab.

Auf der Steuerungsebene ist die Schnittstelle zwischen Fahrzeugnutzer und System beim Dispatching angesiedelt. Das Dispatching-System bündelt Informationen über Fahrzeuge, Ladestellen sowie aktuelle Verkehrs- und Wetterinformationen, um eine optimale Aufteilung der Fahrzeuge auf die freien Ladestellen zu errechnen.

4.3.2 Nutzenversprechen

Der Fahrzeugnutzer hat einen Bedarf an Energie für den Betrieb seines Elektrofahrzeugs, welche preiswert und umweltfreundlich sein soll. Das klassische Geschäftsmodell

⁹⁵ In Anlehnung an die Handelsdaten an der EEX vom 02.08.2010.

dell stellt dem Fahrzeugnutzer diese Energie durch das gesteuerte Laden möglichst kostengünstig zur Verfügung. Zusätzlich werden ihm Leistungen, wie zum Beispiel die Ladesäulenreservierung geboten.

Die Wertschöpfungspartner haben generell das Bedürfnis, durch die Teilnahme am Geschäftsmodell einen Gewinn zu erwirtschaften. Neben diesen monetären Anreizen bieten sich für einige Rollen auch strategische Gründe an diesem Geschäftsmodell teilzunehmen. So erhöhen sich für Poolkoordinator, EE-Anlagen-Betreiber und Vertrieb die potenziellen Absatzvolumina für das Produkt Strom, da durch die Elektrofahrzeuge der Strombedarf steigt.

Das gesteuerte Laden der Elektrofahrzeuge wird zu Zeiten mit möglichst niedrigen Stromkosten stattfinden. Ein geringer Strompreis resultiert in der Regel aus einer Differenz zwischen Einspeise- und Abnahmemenge. Dies bedeutet für den Netzbetreiber, dass durch das gesteuerte Laden automatisch eine Strommengenglättung im Netz stattfindet.

4.3.3 Wertschöpfungsarchitektur

Aufgrund der Vielzahl beteiligter Rollen am Wertschöpfungsnetzwerk, soll für die Beschreibung der Wertschöpfungsarchitektur hauptsächlich auf die Interaktion der Wertschöpfungspartner untereinander eingegangen werden. Zu diesem Zweck werden die Leistungsflüsse dargestellt und beschrieben. Auch die Informationsflüsse zwischen den Rollen werden auf diese Weise gezeigt. Eine Erläuterung der Rollen sowie der Prozesse und Aktivitäten erfolgte in Kapitel 4.2 auf einer allgemeinen Ebene und wird im folgenden Abschnitt bei Bedarf geschäftsmodellspezifisch ergänzt.

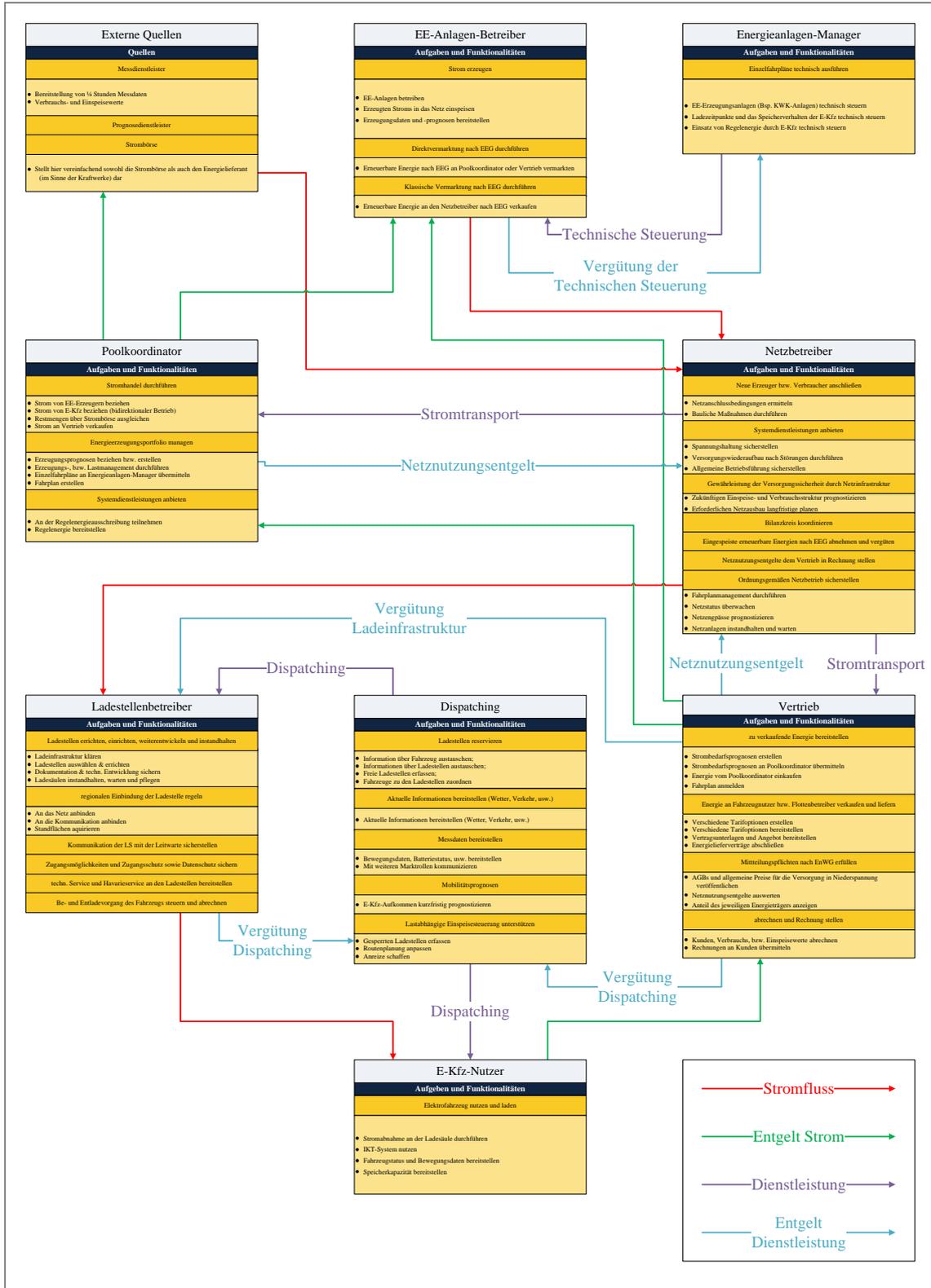


Abb. 4.12: Leistungsfluss im klassischen Geschäftsmodell⁹⁶

⁹⁶ Um einen Gesamtüberblick zu ermöglichen, wurde die sehr kleine Schriftgröße der Aufgabenschreibungen in den Rollendarstellungen in Kauf genommen. In Kapitel 4.2 sind die Rollen beschrieben und visualisiert.

Abb. 4.12 zeigt in einer Flussdarstellung den Stromfluss vom Erzeuger über die Netz- sowie Ladestelleninfrastruktur bis zum Elektrofahrzeug als roten Pfeil. Gegensätzlich dazu ist die Abrechnung des Stroms über Vertrieb, Poolkoordinator, bis zum Erzeuger als grüner Pfeil dargestellt. Ergänzend sind Netz- und Mobilitätsdienstleistungen sowie deren Abrechnung in blauen sowie violetten Pfeilen eingezeichnet.

Auf logischer Ebene kauft der Vertrieb seine Energie beim Erzeuger oder vom Poolkoordinator, der die Energie wiederum vom Erzeuger beziehungsweise an der Strombörse erwirbt und verkauft sie an den Fahrzeugnutzer.

Auf physischer Ebene transportiert der Netzbetreiber den Strom vom Erzeuger über seine Netzinfrastruktur zur Ladestelle und erhält für diese Dienstleistung ein Netznutzungsentgelt vom Vertrieb. An der Ladestelle erfolgt das Aufladen des Elektrofahrzeugs und der Ladestellenbetreiber erhält für die Bereitstellung sowie den Betrieb der Ladeinfrastruktur eine Vergütung vom Vertrieb.

Auf technischer Ebene erfolgt eine Steuerung der Erzeugungsanlagen durch den Energieanlagenmanager, der für diese Dienstleistung vergütet wird. Eine wichtige Dienstleistung im System erbringt außerdem das Dispatching-System, indem es für den Ladestellenbetreiber eine möglichst hohe Auslastung der Ladestellen anstrebt, ohne dass der einzelne Fahrzeugnutzer vor Ort auf das Freiwerden einer Ladestelle warten muss. Die Dienstleistung Dispatching wird sowohl vom Ladestellenbetreiber als auch vom Vertrieb als Serviceleistung für seine Kunden vergütet.

Für einen Überblick über die benötigten IKT-Schnittstellen zwischen den Rollen im Wertschöpfungsnetzwerk werden in **Abb. 4.13** die Informationsflüsse im Netzwerk dargestellt. Um eine übersichtliche Erklärung der komplexen Abbildung hier im Text zu erhalten, sind die Kanten im Bild nummeriert. Der Fahrzeugnutzer benötigt für die vertragliche Bindung an den Vertrieb Angebots- und Tarifinformationen (01) sowie die allgemeinen Geschäftsbedingungen (02). Im laufenden Betrieb erhält er außerdem die Abrechnungsdetails (03) inklusive der genauen Aufschlüsselung des Strommixes⁹⁷ (04). Vom Dispatching-System erhält das Elektrofahrzeug Routeninformationen (05), um die Navigation zu freien Ladestellen zu ermöglichen. Ergänzend könnte das Dispatching-System dem Fahrzeug Zusatzdienste (06.a), wie Wetter- und Verkehrsinformationen sowie Geodaten, wie zum Beispiel ‚Points-of-Interest‘ bereitstellen, welche von einem externen Dienstleister (06.b) bezogen werden.

⁹⁷ Dies ist laut Erneuerbare Energien Gesetz vorgeschrieben.

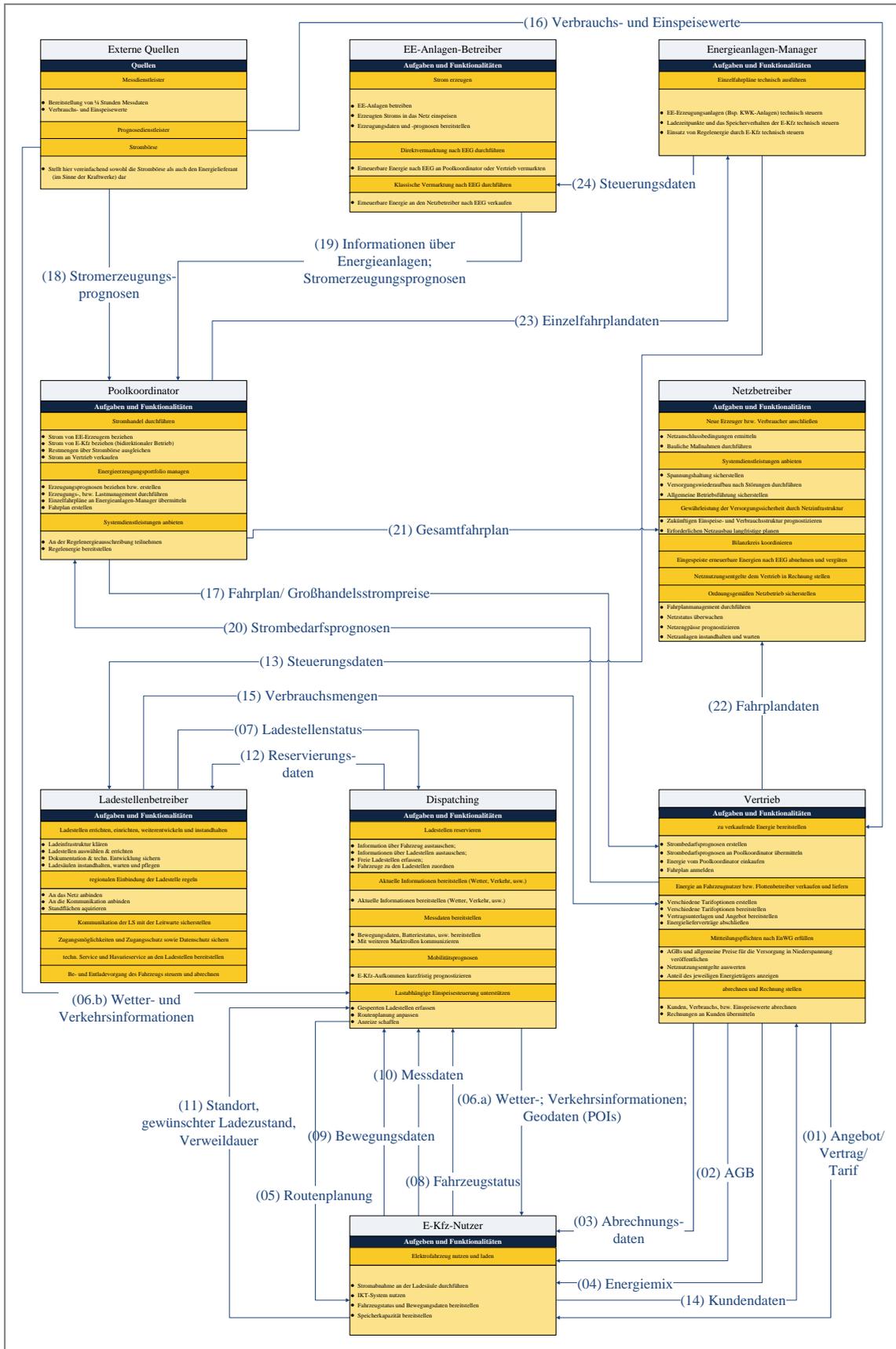


Abb. 4.13: Informationsfluss im klassischen Geschäftsmodell

Das Dispatching-System benötigt zum Disponieren der Ladestellen kontinuierlich ihren aktuellen Status (07). Für eine optimale Zuordnung der Elektrofahrzeuge zu den Ladestellen erhält das Dispatching-System neben Fahrzeugstatus (08), Bewegungs- (09) sowie Messdaten (10) auch Informationen zur weiteren Routenplanung und gewünschtem minimalen Ladezustand der Batterie sowie ungefährender Verweildauer an der Ladesäule (11). Die Ladestellen erhalten die Reservierungsinformationen (12) vom Dispatching sowie Steuerungsdaten (13) vom Energieanlagen-Manager. Diese Steuerungsdaten bestimmen die exakten Ladezeitpunkte an der Säule, um beispielsweise in einer Niedrigpreisperiode zu laden.

Der Vertrieb erhält Kundendaten (14) vom Fahrzeugnutzer für das Vertrags- und Abrechnungsmanagement. Für die Erstellung der Verbrauchsprognosen, für die Abrechnung mit dem Kunden und für den Einkauf von Energie am Markt erhält der Vertrieb die Verbrauchswerte vom Ladestellenbetreiber (15) beziehungsweise von einem externen Messdienstleister (16) sowie die Fahrplandaten und aktuellen Großhandelsstrompreise (17) vom Poolkoordinator.

Der Poolkoordinator bekommt von einem externen Prognosedienstleister (18) oder vom EE-Anlagen-Betreiber (19) Stromerzeugungsprognosen sowie die Strombedarfsprognosen (20) vom Vertrieb und errechnet aus diesen Daten Fehl- oder Überschussmengen, welche an der Strombörse oder durch entsprechendes gesteuertes Laden der Fahrzeuge ausgeglichen werden. Ausgehend von diesen Berechnungen erstellt der Poolkoordinator einen Gesamtfahrplan (21) für das Stromnetz und übermittelt dieses an den Netzbetreiber. Dieser erhält außerdem die Fahrplandaten (22) vom Vertrieb und führt auf dieser Grundlage sein Fahrplanmanagement durch.

Der Energieanlagenmanager ist für die technische Steuerung der Erzeugungsanlagen und der Ladestellen verantwortlich. Er erhält vom Poolkoordinator Einzelfahrplandaten (23), welche die Erzeugungszeitpunkte an den Erzeugungsanlagen sowie die Ladezeitpunkte an den Ladestellen festlegen. Die konkreten Steuerungsdaten (24) werden dann an die Erzeugungsanlagen übertragen.

4.3.4 Ertragsmodell

Die Kostendeckung, beziehungsweise die Gewinnerzielung ist im klassischen Geschäftsmodell, also beim reinen Stromverkauf an Ladesäulen, eine der größten Herausforderungen. Ein Beispielrechnung in **Tab. 4.1** veranschaulicht, dass unter den angenommenen Parametern eine theoretische Maximalauslastung von zwölf Elektrofahrzeugen am Tag an einer Ladesäule möglich ist. In der Realität wird dieser Wert jedoch im

Durchschnitt nicht erreicht werden. Zum einen soll ein gesteuertes Laden realisiert werden, was eine längere Standzeit der Fahrzeuge erfordert als nur die Mindeststandzeit. Zum anderen ist gerade in den Nachtstunden entweder mit einer Nichtbesetzung oder mit einer durchgängigen Besetzung durch ein Fahrzeug zu rechnen. Um eine realistische Einnahmespanne zu erhalten, werden zwei Szenarien berechnet. Eine Ladesäule mit hoher Nutzungsfrequenz könnte an einem öffentlichen Ort, beispielsweise einem Bahnhof oder einem Einkaufszentrum stehen und weist eher kurzweiligere Standzeiten der Fahrzeuge auf. Für diese Ladesäulen wird eine durchschnittliche Auslastung von sechs Fahrzeugen täglich angenommen. Eine weniger frequentierte Ladesäule könnte in einem Wohngebiet stehen und ist dadurch wahrscheinlich nur in der Nacht in Nutzung beziehungsweise wird im Schnitt nur von einem Fahrzeug am Tag verwendet.

Tab. 4.1: Einnahmen-Rechnung für eine Ladesäule

Parameter	Ladesäule mit hoher Nutzungsfrequenz	Ladesäule mit geringer Nutzungsfrequenz
Aufladung des Fahrzeugs im Durchschnitt nach	100 km	
Durchschnittliche Motorleistung	50 kW	
Resultierender Verbrauch	20 kWh/100 km	
Angenommene Ladeleistung an den Ladesäulen	10 kW	
Ladedauer je Fahrzeug	$\frac{20\text{kWh}}{10\text{kW}}$	
	2 Stunden	
Theoretische Maximalauslastung in Fahrzeugen/ Tag	12	
Angenommene Auslastung in Fahrzeugen/ Tag	6	1
Strompreis	0,2 €/kWh	
Umsatz am Tag	$6 \times 20\text{kWh} \times 0,2\text{€/kWh}$	$1 \times 20\text{kWh} \times 0,2\text{€/kWh}$
	24 €	4 €
Angenommene Vergütung	10 Prozent vom Stromverkaufspreis	
Vergütung je Ladestelle und Tag	2,4 €	0,4 €
Jährliche Einnahmen pro Ladesäule	867 €	146 €

Bei einer angenommenen Vergütung der Ladestellenbetreiber durch den Vertrieb von 10 Prozent vom Stromendpreis, ergibt sich eine Einnahmespanne von 146 Euro, bei geringer Auslastung bis 867 Euro bei hoher Auslastung. Von diesen Einnahmen muss

der Ladestellenbetreiber die Ladeinfrastruktur bereitstellen und die laufenden Kosten decken. Dies bedeutet, dass ein kostendeckender Betrieb von Ladesäulen kaum möglich ist. Um dieses Problem zu lösen, müsste der Strompreis an den Ladesäulen theoretisch erhöht werden, damit die Einnahmen des Ladestellenbetreibers steigen. Da das Aufladen des Elektrofahrzeugs an einer herkömmlichen Haussteckdose aus technischer Sicht jedoch ohne weiteres möglich ist, wird ein im Vergleich zum Haushaltstrom höherer Strompreis nicht realisierbar sein. Alternativ kämen staatliche Subventionen für die Ladeinfrastruktur oder die Integration von weiteren wertschöpfenden Dienstleistungen in das System in Frage. Um der Elektromobilität eine langfristige Erfolgswahrscheinlichkeit zu verschaffen, ist die zweite Alternative zu bevorzugen. Wie in Kapitel 3.4 gezeigt wurde, bieten sich vor allem für Dienstleistungen in Verbindung mit der Netzintegration von erneuerbaren Energien große Potenziale.

4.4 Carsharing Geschäftsmodell

4.4.1 Produkt-/ Marktentwurf

In Anlehnung an Loose⁹⁸ soll ein Car-Sharing-Konzept wie folgt definiert werden. Eine bestimmte Anzahl von Fahrzeugen - die Fahrzeugflotte - wird in einer organisierten Form von mehreren Nutzern verwendet. Der Car-Sharing-Anbieter⁹⁹ stellt die Fahrzeugflotte zur Verfügung und ist für Wartung, Pflege sowie notwendige Reparaturen zuständig. Der Car-Sharing-Anbieter nimmt in dem Rollenverständnis aus Kapitel 4.2 die Rolle Flottenbetreiber im betrachteten Geschäftsmodell ein. Der Fahrzeugnutzer bindet sich vertraglich an den Anbieter und nimmt von diesem eine Dienstleistung gegen ein Entgelt in Anspruch. Die Fahrzeuge stehen räumlich verteilt auf speziell vorgesehenen Parkplätzen mit zugehöriger Ladesäule, an der die Fahrzeuge während der Standzeit ständig angeschlossen sind. Diese Parkplätze sind, wie bei heutigen kommerziellen Car-Sharing-Angeboten üblich, explizit für die Car-Sharing-Fahrzeuge reserviert. Dies hat zur Folge, dass die entsprechenden Ladesäulen ausschließlich von den Car-Sharing-Fahrzeugen verwendet werden. Umgekehrt muss der Fahrzeugnutzer jedoch die Möglichkeit haben das Car-Sharing-Fahrzeug auch an öffentlichen Ladesäulen zu laden.

Car-Sharing ähnelt in gewisser Weise dem Mietfahrzeuggeschäft, unterscheidet sich jedoch in einigen zentralen Punkten, von denen die zwei wichtigsten hier genannt seien. So wird bei der Autovermietung vor jeder Anmietung ein neuer Vertrag abgeschlossen,

⁹⁸ Loose et al. (2004), S. 19 f.

⁹⁹ Der Car-Sharing-Anbieter soll in dieser Arbeit ausdrücklich als ein gewinnorientiertes Unternehmen definiert werden und unterscheidet sich somit von einigen anderen Betrachtungen in der Literatur, in denen zum Teil bereits das privat organisierte nachbarschaftliche Teilen eines Fahrzeugs als Car-Sharing bezeichnet wird.

während bei einem Car-Sharing-Konzept ein langfristiger Rahmenvertrag abgeschlossen wird. Die Mindestmietdauer bei Autovermietungen beträgt meistens 24 Stunden, dagegen wird beim Car-Sharing in Stunden- oder Halbstundenintervallen abgerechnet.

Das Car-Sharing-Konzept bedeutet für den Fahrzeugnutzer im Vergleich zum klassischen Geschäftsmodell, dass er nicht das Produkt ‚Strom‘ zum Aufladen seines Elektrofahrzeugs erwirbt, sondern die Dienstleistung ‚Mobilität‘. Im verwendeten Rollenverständnis bedeutet dies eine Zwischenschaltung des Flottenbetreibers zwischen dem Wertschöpfungsnetzwerk und dem Fahrzeugnutzer.

4.4.2 Nutzenversprechen

Im Carsharing Geschäftsmodell erwirbt der Fahrzeugnutzer nicht das Produkt Strom, sondern die Dienstleistung Mobilität. Folglich wird sein Bedürfnis nach individueller Mobilität durch dieses Geschäftsmodell direkt befriedigt. Wird eine bestimmte Schwelle an jährlich gefahrenen Kilometern nicht überschritten, ist Carsharing im Vergleich zum klassischen Geschäftsmodell günstiger in den Gesamtkosten. Außerdem entfallen der organisatorische und finanzielle Aufwand sowie die Unsicherheit bei Betrieb eines eigenen Fahrzeugs.

Die Motivation für den Großteil der beteiligten Rollen ist identisch zu den Ausführungen im klassischen Geschäftsmodell in Kapitel 4.3.2. Der Flottenbetreiber kann die Betriebskosten seiner Fahrzeugflotte durch die Einsparungen bei den Kraftstoffkosten senken. Da in Carsharing-Systemen üblicherweise zeitbezogen abgerechnet wird, sind günstigere Betriebskosten ein besonderer Vorteil.

4.4.3 Wertschöpfungsarchitektur

Das Carsharing Geschäftsmodell unterscheidet sich in der Charakteristik der Wertschöpfung im Gesamtsystem nur in begrenzten Bereichen vom klassischen Geschäftsmodell. Dieser geänderte Bereich ist in **Abb. 4.14** dargestellt und betrifft die unmittelbaren Interaktionspartner des Flottenbetreibers. Der Stromfluss erfolgt unverändert über das Netz zur Ladesäule und somit in das Elektrofahrzeug. Der Fahrzeugnutzer erwirbt jedoch nicht mehr den Strom über einen Vertrag mit dem Vertrieb, sondern erkauft sich gegen eine Mietgebühr die Dienstleistung Mobilität vom Flottenbetreiber. Dieser wiederum hat eine vertragliche Bindung mit dem Vertrieb, über welche sämtliche Stromverbräuche der Fahrzeugflotte an den Ladestellen abgerechnet werden. Die Dienstleistung Dispatching wird weiterhin dem Ladestellenbetreiber und dem Fahrzeugnutzer zur Verfügung gestellt, jedoch im Unterschied zum klassischen Geschäftsmodell vom Flot-

tenbetreiber vergütet, da die Car-Sharing-Fahrzeuge, wie im Marktentwurf beschrieben, hauptsächlich von den Ladesäulen der Car-Sharing-Parkplätze geladen werden. Dies ist ebenfalls der Grund für die Vergütung des Ladestellenbetreibers durch den Flottenbetreiber.

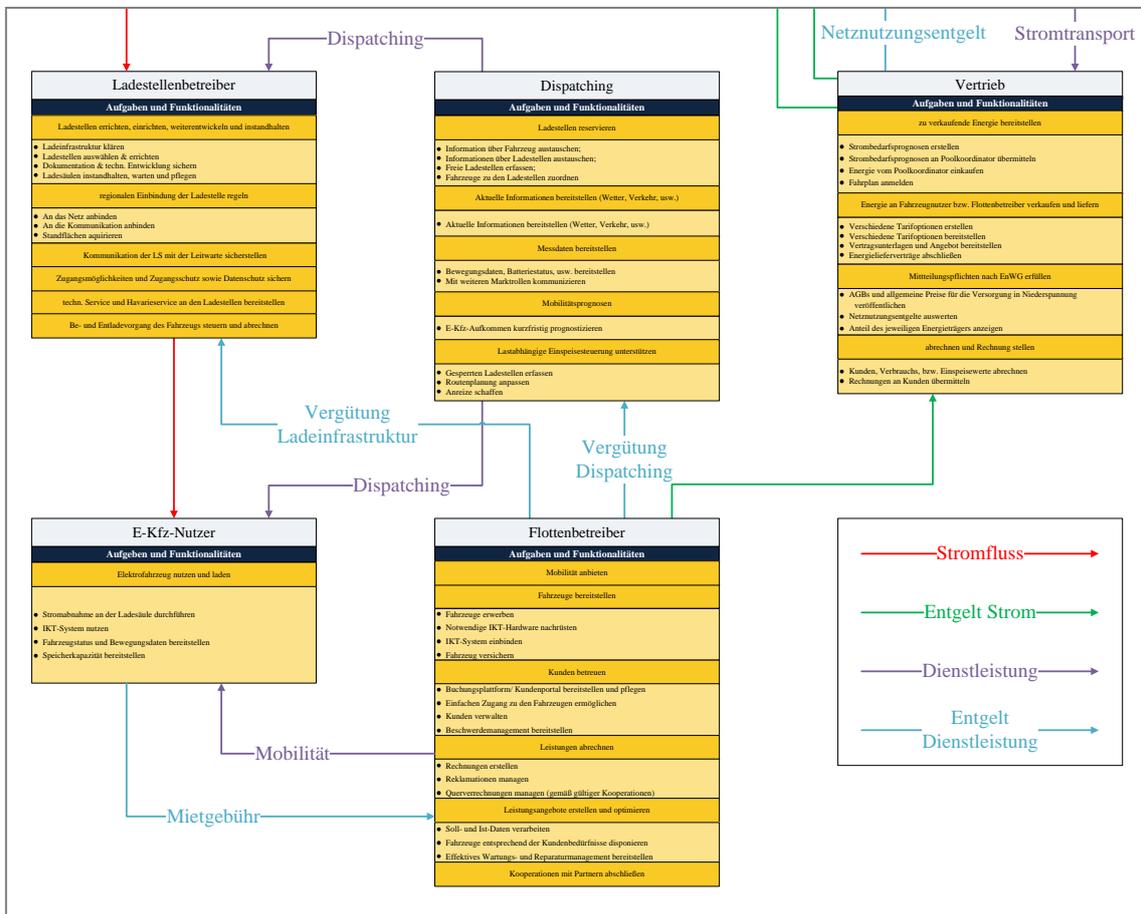


Abb. 4.14: Ausschnitt aus dem Leistungsfluss im Carsharing-Modell

Auch im Informationsfluss in **Abb. 4.15** ändert sich im Carsharing-Geschäftsmodell nur in unmittelbarer Nachbarschaft der neuen Rolle ‚Flottenbetreiber‘ etwas. Der Flottenbetreiber erhält vom Vertrieb Informationen (01) zum Angebot, Vertrag und Tarif, um mit dem Vertrieb einen Vertrag über die Lieferung der nötigen Energie für die Elektrofahrzeuge der Flotte abzuschließen. Im laufenden Betrieb erhält er außerdem die Abrechnungsdaten (02) zur Begleichung der angefallenen Energiekosten sowie die gesetzlich vorgeschriebenen Informationen zum Energiemix (03). Der Fahrzeugnutzer schließt einen Vertrag (04) über die Bereitstellung von Mobilität mit dem Flottenbetreiber ab und erhält die Abrechnungsdaten (05) über die Mietkosten für die Fahrzeuge. Der Flottenbetreiber benötigt von den Nutzern seiner Fahrzeuge die allgemeinen Kundendaten (06) und erhebt außerdem den Fahrzeugstatus (07) sowie den Ladezustand (08).

Der Informationsaustausch zwischen Fahrzeugnutzer und dem Dispatching-System gleicht dem des klassischen Geschäftsmodells in Kapitel 4.3.3. Dies bedeutet, dass Dispatching-System und Flottenbetreiber ähnliche Daten und Informationen vom Fahrzeug, beziehungsweise dem Fahrzeugnutzer abfragen. Die offensichtlichen Synergien stellen einen Ansatz dar, bei der Betrachtung möglicher Akteure die Rollen ‚Dispatching‘ und ‚Flottenbetreiber‘ demselben Akteur zuzuordnen.

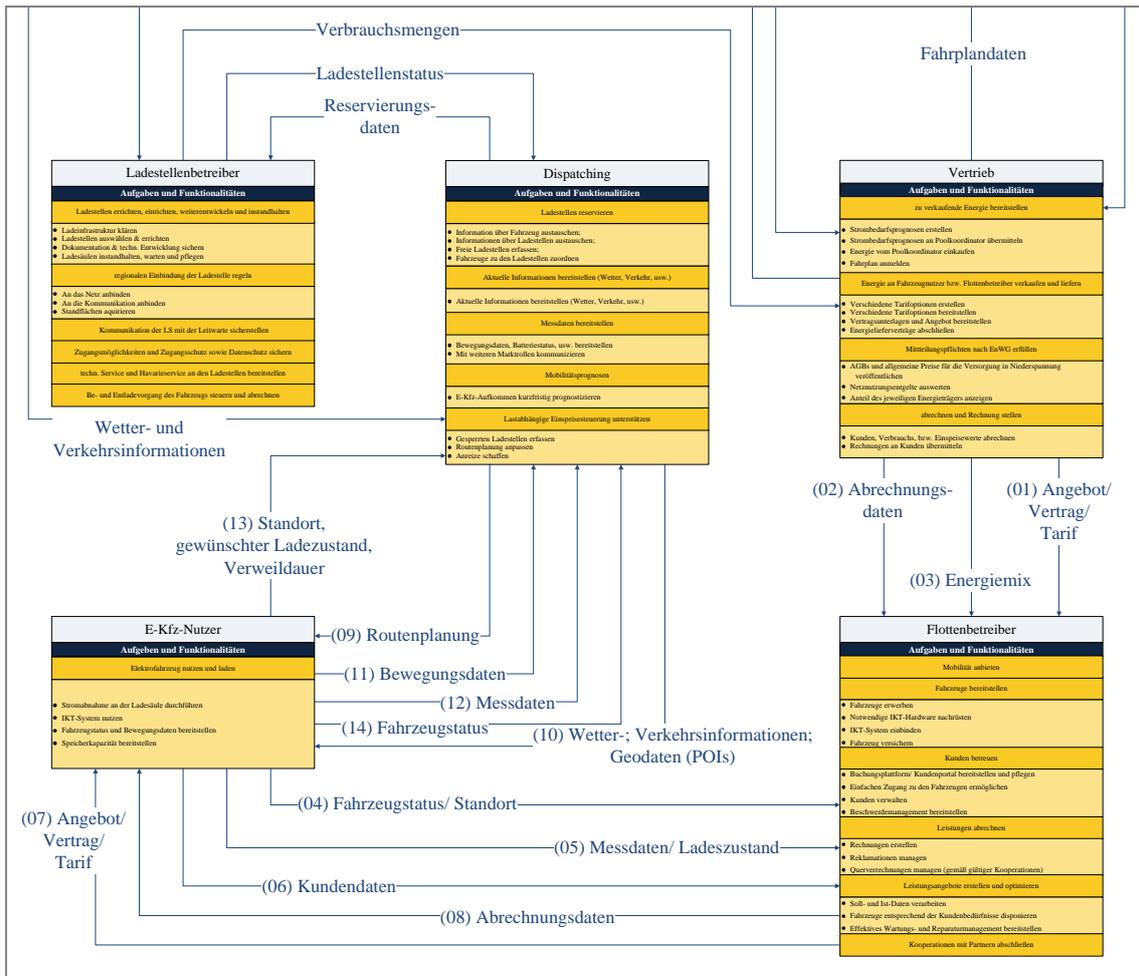


Abb. 4.15: Ausschnitt aus dem Informationsfluss im Carsharing-Modell

4.4.4 Ertragsmodell

Der Vorteil des Car-Sharing Geschäftsmodells aus Systemsicht ist die Verhinderung der direkten Vergleichbarkeit des Strompreises an der Ladesäule mit dem Haushaltsstrompreis, wie sie im klassischen Geschäftsmodell gegeben ist. Dies ermöglicht prinzipiell eine Preissetzung für die Car-Sharing-Dienstleistung, welche einen kostendeckenden Betrieb der Ladeinfrastruktur und des Dispatching-Systems erlaubt. Aufgrund der Synergiepotenziale, die sich in der Wertschöpfungsarchitektur zeigten, erscheint eine Zusammenfassung der Rollen Flottenbetreiber, Dispatching sowie Ladestellenbetreiber der

Ladesäulen an den Car-Sharing-Parkplätzen in dem Akteur Car-Sharing-Anbieter sinnvoll. Der Car-Sharing-Anbieter würde somit den Strom zum Laden der Fahrzeuge extern beim Vertrieber einkaufen. Der Strompreis, die Kosten der Fahrzeugflotte, die Kosten des Dispatching-Systems und die Kosten der Ladeinfrastruktur müssten über den Mietpreis der Fahrzeuge gedeckt werden. Auch in diesem Geschäftsmodell ist die Integration von zusätzlichen wertschöpfenden Dienstleistungen denkbar.

4.5 Geschäftsmodell für Netzdienstleistungen

4.5.1 Produkt-/ Marktentwurf

Dieses Geschäftsmodell soll dem Stromnetz die in Kapitel 3.4 näher erläuterten Dienstleistungen Regelleistung, Netzstabilität, lokale Notstromversorgung sowie Netzinitialisierung bereit stellen. Dies bedeutet, dass der Netzbetreiber, im Fall der lokalen Notstromversorgung aber auch der Fahrzeugnutzer die Kunden dieses Geschäftsmodells sind. Voraussetzung für diese Dienstleistungen ist die Möglichkeit des bidirektionalen Ladens der Elektrofahrzeuge, was bestimmte technische Merkmale der Fahrzeugbatterie sowie der Ladesäule erfordert. Weiterhin ist ein intelligentes Stromnetz mit genauer Erfassung sowie Steuerung von Einspeisung und Entnahme erforderlich. Zentrales Koordinationsorgan für die Netzdienstleistungen im System ist die Rolle des Poolkoordinators. Der Netzbetreiber zeigt dem Poolkoordinator den Bedarf für bestimmte Netzdienstleistungen an. Dieser kann dann beispielsweise Regelleistung an der Strombörse einkaufen oder, im Sinne dieses Geschäftsmodells, über Einzelfahrpläne den Energieanlagen-Manager dazu veranlassen das gesteuerte Be- und Entladen der Elektrofahrzeuge an den Ladesäulen auszulösen.

In Kapitel 3.4 wurde bereits gezeigt, dass der Bedarf für solche Dienstleistungen schon heute sehr groß ist und mit dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien in Zukunft weiter steigen wird. Der kurzfristige Einkauf von Regelleistung aus Regelkraftwerken und Energiespeichern ist sehr teuer, was sich positiv auf die Marktchancen eines virtuellen Großspeichers aus zusammengeschalteten Fahrzeugbatterien auswirkt.

4.5.2 Nutzenversprechen

Das Geschäftsmodell für Netzdienstleistungen kann sowohl im klassischen als auch im Carsharing Geschäftsmodell ergänzend implementiert werden. Dadurch können die Nutzenversprechen für die einzelnen Rollen zum Teil erheblich erweitert werden. Der Elektrofahrzeugnutzer im klassischen Geschäftsmodell beziehungsweise der Flottenbetreiber im Carsharing Geschäftsmodell können sich als Besitzer der Fahrzeugbatterie

neue Einkommensmöglichkeiten erschließen. Diese bewirken vor allem einen zusätzlichen Anreiz für den Umstieg von herkömmlichen Antriebstechniken zur Elektromobilität.

Für die Wertschöpfungspartner entsteht durch die Netzdienstleistungen teilweise überhaupt erst der nötige Anreiz am Geschäftsmodell teilzunehmen. Während beim klassischen Geschäftsmodell und beim Carsharing Geschäftsmodell nicht für jede Markttrolle ein rentabler Geschäftsbetrieb sichergestellt ist, können die zusätzlichen Einnahmen durch die Netzdienstleistungen dieses Problem beheben.

Die zusätzliche Netzstabilität durch die Speicherkapazitäten der Fahrzeugbatterien bringt dem EE-Anlagen-Betreiber den Nutzen, dass die Wahrscheinlichkeit für eine Abschaltung seiner Anlagen aus Netzsicherheitsgründen sinkt. Dadurch steigt seine Einspeisemenge in das Netz und somit seine Einnahmen.

Da der Energieanlagen-Manager die Be- und Entladevorgänge der Fahrzeugbatterie steuert wird seine Leistung durch die Netzdienstleistungen gefragter.

Der Poolkoordinator kann durch den günstigeren Erwerb von Regelleistung seine Gewinnspanne erhöhen. Außerdem ist er in der Lage neue Dienstleistungen, wie Sicherung der Netzstabilität und Netzinitialisierung anzubieten.

Der Netzbetreiber als eigentlicher Kunde dieses Geschäftsmodells kann durch die angebotenen Dienstleistungen einige technische Probleme in seinem Netz, wie zum Beispiel Regelleistungsbedarf, Netzininstabilität oder Netzausfall beheben.

4.5.3 Wertschöpfungsarchitektur

In **Abb. 4.16** sind die Leistungsflüsse für alle Netzdienstleistungen zusammenfassend dargestellt. Die unterschiedlichen Wertschöpfungsprozesse der verschiedenen Netzdienstleistungen werden im Anschluss genauer betrachtet.

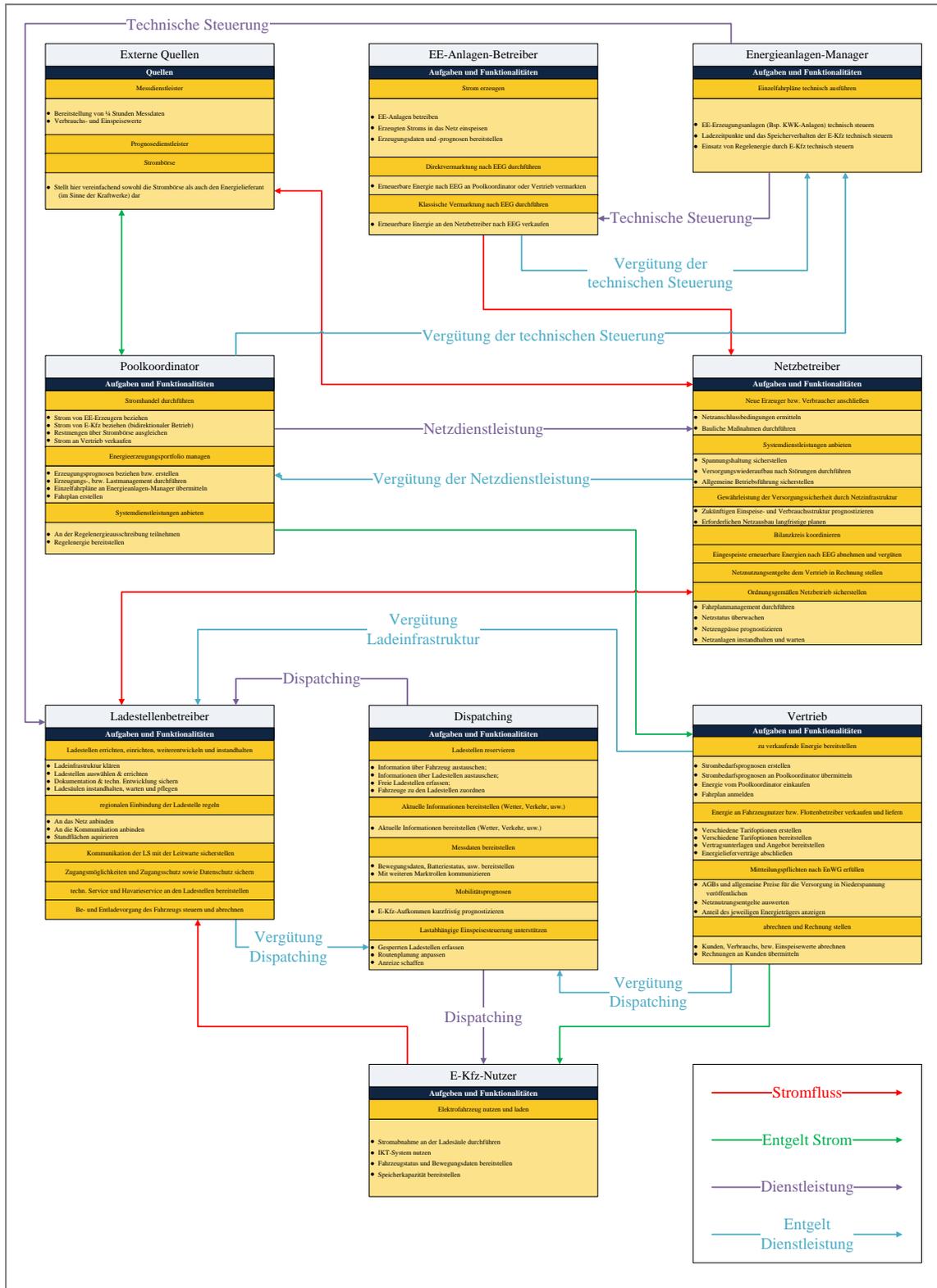


Abb. 4.16: Leistungsfloss im Geschäftsmodell für Netzdienstleistungen

Bereitstellung von Regelleistung

Bei unvorhersehbaren Netzereignissen, wie zum Beispiel dem Ausfall eines Kraftwerks muss dem Stromnetz Regelleistung bereit gestellt werden, damit der Bedarf der Stromverbraucher im Netz gedeckt werden kann. Diese Regelleistung kann unter anderem

durch Stromspeicher, also auch durch die Fahrzeugbatterien erbracht werden. In diesem Fall wird Energie aus den Fahrzeugbatterien in das Stromnetz eingespeist und steht somit als Regelleistung zur Verfügung. Dieser Vorgang wird vom Poolkoordinator koordiniert und vom Energieanlagen-Manager gesteuert. Der Fahrzeugnutzer erhält für die Bereitstellung der Speicherkapazität seines Fahrzeugs eine Vergütung, welche über den normalen Vertrag mit dem Vertrieb abgerechnet wird.

Unterstützung der Netzstabilität

Gerade durch die stark fluktuierende Einspeiseleistung von Windkraft- und Photovoltaik-Anlagen kann es in regionalen Teilnetzen zu drohenden Netzüberlastungen kommen. In diesen Fällen müssen heute zum Beispiel Windkraftanlagen bei sehr starkem Wind abgeschaltet werden. Bei einer ausreichend großen Speicherkapazität durch Elektrofahrzeuge in diesem Teilnetz ist es in Zukunft möglich, die überschüssige Energie zwischen zu speichern und zurück zu speisen, wenn der Wind abgenommen hat. Auch in diesem Fall wird der Fahrzeugnutzer für die Bereitstellung der Kapazität seines Elektrofahrzeugs über den Vertrieb vergütet.

Netzinitialisierung

Die Netzinitialisierung nach einem Netzausfall stellt ein nicht-triviales Problem für den Netzbetreiber dar. Ohne zu sehr auf technische Details einzugehen, lässt sich dieses Problem folgendermaßen beschreiben. Die meisten Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie benötigen eine gewisse Grundversorgung an Energie, um nach einem Ausfall wieder hochfahren zu können. Diese Energie könnte zukünftig teilweise aus den Fahrzeugbatterien stammen.¹⁰⁰ Hier sind allerdings noch technische Probleme zu lösen und ein abschließender Beleg für die Funktionsfähigkeit dieser Methode konnte bisher nicht erbracht werden.

Lokale Notstromversorgung

Die lokale Notstromversorgung für einen Haushalt durch die Fahrzeugbatterie ist in dem Sinne keine Netzdienstleistung, kann aber für ein bestimmtes Segment der Fahrzeugnutzer einen Anreiz für die Elektromobilität darstellen. Im Falle eines Stromausfalls würde das Hausnetz technisch vom Stromnetz getrennt werden und wichtige elektrische Geräte könnten für eine gewisse Zeit aus der Fahrzeugbatterie betrieben werden. Ein durchschnittlicher Haushalt in Deutschland verbraucht täglich ungefähr zehn kWh Energie.¹⁰¹ Bei einer entsprechenden Anschlussleistung am Fahrzeug können wichtige Verbraucher, wie Heizung, Licht oder Kühlschrank somit mehr als einen Tag lang be-

¹⁰⁰ Im Rahmen eines Workshops im Harz.EE-mobility Projekt wurden die Möglichkeiten der Netzinitialisierung durch Fahrzeugbatterien diskutiert. Die beteiligten Ingenieure kamen zu dem Schluss, dass dieses Verfahren durchaus möglich ist, aber weiter erforscht und getestet werden muss.

¹⁰¹ Die Berechnung des durchschnittlichen Stromverbrauchs in Deutschland findet sich im Anhang A.

trieben werden, da die Fahrzeugbatterien im Durchschnitt Kapazitäten von 20 bis 50 kWh aufweisen.¹⁰²

Wie in **Abb. 4.17** dargestellt, werden zwischen Vertrieb und Elektrofahrzeugnutzer (beziehungsweise Flottenbetreiber), wie in den anderen Geschäftsmodellen auch, Vertrags- und Abrechnungsinformationen ausgetauscht (01-04). Der Poolkoordinator erhält vom Netzbetreiber Informationen zu Regelleistungsausschreibungen (05) beziehungsweise zum Bedarf an Netzstabilitäts- und Netzinitialisierungsleistungen (06). Um dem Netzbetreiber die entsprechenden Netzdienstleistungen bereitstellen zu können, greift der Poolkoordinator auf die Batteriekapazität der Elektrofahrzeuge zurück. Über Einzelfahrpläne (07) steuert der Energieanlagenmanager die einzelnen Be- und Entladevorgänge (08) an den Ladesäulen.

¹⁰² Vgl. Volkswagen E-up (18 kWh); BMW Mini-E (35 kWh); Tesla Roadster (53 kWh)

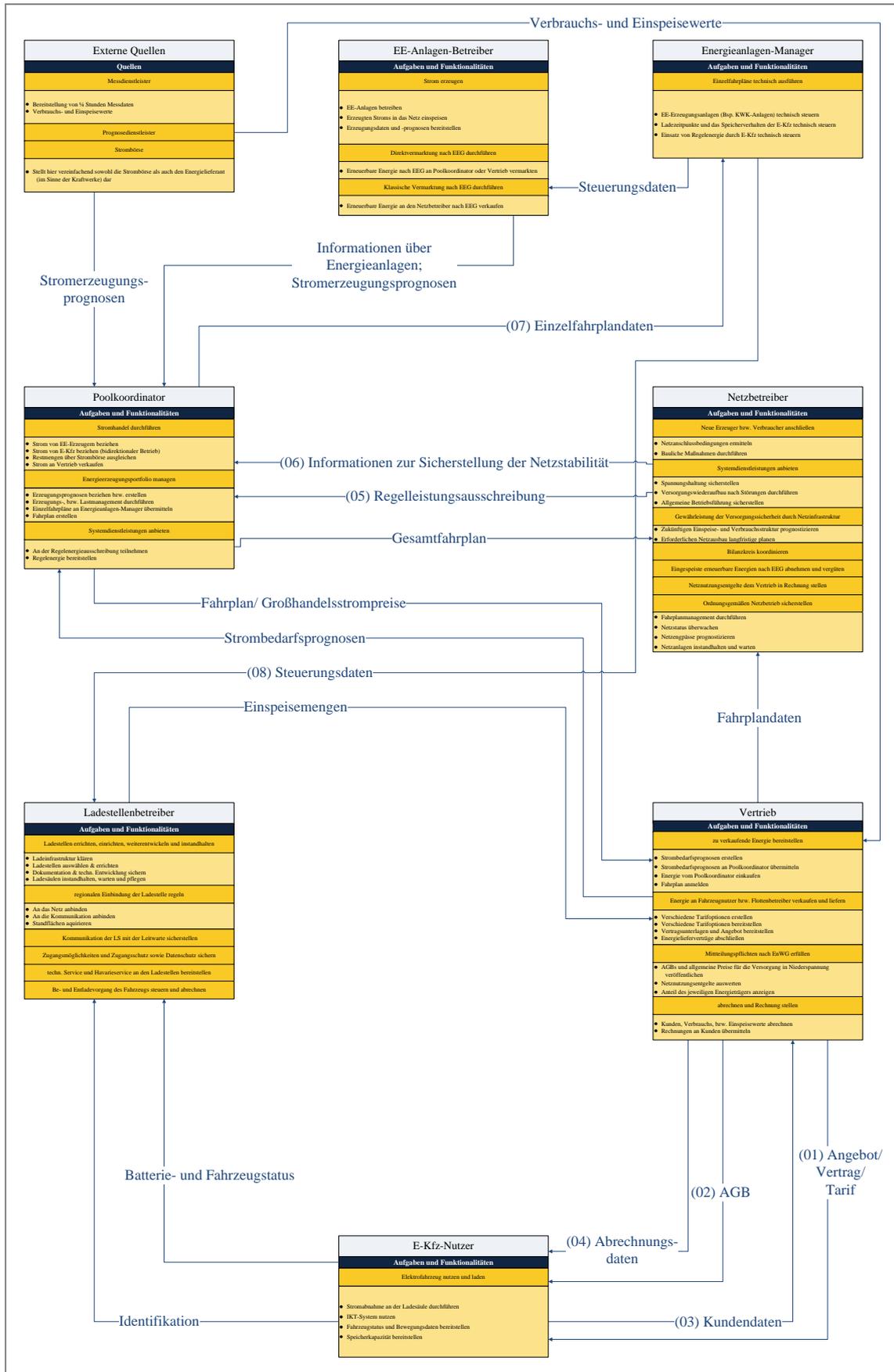


Abb. 4.17: Informationsfluss im Geschäftsmodell für Netzdienstleistungen

4.5.4 Ertragsmodell

Schönfelder beschreibt am Beispiel der Windenergie, wie Elektromobilität und erneuerbare Energien in Bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit voneinander profitieren können.¹⁰³ Je größer der Anteil der Windenergie an der Gesamtenergieerzeugung ist, desto mehr Regelleistung muss vorgehalten werden. Die Elektromobilität kann diese Regelleistung bereitstellen. Für das Ertragsmodell bedeutet dies, dass der Netzbetreiber die Netzdienstleistungen vom Poolkoordinator einkauft und diese Dienstleistungen bezahlt. Für die Bereitstellung von Regelleistung entnimmt der Poolkoordinator die entsprechende Menge aus den Fahrzeugbatterien und vergütet diese Entnahme über den Vertrieb. Dabei ist zu beachten, dass nicht nur die Strommenge sondern auch die Batterieabnutzung, die notwendige Ladeinfrastruktur sowie die allgemeine Bereitschaft des Fahrzeugnutzers an diesem Geschäftsmodell teilzunehmen, entgolten werden muss. Da sich die Marktpreise für kurzfristige Regelleistung jedoch um ein Vielfaches über den Endverbraucherstrompreisen bewegen, ergibt sich ein großes Potenzial für die Elektromobilität. Zwar lässt sich die Häufigkeit und Menge der zukünftig in Anspruch genommenen Regelleistung von einzelnen Fahrzeugen kaum schätzen, da sie von der Anzahl der Elektrofahrzeuge in einer bestimmten Region und vielen weiteren Faktoren abhängig ist. Trotzdem ist davon auszugehen, dass diese Dienstleistung eine nicht unerhebliche Einnahmequelle für den Fahrzeugnutzer darstellen würde.

Ähnliches gilt für die Sicherung der Netzstabilität durch Zwischenspeichern von Energie und die Bereitstellung von Energie zur Netzinitialisierung. Die Sicherung der Netzstabilität bei zu großer Einspeisung in regionalen Teilnetzen wird erreicht, indem die in diesem Teilnetz vorhandenen Elektrofahrzeuge in dieser Zeit geladen werden. Ein besonders günstiger Strompreis oder eine extra Vergütung würden als Anreiz für den Fahrzeugnutzer dienen. Energie zur Netzinitialisierung würde in diesem Modell technisch wie die Regelleistung bereit gestellt werden. Die Marktpreise für diese Energie bewegen sich noch deutlich über den Preisen der Regelleistung und können somit, wenn die technischen Bedenken ausgeräumt werden, einen großen Wertbeitrag für den Fahrzeugnutzer darstellen.

¹⁰³ Vgl. Schönfelder et al. (2009).

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel der Arbeit war die standardisierte Beschreibung von Geschäftsmodellen in der Elektromobilität anhand eines Komponentenmodells, welches basierend auf einer Literaturübersicht sowie auf Grundlage der spezifischen Anforderungen der Elektromobilität entwickelt werden sollte.

Zu diesem Zweck wurde zunächst der Begriff ‚Geschäftsmodell‘ untersucht, um eine inhaltliche Abgrenzung vornehmen zu können. Eine grundlegende Literaturrecherche ergab, dass eine einheitliche Sichtweise und Definition nicht gegeben ist. Außerdem konnten vorhandene Geschäftsmodelldefinitionen die Besonderheiten der Elektromobilität, wie vor allem die hohe Komplexität des Wertschöpfungsnetzwerks nicht genügend erfassen. Deshalb sollte eine strukturierte Literaturanalyse bestehende Definitionen untersuchen und Komponenten identifizieren, um dann eine Arbeitsdefinition sowie das Komponentenmodell entwickeln zu können.

Neben der theoretischen Betrachtung des Geschäftsmodellverständnisses, erfolgte auch eine inhaltliche Untersuchung der Elektromobilität. Die historische Entwicklung der Elektromobilität zeigt einige ihrer Schwachpunkte, wie zum Beispiel die unausgereifte Batterietechnologie und der nicht erfolgte ganzheitliche Entwicklungsansatz. Eine oberflächliche Einführung in die verschiedenen Antriebstechnologien und -systeme diente dem Gesamtüberblick zum Thema und führte zu einer Eingrenzung des Modells auf rein-elektrische betriebene Fahrzeuge. Die beschriebenen Gründe für die zunehmende Bedeutung der Elektromobilität zeigen den Bedarf für konkrete Geschäftsmodelle für die mittelfristige Zukunft und führen zu ersten Ansätze für die Wertschöpfung.

Die Wechselwirkungen zwischen der Elektromobilität und den erneuerbaren Energien wurden in Kapitel 3.4 untersucht. So ergibt sich durch die Verwendung von erneuerbaren Energien für den Betrieb von Elektrofahrzeugen nicht nur die Möglichkeit einer sehr umweltfreundlichen Mobilität, die fast gänzlich ohne Emission von Treibhausgasen auskommt. Auch auf ökonomischer Ebene können die beiden Technologien stark voneinander profitieren. Ungenügende Prognostizierbarkeit sowie starke Fluktuation in der Erzeugung von erneuerbaren Energien führen zu erheblichen Problemen im Stromnetz, welche beispielsweise durch kostenintensive Regelleistung ausgeglichen werden müssen. Durch die Verwendung der Fahrzeugbatterien als ein virtuelles Großspeichermedium können eine ganze Reihe von Netzdienstleistungen angeboten werden, um die auftretenden Probleme zu lösen. Für diese Netzdienstleistungen besteht eine gewisse Zahlungsbereitschaft und somit kann die Gesamtrentabilität des Wertschöpfungsnetzwerks gesichert werden.

Aufbauend auf die Erkenntnisse aus Kapitel 3 wurden dann drei konkrete Geschäftsmodelle nach dem Komponentenmodell strukturiert beschrieben. Dabei handelt es sich um ein klassisches Modell mit dem Produkt ‚Strom‘ und um ein Carsharing Modell mit der Dienstleistung ‚Mobilität‘. Ergänzend zu beiden Modellen erfolgte außerdem eine Beschreibung eines Geschäftsmodells für Netzdienstleistungen.

Als Ergebnis für die Rentabilität der Modelle ist festzuhalten, dass sich Elektromobilität aufgrund der teuren Technologie im Fahrzeug sowie der notwendigen Infrastruktur nur durchsetzen kann, wenn die technischen Möglichkeiten eines gesteuerten Ladevorgangs genutzt werden. So müssen Preisunterschiede für elektrischen Strom im Tagesverlauf sowie die Ertragsmöglichkeiten des Geschäftsmodells für Netzdienstleistungen genutzt werden, um die Kostenunterschiede zur herkömmlichen Mobilität auszugleichen.

Das gesteuerte Laden und die Verwendung der Fahrzeugbatterie für Netzdienstleistungen sind neue Konzepte, die erst durch die Elektromobilität entstanden sind. Aus diesem Grund liegen keinerlei Erfahrungswerte zur technischen und organisatorischen Realisierung sowie vor allem zur Abrechnung der Leistungen zwischen den beteiligten Rollen vor. Pilotprojekte und Testphasen müssen in naher Zukunft daher vor allem Verhaltensweisen und Präferenzen der Fahrzeugnutzer sowie mögliche Abrechnungsmodelle und Tarifsysteme in der praktischen Anwendung auf ihre Tauglichkeit hin überprüfen.

Das Harz-EE-mobility Projekt ist ein solches Pilotprojekt und mit Hilfe des in dieser Arbeit entwickelten Komponentenmodells wird derzeit ein Geschäftsmodell spezifisch auf den im Anschluss stattfindenden Feldtest entwickelt. In diesem Test soll, in Bezug auf das Geschäftsmodell vornehmlich eine geeignete Preisbildung und die Ertragsmöglichkeiten der beteiligten Rollen untersucht werden.

Anhang

A Durchschnittlicher Stromverbrauch der Haushalte in Deutschland

Im Jahr 2008 verbrauchten die Haushalte in Deutschland 147.222.222 MWh elektrischen Strom¹⁰⁴. Bei 40.076.000 Haushalten¹⁰⁵, ergibt dies im Durchschnitt einen jährlichen Stromverbrauch von 3.673 kWh und somit einen durchschnittlichen täglichen Stromverbrauch von ungefähr zehn kWh pro Haushalt.

¹⁰⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt, Tabelle: Haushalte nach Haushaltsgrößen, <https://www.destatis.de> (15.09.2010).

¹⁰⁵ Vgl. Statistisches Bundesamt, Thema: Elektrizitäts- und Gasversorgung, <https://www.destatis.de> (15.09.2010).

Literaturverzeichnis

- Albach, H./Hummel, J. (Hrsg) (2003): Die Zukunft des Electronic Business. Zeitschrift für Betriebswirtschaft - Ergänzungsheft, Gabler, Wiesbaden.
- Alt, R./Zimmermann, H.-D. (2001): Introduction to Special Section - Business Models. In: EM - Electronic Markets, 11. Jg., Heft 1, S. 3–9.
- Amit, R./Zott, C. (2001): Value Creation in e-Business. In: Strategic Management Journal, 22. Jg., S. 493–520.
- Anderson, D. L./Herboldet, B. (Hrsg) (1999): Achieving supply chain excellence through technology, San Francisco.
- Association for Computing Machinery (Hrsg) (2001): Proceedings of the 1st International Conference on Knowledge Capture, ACM Press, New York, USA.
- Bartelt, A./Lamersdorf, W. (2000): Geschäftsmodelle des Electronic Commerce: Modellbildung und Klassifikation. In: Bodendorf, F./Grauer, M. (Hrsg.) (2000), S. 17–29.
- Bärwaldt, G./Kurrat, M. (2006): Auswirkungen stochastisch fluktuierender Stromeinspeisung auf das deutsche Stromversorgungsnetz, Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen, Braunschweig, <http://www.htee.tu-bs.de/forschung/veroeffentlichungen/stochstrom06.pdf> (2010-08-12).
- Biere, D./Dallinger, D./Wietschel, M. (2009): Ökonomische Analyse der Erstnutzer von Elektrofahrzeugen. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft, 33. Jg., Heft 2, S. 173–181.
- BMWi/BMVBS/BMU/BMBF/BMELV (2009): Auszug aus dem Bericht an den Haushaltsausschuss Konjunkturpaket II, Ziffer 9 Fokus "Elektromobilität", http://www.foerderinfo.bund.de/_media/elektromobilitaet_konjunkturpaket_ii.pdf (2010-09-17).
- Bodendorf, F./Grauer, M. (Hrsg) (2000): Verbundtagung Wirtschaftsinformatik 2000, Shaker, Aachen.
- Brauner, G. (2008): Infrastrukturen der Elektromobilität. In: i&e Elektrotechnik und Informationstechnik, 125. Jg., Heft 11, S. 382–386.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2006): Die Hightech-Strategie für Deutschland, Berlin, http://www.bmbf.de/pub/bmbf_hts_lang.pdf (2010-08-13).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung, Berlin, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nep_09_bmu_bf.pdf (2010-08-13).
- Bundesrepublik Deutschland (2005): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung - Energiewirtschaftsgesetz, EnWG.
- Bundesrepublik Deutschland (2008): Erneuerbare Energien Gesetz, EEG, Bonn, http://www2.bgbl.de/Xaver/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&bk=Bundesanzeiger_BGBl&start=//*%5B@attr_id=%27bgbl108s2074.pdf%27%5D (2010-08-12).

- Chung, M. H. (Hrsg) (2000): Proceedings of the Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2000), Long Beach, California.
- Currie, W. L. (Hrsg) (2004): Value creation from e-business models, Elsevier Butterworth-Heinemann, Amsterdam.
- Deindl, M./Naß Eric (2009): SmartWatts: Entwicklung eines Referenzmodells für die Stromwirtschaft, Entwicklung eines einheitlichen Verständnisses für die Prozesse und Informationsflüsse in der Energiewirtschaft. In: Unternehmen der Zukunft, o. Jg., Heft 3, S. 7–10, http://data.fir.de/download/udz/udz3_2009.pdf (2010-08-23).
- Department for Transport (2009): Ultra-Low Carbon Vehicles in the UK, UK, <http://www.bis.gov.uk/files/file51017.pdf> (2010-08-15).
- Dötsch, C./Kanngießer, A./Wolf, D. (2009): Speicherung elektrischer Energie – Technologien zur Netzintegration erneuerbarer Energien. In: uwf Umwelt Wirtschafts Forum, 17. Jg., Heft 4, S. 351–360.
- Dobroschke, S. (2010): Direktvermarktung von Windstrom, Folgen für die Förderung erneuerbarer Energien, Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln, Köln, http://www.wiso.uni-koeln.de/finanzfors/pdf/FiFo-Berichte_Nr_11_2009.pdf (2010-09-13).
- Doyle, M./Parker, B. (1999): Achieving Supply Chain Excellence by Balancing the Economies of Production with the Economies of Cooperation. In: Anderson, D. L./Herboldet, B. (Hrsg.) (1999), S. 244–247.
- Electronic Commerce Center (Hrsg) (2002): Proceedings of 15th Bled eCommerce Conference, eReality: Constructing the eEconomy, Bled, Slovenia.
- Engel, T. (2007): Plug-in Hybrids: Studie zur Abschätzung des Potentials zur Reduktion der CO₂-Emissionen im PKW-Verkehr bei verstärkter Nutzung von elektrischen Antrieben im Zusammenhang mit Plug-in Hybrid Fahrzeugen, Hut Verlag, München.
- Engel, T. (2010): Die Netzintegration von Elektrofahrzeugen, Auf welchem Weg kommt der Strom in die vielen Elektromobile? In: Sonnenenergie, o. Jg., Heft 1, S. 75–79, [http://www.sonnenenergie.de/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=35](http://www.sonnenenergie.de/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=35) (2010-08-15).
- European Energy Exchange AG (2010): Handelsdaten - Strom - Intraday - Spotmarkt, European Energy Exchange AG, <http://www.eex.com/de/Marktdaten/Handelsdaten/Strom/Intraday%20%7C%20Spotmarkt/spot-intra-table/2010-08-02> (2010-09-16).
- Fluhr, J./Lutz, T. (2009): SmartWheels: Integration einer intelligenten Elektromobilität in das "Internet der Energie", Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) einsetzen, um innovative Geschäftsmodelle der Individualmobilität zu ermöglichen. In: Unternehmen der Zukunft, o. Jg., Heft 3, S. 11–13, http://data.fir.de/download/udz/udz3_2009.pdf (2010-08-23).
- Fraunhofer Institut für Fabribetrieb und -automatisierung IFF (2009): Markteinschätzung der Elektromobilität in Deutschland, Magdeburg.

- Gabler Verlag : Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Transaktion,
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/5996/transaktion-v9.html> (2010-08-11).
- Gabler Verlag : Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Nutzen,
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/2440/nutzen-v8.html> (2010-08-11).
- Giesecke, J./Mosonyi, E./Heimer, S. (2009): *Wasserkraftanlagen, Planung, Bau und Betrieb*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 5. Aufl.
- Gordijn, J./Akkermans, H. (2001): *Ontology-Based Operators for e-Business Model De- and Re-construction*. In: *Association for Computing Machinery (Hrsg.)* (2001), S. 60–67.
- Gupta, S./Tirpak, D. A./Burger, N./Gupta, J./Höhne, N./Boncheva, A. I./Kanoan, G. M./Kolstad, C./Kruger, J. A./Michaelowa, A./Murase, S./Pershing, J./Saijo, T./Sari, A. (2007): *Policies, Instruments and Co-operative Arrangements*. In: Metz, B./Davidson, O./Bosch, P./Dave, R./Meyer, L. (Hrsg.) (2007), S. 745–807.
- Hahn, D. (2000): *Problemfelder des Supply Chain Management*. In: Wildemann, H. (Hrsg.) (2000), S. 9–19.
- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH : *Elektromobilität*,
http://www.ifeu.de/index.php?bereich=ver&seite=schwerpunkt_elektromobilitaet (2010-08-23).
- Kleine-Besten, T./Kersken, U./Pöchmüller, W./Schepers, H. (2009): *Navigation und Telematik*. In: Winner, H./Hakuli, S./Wolf, G. (Hrsg.) (2009), S. 599–624.
- Klueber, R. (2000): *Business Model Design and Implementation for eServices*. In: Chung, M. H. (Hrsg.) (2000), S. 797–800.
- Knab, Sebastian/Strunz, Kai/Lehmann, Heiko (2010): *Smart Grid: The Central Nervous System for Power Supply, New Paradigms, New Challenges, New Services*, Institut für Energie- und Automatisierungstechnik, TU Berlin, Berlin,
<http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2010/2565/> (2010-08-12).
- Leitinger, C./Brauner, G. (2008): *Nachhaltige Energiebereitstellung für elektrische Mobilität*. In: *i&e Elektrotechnik und Informationstechnik*, 125. Jg., Heft 11, S. 387–392.
- Linder, Jane/Cantrell, Susan (2000): *Changing Business Models: Surveying the Landscape*, Intitute for Strategic Change, Accenture, Chicago,
http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/0DE8F2BE-5522-414C-8E1B-E19CF86D6CBC/0/Surveying_the_Landscape_WP.pdf (2010-08-04).
- Loos, Peter/Scheer, Christian/Deelmann, Thomas (2003): *Geschäftsmodelle und internetbasierte Geschäftsmodelle - Begriffsbestimmung und Teilnehmermodell*, Johannes Gutenberg-University Mainz, Mainz.
- Loose, Willi/Mohr, Mario/Nobis, Claudia (2004): *Bestandsaufnahme und Möglichkeiten der Weiterentwicklung von Car-Sharing*, Schlussbericht, Öko-Institut e.V., Freiburg, <http://www.oeko.de/oekodoc/247/2004-032-de.pdf> (2010-09-20).
- Magretta, J. (2002): *Why Business Models Matter*. In: *Harvard Business Review*, 80. Jg., Heft 5, S. 86–92.

- Mahadevan, B. (2000): Business Models for Internet based E-Commerce, An Anatomy. In: California Management Review, 42. Jg., Heft 4, S. 55–69.
- Metz, B./Davidson, O./Bosch, P./Dave, R./Meyer, L. (Hrsg) (2007): Climate Change 2007 - Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge (UK), New York (USA).
- Morris, M./Schindehutte, M./Allen, J. (2005): The entrepreneur's business model: toward a unified perspective. In: Journal of Business Research, 58. Jg., Heft 6, S. 726–735.
- Naunin, D. (2007): Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge, Technik, Strukturen und Entwicklungen, expert-Verlag, Renningen, 4. Aufl.
- Oezsen, A. (2008): Der Ölpreis - Eine empirische Analyse, Diplomarbeit, GRIN Verlag, Norderstedt.
- One Hundred Eleventh Congress of the United States of America (2009): American Recovery and Reinvestment Act of 2009, Washington, http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=111_cong_bills&docid=f:h1enr.pdf (2010-08-24).
- Österle, H. (1995): Entwurfstechniken, Springer, Berlin, 2. Aufl.
- Osterwalder, A./Pigneur, Y. (2002): An e-Business Model Ontology for Modeling e-Business. In: Electronic Commerce Center (Hrsg.) (2002).
- Osterwalder, A./Pigneur, Y. (2004): An ontology for e-Business models. In: Currie, W. L. (Hrsg.) (2004), S. 65–94.
- Pehnt, Martin/Höpfner, Ulrich/Merten, Frank (2007): Elektromobilität und erneuerbare Energien, Heidelberg, Wuppertal, http://www.fb2.ifeu.de/energie/pdf/Arbeitspapier5_%20Elektromobilitaet%20und%20erneuerbare%20Energien.pdf (2010-08-23).
- Pfaffenbichler, Paul Christian (2009): Pre-Feasibility-Studie zu „Markteinführung Elektromobilität in Österreich“, Wien, http://www.bmvit.gv.at/innovation/downloads/markteinfuehrung_elektromobilitaet1.pdf (2010-08-23).
- Porter, M. E. (1999): Wettbewerbsstrategie, Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten, Campus-Verlag, Frankfurt, 10. Aufl.
- Porter, M. E. (2000): Wettbewerbsvorteile, Spitzenleistungen erreichen und behaupten, Campus-Verlag, Frankfurt/Main, 6. Aufl.
- Porter, M. E. (2001): Strategy and the Internet. In: Harvard Business Review, 79. Jg., Heft 3, S. 73.
- Présidence De La République (2009): PACTE AUTOMOBILE, http://www.elysee.fr/download/?mode=press&filename=09.02.09_DPpacteautomobile.pdf (2010-08-24).
- Rentmeister, J./Klein, S. (2003): Geschäftsmodelle - ein Modebegriff auf der Waagschale. In: Albach, H./Hummel, J. (Hrsg.) (2003), S. 17–30.
- Roland Berger (2009): Powertrain 2020, China's ambition to become market leader in E-Vehicles, Roland Berger, München/Shanghai,

- http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_Powertrain_China_20090512.pdf (2010-09-01).
- Sammer, G./Gruber, C. J./Meth, D. (2008): Elektromobilität - Die Sicht der Nutzer. In: *i&e Elektrotechnik und Informationstechnik*, 125. Jg., Heft 11, S. 393–400.
- Scheer, A.-W. (1997): *Wirtschaftsinformatik, Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*, Springer, Berlin, 7. Aufl.
- Schindler, Jörg/Zittel, Werner (2008): *Zukunft der weltweiten Erdölversorgung*, Energy Watch Group, Ottobrunn, überarbeitete, deutschsprachige Ausgabe, http://www.energywatchgroup.com/fileadmin/global/pdf/2008-05-21_EWG_Erdoelstudie_D.pdf (2010-09-01).
- Schlesinger, Michael/Lindenberger, Dietmar/Lutz, Christian (2010): *Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung*, (Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie), Prognos Ag, EWI, GWS, Basel/Köln/Osnabrück, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energieszenarien_2010.pdf (2010-09-02).
- Schönfelder, M./Pathmaperuma, D./Reiner, U./Fichtner, W./Schmeck, H./Leibfried, T. (2009): *Elektromobilität, Eine Chance zur verbesserten Netzintegration Erneuerbarer Energien*. In: *uwf Umwelt Wirtschafts Forum*, 17. Jg., Heft 4, S. 373–380.
- Shafer, S. M./Smith, H. J./Linder, J. (2005): *The power of business models*. In: *Business Horizons*, 48. Jg., Heft 3, S. 199–207.
- Siebert, H./Lorz, O. (2007): *Einführung in die Volkswirtschaftslehre*, Kohlhammer, Stuttgart, 15. Aufl.
- Stähler, P. (2002): *Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie, Merkmale, Strategien und Auswirkungen*, (Diss. u.d.T.: Stähler, P.: *Merkmale von Geschäftsmodellen in der digitalen Ökonomie*, St.Gallen, 2001), Eul, Lohmar, 2. Aufl.
- Timmers, P. (1998): *Business Models for Electronic Markets*. In: *EM - Electronic Markets*, 8. Jg., Heft 2, S. 3–8, <http://www.electronicmarkets.org/issues/volume-8/volume-8-issue-2/businessmodels0.pdf> (2010-08-04).
- Vezzini, A. (2010): *Elektrofahrzeuge, Mobilität und erneuerbare Energie*. In: *Physik in unserer Zeit*, 41. Jg., Heft 1, S. 36–42.
- Wildemann, H. (Hrsg) (2000): *Supply chain management*, TCW Transfer-Centrum-Verlag, München.
- Winner, H./Hakuli, S./Wolf, G. (Hrsg) (2009): *Handbuch Fahrerassistenzsysteme, Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort*, Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 1. Aufl.
- Zimmermann, H.-D. (2000): *Understanding the Digital Economy: Challengers for New Business Models*. In: Chung, M. H. (Hrsg.) (2000), S. 729–732.

Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig, ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Magdeburg, den 02. Oktober 2010