

Ergebnisse aus Expertenworkshops der Plattform Infrastruktur
im Rahmen des BMVBS-Vorhabens
„Modellregionen für Elektromobilität 2009-2011“



>> SZENARIEN ZUM INFRASTRUKTUR- AUFBAU FÜR ELEKTROMOBILITÄT

Gefördert durch:



Koordiniert durch:



>> INHALT

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	4
>> 1. EINLEITUNG: HINTERGRUND UND EINORDNUNG DES BEITRAGES	5
>> 2. IDENTIFIZIERTE EINFLUSSFAKTOREN	8
>> 3. INFRASTRUKTURSZENARIEN	17
3.1 GEMEINSAME EINFLUSSFAKTOREN	19
3.2 SZENARIO A: „VERSCHÄRFTE CO ₂ -STANDARDS“	21
3.3 SZENARIO B: „REGULIERTE INFRASTRUKTUR“	23
3.4 SZENARIO C: „MEHRKOSTENFREIE ELEKTROMOBILITÄT“	26
>> 4 IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	29
4.1 GEMEINSAME IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	29
4.2 IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN AUS SZENARIO A: „VERSCHÄRFTE CO ₂ -STANDARDS“	31
4.3 IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN AUS SZENARIO B: „REGULIERTE INFRASTRUKTUR“	32
4.4 IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN AUS SZENARIO C: „MEHRKOSTENFREIE ELEKTROMOBILITÄT“.	33
>> 5. FAZIT	35
ANSPRECHPARTNER	37
IMPRESSUM	38

>> 1. EINLEITUNG: HINTERGRUND UND EINORDNUNG DES BEITRAGES

EINFÜHRUNG

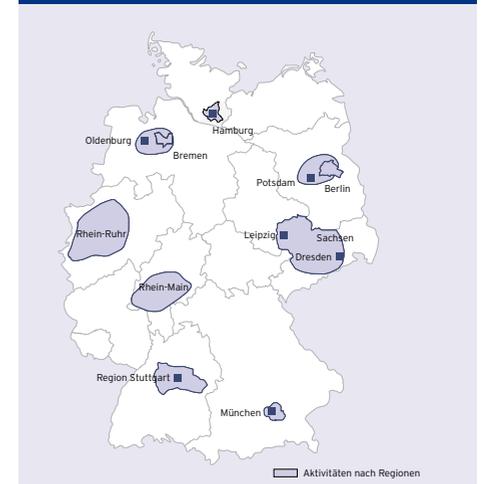
Das Thema Elektromobilität ist in den vergangenen Jahren zunehmend in den Fokus von Politik und Öffentlichkeit gerückt. Getrieben wird dieses Interesse durch das Potenzial, das der Elektromobilität in vielen Bereichen zugesprochen wird. Geringere Treibhausgasemissionen und eine Verringerung der Abhängigkeit von Rohöl sowie eine Steigerung der Energieeffizienz sind dabei nur einzelne Beispiele für mögliche Vorteile von elektromobilen Anwendungen.

Der Förderschwerpunkt „Elektromobilität in Modellregionen“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ist eine Maßnahme zur Umsetzung des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität. Er trägt dazu bei, Deutschland bis 2020 zum Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu entwickeln und damit einhergehend eine Million Elektrofahrzeuge auf die Straßen zu bringen.

Die acht Modellregionen¹ fördern mit ihren anwendungsorientierten F&E-Projekten eine zügige Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland mit dem Fokus der alltags- und nutzerorientierten Demonstration. Elektromobilität wird ganzheitlich mit jeweils unterschiedlichen Schwerpunkten und einer Vielzahl unterschiedlicher Akteure entwickelt. Kern des Programms ist die Integration der elektrischen Antriebe sowie der

Batterietechnologie und ihrer unterschiedlichen Anwendungen in die Mobilitäts-, Raum- und Stadtentwicklung. Das Förderprogramm wurde 2009 als Maßnahme im Rahmen des Konjunkturpakets II der Bundesregierung verabschiedet und hat eine Laufzeit bis Ende 2011.

DIE ACHT MODELLREGIONEN DES BMVBS



Neben den zentralen Handlungsfeldern, die durch Projektschwerpunkte in den einzelnen Modellregionen abgedeckt werden, gibt es weitere, begleitende Aufgabenstellungen. Diese Klammern bilden sieben thematische, übergeordnete Plattformen², in denen Erfahrungen aus den einzelnen Modellregionen ausgetauscht und ausgewertet werden so-

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BEV	Battery Electric Vehicle
F&E	Forschung und Entwicklung
HEV	Hybrid Electric Vehicle
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
PKW	Personenkraftwagen
ÖPP	Öffentlich-Private-Partnerschaft
VKM	Verbrennungskraftmaschine

¹ Berlin/Potsdam, Bremen/Oldenburg, Hamburg, München, Rhein-Main, Rhein-Ruhr, Sachsen und Stuttgart.

² Infrastruktur, PKW/Transporter, Busse, Sozialwissenschaftliche Begleitforschung (Kunde und Stadt), Umwelt und Sicherheit, Ordnungsrechtlicher Rahmen und Kommunikation.

wie die Erarbeitung von inhaltlichen Grundlagen für die strategische Weiterentwicklung von Elektromobilität sowie der angemessenen Förderung erfolgt.

Eine dieser Grundlagen sind übergeordnete Zukunftsszenarien, die durch die Mitglieder der Plattform Infrastruktur³ entwickelt wurden und hier dargestellt werden.

METHODE UND ZIEL DES BEITRAGES

Dass Elektromobilität in zukünftigen Mobilitätskonzepten eine Rolle spielen wird, ist unter den gegebenen Entwicklungen und Forschungsbemühungen gesetzt. Dennoch ist die Unsicherheit hinsichtlich verschiedener Ausgestaltungsparameter von Elektromobilität groß. Dies stellt besonders für die Beteiligten des Aufbaus von Ladestationen eine Herausforderung dar. Um Unsicherheiten zu reduzieren und damit Hemmnisse für den Aufbau der Ladeinfrastruktur abzubauen, erscheint es sinnvoll, mögliche Entwicklungen strukturiert darzustellen. So können Voraussetzungen für eine weitere Diskussion geschaffen werden.

Die Szenarioanalyse stellt ein geeignetes Instrument zur Beschreibung möglicher Entwicklungen dar. Ziel einer solchen Analyse ist es, thematische Zukunftsbilder zu erstellen. Dabei werden nicht nur Zukunfts-

bilder an sich, sondern auch Wege und treibende Kräfte, die zu diesen Zukunftsbildern führen, beschrieben. Die Grundlage für die vorliegende Szenarioanalyse bilden verschiedene Faktoren, deren Ausprägung einen Einfluss auf die Entwicklung der Szenarien haben (im folgenden „Einflussfaktoren“). Diese wurden in einem ersten Schritt von den Mitgliedern der Plattform Infrastruktur definiert und ihre möglichen Ausprägungen bzw. Entwicklungsmöglichkeiten festgelegt. Da die Szenarienbildung mit steigender Anzahl an Einflussfaktoren komplexer wird und zu viele Einflussfaktoren nur sehr schwer diskursiv handhabbar sind, wurden in einem nächsten Schritt die wichtigsten Einflussfaktoren mit Hilfe einer „Uncertainty-Impact-Analyse“ herausgefiltert.⁴ Im Ergebnis einigten sich die Mitglieder der Plattform Infrastruktur auf insgesamt 19 Einflussfaktoren, die auf die Entwicklung der Elektromobilität und insbesondere auf die Entwicklung der Ladeinfrastruktur einen starken Einfluss haben können. Diese Einflussfaktoren wurden 5 Teilgebieten zugeordnet. Zwei weitere Einflussfaktoren wurden in Prämissen überführt und als gegeben angenommen.

⁴ Im Rahmen der „Uncertainty-Impact-Analyse“ wurden die Einflussfaktoren hinsichtlich der Dimensionen „Unsicherheit“ und „Wichtigkeit“ untersucht. Je größer die Dimension „Wichtigkeit“ ist, desto eher müssen die betroffenen Einflussfaktoren in der Szenarioanalyse berücksichtigt werden. Ist die Dimension „Unsicherheit“ sehr gering ausgeprägt und kommt mit hoher Wahrscheinlichkeit nur eine mögliche Entwicklung eines Einflussfaktors in Frage, so handelt es sich um eine Prämisse, die für alle möglichen Zukunftsbilder als gegeben angenommen werden kann.

³ Überregionale Energieversorger, Stadtwerke, Kommunalvertreter und Wissenschaftler.

ben gesetzt.⁵ Die von allen Teilnehmern als wahrscheinlich eingestufte Voraussetzung des demografischen Wandels begünstigt neue Mobilitätsformen. Ebenfalls als wahrscheinlich wurde der Zusammenhang zwischen notwendiger Batteriesicherheit und dem Erfolg von Elektromobilität bewertet.

Nach Identifizierung und Beschreibung der Einflussfaktoren, wurden in einem nächsten Schritt die verschiedenen Szenarien beschrieben. Dabei wurde für jedes Szenario eine genaue Ausprägung der Einflussfaktoren festgelegt. Insgesamt wurden so drei Szenarien entwickelt.⁶ Auf dieser Basis wurden in einem weiteren Schritt Implikationen der jeweiligen Szenarien identifiziert und darauf aufbauend Handlungsempfehlungen dargestellt.

Im folgenden Kapitel 2 sollen zunächst die 19 Einflussfaktoren, die in der Uncertainty-Impact-Analyse identifiziert wurden, beschrieben werden. Daraufhin erfolgt in Kapitel 3 eine Beschreibung der Szenarien, wobei jedoch vorab in Abschnitt 3.1 auf die in allen Szenarien gleich vorhergesehenen Entwicklungen eingegangen wird. In Kapitel 4 werden anschließend die Implikationen, die aus der Darstellung der Szenarien folgen, beschrieben und entsprechende Handlungsempfehlungen abgegeben. In Kapitel 5 wird ein Fazit gezogen.

⁵ Für eine Erklärung von Prämissen siehe Fußnote 4.

⁶ Jedes Szenario wurde jeweils von einer anderen Teilnehmergruppe bearbeitet.

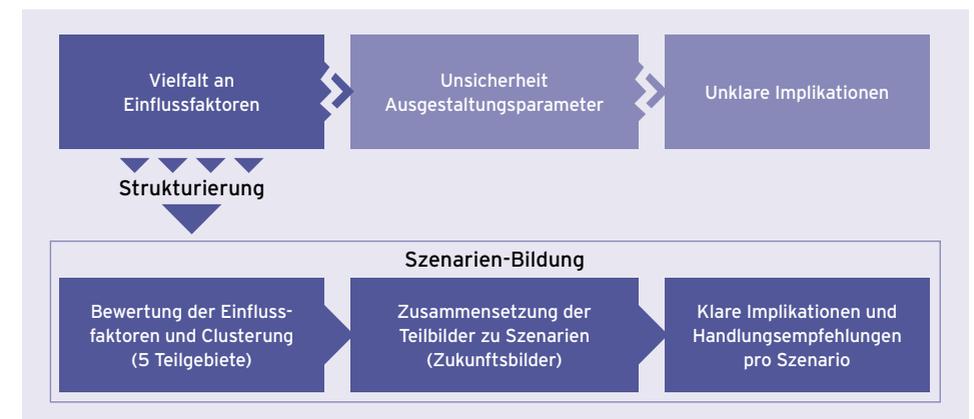


Abbildung 1: Methodik und Ziel von Szenarien

>> 2. IDENTIFIZIERTE EINFLUSSFAKTOREN

In diesem Kapitel werden die im Rahmen der Uncertainty-Impact-Analyse identifizierten 19 Einflussfaktoren sowie ihre möglichen Entwicklungen kurz beschrieben. Die Einflussfaktoren sind in die fünf thematischen Bereiche „Staatlicher Einfluss“, „Ladeinfrastruktur“, „Fahrzeug“, „Schnittstellen“ und „Kunden“ geclustert.

STAATLICHER EINFLUSS

1. Regulierung Laden/Infrastruktur

Eine wesentliche Frage für den weiteren Aufbau der Ladeinfrastruktur ist, durch wen der Aufbau der Infrastruktur erfolgt und ob eine Regulierung des Marktes stattfindet. Hierbei sind verschiedenste Modelle vorstellbar.

Mögliche Entwicklungen:

Freier Markt: Die Ladeinfrastruktur wird durch Privatunternehmen im Wettbewerb errichtet und betrieben. Dabei steht die Wirtschaftlichkeit (Erstellungs- und Betriebskosten <-> Einnahmen) im Vordergrund.

Regulierter Markt: Die Ladeinfrastruktur wird durch Verteilernetzbetreiber errichtet und betrieben. Die Ladestationen sind Bestandteil des Verteilernetzes und die Kosten können über Netzentgelte sozialisiert werden.

Aufbau als ÖPP: Der Infrastrukturaufbau und -betrieb wird durch eine Öffentlich-Private-Partnerschaft (ÖPP) organisiert.

2. Verschärfung EU-Flottenziele

Um die Klimaschutzziele der Bundesregierung erreichen zu können, wurde eine Limitierung des CO₂-Ausstoßes von Neuwagen festgelegt. Bis zum Jahr 2015 müssen die Fahrzeughersteller ihr Portfolio so gestalten, dass sie durchschnittlich einen Emissionswert von 130 g CO₂/km nicht überschreiten. Während dieser Schritt bereits fest beschlossen ist, bleibt die Frage offen, wie sich die EU-Flottenziele weiter entwickeln. So besteht bspw. die Überlegung bis 2020 die EU-Flottenziele für PKW (zwischen 95 g CO₂/km und 110 g CO₂/km) weiter zu verschärfen.

Mögliche Entwicklungen:

Keine Verschärfung: Die EU-Flottenziele bleiben unverändert. Eine weitere Verschärfung bleibt aus.

Moderate Weiterentwicklung: Die Emissionsziele (95 g CO₂/km ab 2020) werden verbindlich. Daher werden Fahrzeughersteller unter Druck gesetzt (weitere) PHEV und BEV in ihr Produktportfolio aufzunehmen.

Verschärfung EU-Flottenziele: Die EU-Flottenziele werden noch weiter verschärft und unterhalb von 95 g CO₂/km angesetzt.

3. Umweltzonen (lokale Immissionen)

Aufgrund starker Schadstoffbelastungen in der Luft entstehen in immer mehr deutschen Städten Umweltzonen, in denen nur Fahrzeuge fahren dürfen, die eine bestimmte Abgasnorm erfüllen. Momentan können diese Werte von den meisten Benzin- und den modernen Dieselfahrzeugen mit Partikelfilter eingehalten werden. Fraglich ist allerdings, wie sich die Umweltzonen in Zukunft entwickeln.

Mögliche Entwicklungen:

Keine Verschärfung: Aufgrund einer zufriedenstellenden Entwicklung der Immissionswerte wird keine Verschärfung der Umweltzonen angestrebt.

Maßvolle Verschärfung: Obwohl die Immissionsbelastung weiterhin sehr hoch ist, werden nur zögerlich weitere verkehrsbeschränkende Maßnahmen in Umweltzonen beschlossen.

Drastische Verschärfung: Die Bedingungen für den Zugang zu Umweltzonen werden bis 2020 drastisch verschärft. Selbst Fahrzeuge der mit grüner Plakette haben teilweise keinen Zugang mehr zu den Umweltzonen.

4. Monetäre & nicht monetäre Förderinstrumente

Im Rahmen des Konjunkturpaketes II wurden für Forschung & Entwicklung im Bereich Elektromobilität verschiedene Vorhaben mit insgesamt 500 Mio. € gefördert. Da diese Förderung Ende 2011 ausläuft, steht die Frage im Raum, ob nach dieser Zeit weitere Mittel bereitgestellt werden. Weiterhin besteht die Frage, ob im Falle einer weiteren Förderung in erster Linie F&E-Projekte oder auch die Nutzer von Elektromobilität (z.B. durch eine Käuferprämie bei der Anschaffung) unterstützt werden sollen.

Mögliche Entwicklungen:

Ausbau Förderung: Die Bundesregierung baut die Förderung weiter aus und stellt nach 2011 sowohl für verschiedene F&E-Projekte als auch für die Nutzer finanzielle Mittel zur Verfügung.

Verstetigung Förderung: Die Förderung wird nach 2011 in einem ähnlichem Umfang fortgeführt und beschränkt sich hauptsächlich auf F&E-Projekte.

Beendigung: Nach 2015 werden keine weiteren Fördermittel bereitgestellt.

LADEINFRASTRUKTUR

5. Anforderungen an Ladeinfrastruktur

Derzeit entwickeln sich verschiedene Formen von Ladestationen je nach Vorstellung und Erfahrung von Hersteller und Betreiber. Dabei kann entlang technologischer Komplexität unterschieden werden.

Mögliche Entwicklungen:

Simple technische Lösung: Simple technische Lösungen ermöglichen einen schnellen kostengünstigen Aufbau einer Ladeinfrastruktur.

Mischung: Die Ladestationen basieren teilweise auf einfachen, teilweise auf komplexen technischen Lösungen.

Komplexe Ladestationen & Mehrwertdienste:

Bereits kurzfristig werden High-End Produkte angeboten, die ein Angebot an Mehrwertdiensten ermöglichen.

6. Dichte Ladeinfrastruktur (öffentlich)

Die Ausgestaltung der öffentlichen Ladeinfrastruktur ist besonders unter zwei Gesichtspunkten zu betrachten. Einerseits muss ein flächendeckendes Netz zur Verfügung stehen, um den Nutzern von Elektrofahrzeugen unbegrenzte Mobilität garantieren zu können. Des Weiteren ist vor allem in Zukunft

die Frage von Bedeutung, ob Fahrzeugbesitzer ohne eigenen Stellplatz (sogenannte „Laternenparker“) ebenfalls ausreichenden Zugang zu Ladestationen haben. Daher ist es für die Verbreitung der Elektromobilität von wesentlicher Bedeutung, wie sich das öffentliche Infrastrukturnetz entwickelt.

Mögliche Ausprägungen

Fortsetzung Status: Der Netzausbau der Ladestationen geht auf Basis der aktuell verfügbaren Technologie nur mäßig voran, da nur wenige neue Ladepunkte von kommunaler Seite aus genehmigt werden.

Hohe Dichte: Initiiert durch eine Nachhaltigkeitsoffensive der Politik wird das Netz der öffentlichen Ladestationen auf Basis der aktuell verfügbaren Technologie stark ausgebaut.

Technologischer Fortschritt: Durch das Erreichen von technischen Fortschritten, wird ein Schnellladesystem marktreif. Aufgrund der kürzeren Ladezeiten werden weniger Ladepunkte benötigt, die eine höhere Auslastung ermöglichen.

7. Dichte Ladeinfrastruktur (semi-öffentlich)

Neben der öffentlichen Infrastruktur besteht die Möglichkeit auf öffentlich zugänglichem Privatgelände (bspw. in Tiefgaragen von Kaufhäusern) eine Infrastruktur zu errich-

ten. Obwohl es bereits einige semi-öffentliche Ladepunkte gibt, ist noch unklar, wie sich der Ausbau weiterhin entwickelt.

Mögliche Entwicklungen:

Nische: Aufgrund geringer Nutzung der semi-öffentlichen Infrastruktur, wird dieses Netz nur geringfügig ausgebaut und spielt keine wesentliche Rolle.

Mittlere Dichte: Die Anzahl an semi-öffentlichen Ladestationen steigt merklich an und spielt bei der Versorgung von Elektrofahrzeugen eine Rolle.

Technologischer Fortschritt: Durch die Markteinführung von Schnellladesystemen kann die semi-öffentliche Ladeinfrastruktur auch in kurzen Zeiträumen (bspw. während eines Einkaufs) eine Vollaufladung anbieten und gewinnt im Vergleich zu der öffentlichen Ladeinfrastruktur an Bedeutung.

8. Dichte Ladeinfrastruktur (heim / privat)

Aufgrund der momentan geringen Ladeleistung und der damit einhergehenden langen Ladedauer sind Ladestationen auf privatem Gelände sehr wichtig. Dabei fokussieren die Infrastrukturbetreiber hauptsächlich die Ausstattung der Flotten mit Ladestationen, da bei diesen niedrigere Erstellungs- und Betriebskosten je Ladepunkt entstehen.

Mögliche Entwicklungen:

Fortsetzung Status/Schwerpunkt Flotten: Hauptsächlich werden Ladestationen auf dem Privatgelände von Flotten errichtet. Privathaushalte werden eher vernachlässigt.

Erweiterung von Flotte auf Privat: Sowohl bei Flotten als auch in Privathaushalten werden private Ladestationen errichtet.

9. Umsetzung induktives Laden

Während momentan sämtliche Elektrofahrzeuge via Kabelverbindung geladen werden, gibt es bereits erste Anwendungen unter Alltagsbedingungen, die ein induktives Laden der Fahrzeuge ermöglichen. Offen ist, bis wann eine Marktdurchdringung dieser Technik erreicht wird und in welchem Ausmaß sie die Ladeinfrastruktur verändert.

Mögliche Entwicklungen:

Kein induktives Laden möglich: Das induktive Laden wird nicht auf dem Massenmarkt eingeführt. Die konduktive Ladeinfrastruktur bleibt bestehen.

Induktives Laden kommt schnell (2015): Das Ladesystem für induktives Laden wird schnell marktreif und löst das konduktive Laden ab.

Induktives Laden kommt langfristig (nach 2020): Das induktive Ladesystem wird erst langfristig eingeführt und ersetzt die konduktive Ladeinfrastruktur.

10. Verteilernetz

Aufgrund des voranschreitenden Ausbaus der erneuerbaren Energien und der damit verbundenen variablen Stromeinspeisung, kann es in den Elektrizitätsnetzen zu kritischen Belastungen kommen. Ein erhöhtes Aufkommen an (ungesteuert ladenden) Elektrofahrzeugen, stellen potenziell eine weitere Netzbelastung dar, die zu Netzengpässen führen können.

Mögliche Entwicklungen:

Keine Netzengpässe bis 2020: Trotz der Verbreitung von Elektrofahrzeugen kommt es bis 2020 zu keinen wesentlichen Netzengpässen.

Erste Engpässe 2012: Durch ungesteuerte Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen kommt es bereits ab 2012 zu ersten Netzengpässen.

Engpässe ab 2015: Erste nennenswerte Netzengpässe treten bei ungesteuerter Beladung erst ab 2015 auf.

11. Intelligentes Lademanagement (ILM)

Intelligentes Lademanagement soll die Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen gemäß der im Netz verfügbaren Leistung steuern und so Netzengpässe vermeiden.

Mögliche Entwicklungen:

Kein ILM: Auch nach dem Jahr 2020 setzt sich ein ILM nicht auf dem Markt durch.

ILM ab 2015: Ab 2015 wird das intelligente Lademanagement für Elektrofahrzeuge Standard.

ILM ab 2020: Das intelligente Lademanagement wird erst ab 2020 Standard.

FAHRZEUG

12. Kosten-Delta

Damit Elektrofahrzeuge langfristig mit VKM-Fahrzeugen auf dem Markt konkurrieren können, ist eine Annäherung der Lebenszykluskosten unbedingt erforderlich. Momentan ist dies vor allem aufgrund der hohen Kosten für Batteriesysteme noch nicht gegeben.

Mögliche Entwicklungen:

Kosten-Delta = 1: Aufgrund eines massiven Anstiegs der Rohölpreise und einer deutlichen Reduzierung der Batteriekosten entspricht das Kosten-Delta beider Antriebsarten 1.

Kosten-Delta = 1,2: Durch einen Anstieg der Rohölpreise und aufgrund einer signifikanten Senkung der Batteriekosten kann ein Kosten-Delta von 1,2 erreicht werden.

Kosten-Delta = 1,5 bis 1,7: Es kommt lediglich zu einem moderaten Anstieg der Rohölpreise. Außerdem können die Kosten für die Batterie nur geringfügig verringert werden.

13. Durchsetzung Antriebstypen

Das Antriebskonzept sowie die Reichweite der Fahrzeuge wird mit beeinflussen, ob und in welchem Umfang der Bedarf an öffentlicher und halböffentlicher Infrastruktur entsteht.

Mögliche Entwicklungen:

BEV: Elektrifizierte Antriebe werden hauptsächlich für Kurzstrecken in Ballungsräumen genutzt. Daher setzen sich überwiegend BEV durch, die die Anforderungen im urbanen Verkehr optimal erfüllen.

Mischung: Sowohl PHEV als auch BEV setzen sich im Massenmarkt durch.

PHEV: Vor allem aufgrund der Reichweitevorteile der Fahrzeuge setzen sich hauptsächlich PHEV durch.

14. Entwicklung Batterietechnik

Nicht nur eine positive Kostenentwicklung der Batteriesysteme wird die Weiterentwicklung der Elektromobilität positiv beeinflussen. Große Potenziale liegen auch in einer Erhöhung der Energiespeicherdichte und der Lebensdauer (Zyklusfestigkeit) von Batterien. Obwohl in die Erforschung von Batteriesystemen sehr viele Ressourcen investiert werden, sind die Entwicklungen auf diesen Gebieten nur schwer vorhersagbar.

Mögliche Entwicklungen:

Konservativ: Aufgrund der höheren Fertigungskapazitäten können Kostenreduktionen für Batteriesysteme erreicht werden. Allerdings bleiben signifikante Forschungserfolge hinsichtlich der Energiespeicherdichte und der Lebensdauer aus.

Optimistisch: Durch gezielte Grundlagenforschung können Fortschritte hinsichtlich Energie-speicherdichte und Lebensdauer erreicht werden. Auch die Produktionskosten können aufgrund gestiegener Nachfrage gesenkt werden.

15. Batteriesicherheit

Vor allem in der Vergangenheit wurden ausgiebige Diskussionen über die Sicherheit der in Elektrofahrzeugen verwendeten Batterien geführt. Auslöser hierfür waren bspw. Fälle von ausgebrannten Laptops, deren Akkus sich entzündeten.

Mögliche Entwicklungen:

Sicherheit gegeben: Die Sicherheitsstandards in den Elektrofahrzeugen sind so hoch, dass sie als gegeben gelten.

Sicherheit nicht gegeben: Die Batteriesysteme weisen immer noch Mängel hinsichtlich ihrer Sicherheit auf.

Mögliche Entwicklungen:

Schnelle Minimalstandardisierung: Aufgrund großer Anstrengungen aller Stakeholder und aufgrund der hohen Dringlichkeit, werden die grundlegendsten Standardisierungen bereits kurzfristig durchgesetzt.

Langsame Standardisierung: Die Standardisierungsbemühungen kommen sehr langsam voran, so dass parallel verschiedene Systeme entstehen. Langfristig setzt sich jedoch das Best-Practice System als Standard durch.

Keine Standardisierung: Da sich keine Standardisierung durchsetzt, können die Nutzer ihre Fahrzeuge nur an herstellereigene Ladestationen aufladen.

SCHNITTSTELLEN

16. Standardisierung (insb. Ladeschnittstelle)

Flächendeckende elektrische Mobilität ist nicht nur von der Dichte der Ladeinfrastruktur abhängig. Diese Infrastruktur muss darüber hinaus auch mit den vorhandenen Fahrzeugen kompatibel sein. Nicht nur die Frage ob, sondern auch die Frage wann diese Standardisierung eintritt ist bedeutend für die weitere Entwicklung.

17. Kompatible Zugangs- & Abrechnungsmodelle

Neben technischen Standardisierungen ist es ebenfalls wichtig, dass ein einheitliches Zugangs- und Abrechnungsmodell für die Ladestationen existiert, so dass die Nutzer die Stationen verschiedener Betreiber nutzen können.

Mögliche Entwicklungen:

Nur minimale Standards: Neben der schnellen technischen Standardisierung wird auch zeitnah ein einheitliches Zugangs- und Abrechnungsmodell eingeführt, welches kurzfristig verfügbar ist. Allerdings

wurden konnten in der Zeit nur grundlegende Standards festgelegt werden.

Langsame Standardisierung: Schleppende Standardisierungsbemühungen verhindern zunächst ein einheitliches Zugangs- & Abrechnungsmodell. Langfristig setzt sich das Best-Practice-System als Standard durch.

Keine Standardisierung: Da keine Standardisierung erreicht wird, können Nutzer nur auf betreiberspezifische Ladestationen mit gleichem Abrechnungssystem zurückgreifen.

KUNDEN

18. Nutzung der (semi-) öffentlichen Ladeinfrastruktur

Im Rahmen verschiedener Pilotprojekte wird in Deutschland vor allem durch Energieversorgungsunternehmen bereits eine Ladeinfrastruktur errichtet. Für die weitere Entwicklung der (semi-) öffentlichen Ladeinfrastruktur ist daher die Frage von Bedeutung, wie intensiv die bestehenden Ladestationen genutzt werden. Sollte die Nutzung sehr gering sein, so muss überprüft werden, ob ein weiterer Ausbau von den Kunden verlangt wird und aus wirtschaftlicher Sicht überhaupt sinnvoll ist.

Mögliche Entwicklungen:

Intensive Nutzung: Die Ladeinfrastruktur wird intensiv genutzt.

Gelegentliche Nutzung: Die Ladeinfrastruktur wird nur gelegentlich genutzt.

Keine oder nur punktuelle Nutzung: Die Nutzung der öffentlichen Ladeinfrastruktur ist gering.

19. Änderung Mobilitätsverhalten

Die Frage nach der Verbreitung der Elektromobilität ist unweigerlich mit der Bereitschaft zur Veränderung des Mobilitätsverhaltens verbunden. Besonders aufgrund der limitierten Reichweite der Elektrofahrzeuge bietet sich bspw. eine Integration in intermodale Mobilitätskonzepte an. Fraglich ist allerdings, ob es in weiten Teilen der Gesellschaft zu einem Umdenken kommt, oder ob bestehende Mobilitätsmuster beibehalten werden.

Mögliche Entwicklung:

Keine Änderung: Trotz ansteigender Betriebskosten und der allgegenwärtigen Klimadiskussion steht der persönliche Autobesitz für die meisten Verkehrsteilnehmer im Vordergrund. Besonders VKM-Fahrzeuge werden dabei nachgefragt.

>> 3. INFRASTRUKTURSZENARIEN

Sinkende PKW-Bindung: Aufgrund immer besserer Alternativen (z.B. intermodale Mobilitätskonzepte) und bestehender Bereitschaft zum Umdenken im Mobilitätsverhalten verringert sich die Bindung zu eigenen Personenkraftwagen.

Schwerpunkt ÖPNV: Durch die Förderung und den Ausbau des ÖPNV-Systems wird der ÖPNV immer wichtiger. Die Fahrten mit privaten PKW nehmen vor allem in Großstädten ab.

friedenheit. Es entsteht ein negatives Bild in der Öffentlichkeit, das durch bestehende Vorurteile und technische Restriktionen (z.B. Reichweite) verstärkt wird.

Bevor auf die unterschiedlichen Szenarien eingegangen wird, sollen zunächst unter Kapitel 3.1 die gemeinsamen Einflussfaktoren aller Szenarien dargestellt werden.

Anschließend werden die Szenarien im Einzelnen genauer beschrieben.

Die Abbildung auf der nächsten Seite zeigt eine Übersicht der Ausprägung der jeweiligen Einflussfaktoren in den einzelnen Szenarien.

20. Image Elektromobilität

Wie bei fast jeder technischen Innovation spielt das Image für die Nachfrageentwicklung eine entscheidende Rolle. Je positiver dieses ist, desto höher kann ein Anstieg der Nachfrage ausfallen. Die Elektromobilität ist von diesem Faktor besonders stark betroffen, da dieses Thema in der Presse häufig kontrovers diskutiert wird.

Mögliche Entwicklungen:

Positiv: Das Image von Elektromobilität ist in der Breite der Gesellschaft positiv verankert, da Elektrofahrzeuge u.a. als umweltfreundlich gelten und durch Elektromobilität auch positive Effekte auf dem Arbeitsmarkt erwartet werden.

Negativ: Durch fehlende Marktreife von Elektromobilität entsteht bei den ersten Nutzer dieses Mobilitätskonzeptes eine Unzu-

EINFLUSSFAKTOR		AUSPRÄGUNG		
STAATLICHER EINFLUSS	1. Regulierung Laden/Infrastruktur	Freier Markt	Regulierender Markt	Aufbau als PPP
	2. EU-Flottenziele (CO ₂)	Keine Verschärfung	Moderate Weiterentwicklung	Verschärfte Emissionsstandards
	3. Umweltzonen (lokale Immissionen)	Keine schnelle Verschärfung	Maßvolle Verschärfung	Drastische Verschärfung
	4. Monetäre & nicht monetäre Förderinst.	Ausbau Förderung	Verstetigung Förderung	Beendigung
INFRASTRUKTUR	5. Anforderungen an Ladeinfrastruktur	Simple technische Lösungen	Mischung	Kompl./high-end Produkte & MW Dienste
	6. Dichte Ladeinfrastruktur (öffentlich)	Fortsetzung Status	Hohe Dichte	Technologischer Fortschritt
	7. Dichte Ladeinfrastruktur (semi-öffentlich)	Nische	Mittlere Dichte	Technologischer Fortschritt
	8. Dichte Ladeinfrastruktur (heim)	Fortsetzung Status/ Schwerpunkt Dichte	Erweiterung von Flotte auf Privat	
	9. Umsetzung induktives Laden	kein induktives Laden möglich	Kommt schnell (2015)	Kommt langfristig (nach 2020)
	10. Verteilernetz	Keine Engpässe bis 2020	Erste Engpässe 2012	Engpässe ab 2015
FAHRZEUG	11. Intelligentes Lademanagement (ILM)	Kein ILM	ILM ab 2015	ILM ab 2020
	12. Kosten-Delta	1	1,2	1,5 bis 1,7
	13. Durchsetzung Antriebstypen	BEV	Mischung	PHEV
SCHNITTSTELLEN	14. Entwicklung Batterietechnik	Konservativ	Optimistisch	
	15. Batteriesicherheit	Gegeben	Nicht gegeben	
KUNDEN	16. Standardisierung (insb. Ladeschnittstelle)	schnelle Minimalstandardisierung	Langsam (bis 2015 oder 2020)	Keine
	17. Kompatible Zugangs- & Abrechnungsmodelle	Nur Minimalstandardisierung	Langsam (bis 2015 oder 2020)	Keine
KUNDEN	18. Nutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur	Intensive Nutzung	Gelegentliche Nutzung	Keine oder nur punktuelle Nutzung
	19. Anpassung Mobilitätsverhalten	Keine Änderung	Sinkende PKW-Bindung	Schwerpunkt ÖPNV
	20. Image Elektromobilität	Positiv	Bleibt Nische	Negatives Image

Abbildung 2: Ausprägung der Einflussfaktoren in den jeweiligen Szenarien

- Szenario A
- Szenario B
- Szenario C

3.1 GEMEINSAME EINFLUSSFAKTOREN

Alle drei Szenarien sehen eine Reihe ähnlicher und sogar identischer Entwicklungen voraus. Diese sollen im folgenden Abschnitt beschrieben werden, wobei der Übersicht halber die Clusterung der Einflussfaktoren beibehalten wurde.

Staatlicher Einfluss

Alle Szenarien gehen davon aus, dass die für 2012 beschlossene Verschärfung der CO₂-Standards für Flotten viele Automobilhersteller dazu bewegen wird die Innovation der Elektromobilität mitzugestalten und voranzutreiben. Allerdings besteht weiterhin ein Potenzial zur Verbesserung des Angebotes an elektrifizierten Fahrzeugen. Vor diesem Hintergrund gehen alle Szenarien davon aus, dass es zu einer moderaten oder sogar verschärften Weiterentwicklung der EU-Flottenziele kommen wird. Des Weiteren haben die Umweltzonen in der Vergangenheit bereits dazu beigetragen, dass in den betroffenen Städten die problematischen Immissionen gesenkt werden konnten. Allerdings strebt man eine weitere Verbesserung der lokalen Schadstoffwerte in den Umweltzonen an. Aus diesem Grund gehen alle Szenarien davon aus, dass die Regularien für den Zugang zu den Umweltzonen weiter verschärft werden. Darüber hinaus wird angenommen, dass in den Umweltzonen begünstigende Parkplatzsituationen für

Besitzer von Elektrofahrzeugen geschaffen werden, so dass die Anschaffung dieser Fahrzeuge vor allem in urbanen Räumen mit weiteren Anreizen unterstützt wird.

Da Elektromobilität zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Beitrages gegenüber konventionellen Antriebstechnologien bspw. hinsichtlich der Lebenszykluskosten oder der Reichweite unterlegen ist, gehen die Szenarien davon aus, dass die Bundesregierung die Förderung der Elektromobilität über 2011 hinaus fortsetzen wird.

Ladeinfrastruktur

Innerhalb der Modellregionen Elektromobilität werden Ladestationen mit unterschiedlichen technischen Ausstattungen errichtet. Die Szenarien gehen allerdings davon aus, dass die wesentlichen Schnittstellen kurzfristig standardisiert werden. Da den Kunden dennoch ein Überblick über verschiedene Techniken gegeben wird, gehen die Szenarien weiter davon aus, dass bis 2020 die Anforderungen der Kunden an die Ladeinfrastruktur aufgrund des Technologievergleiches im Laufe der Zeit wachsen werden.

Die Szenarien gehen davon aus, dass nicht nur die monetäre Förderung der Elektromobilität von Seiten der Regierung nach 2011 fortgesetzt wird. Darüber hinaus wird von Kommunen Elektromobilität durch die

Bereitstellung von Parkplätzen mit Lademöglichkeit unterstützt. Dies soll den Ausbau der Ladeinfrastruktur durch die Betreiber begünstigen und bis 2020, so wird vermutet, wird eine öffentliche Ladeinfrastruktur mit hoher Dichte entstehen.

Durch die bereits unter Kapitel 2 beschriebene Netzproblematik um den Ausbau der erneuerbaren Energien und durch ein erhöhtes Aufkommen an Elektrofahrzeugen gehen die Szenarien davon aus, dass es zu Netzengpässen im Verteilernetz kommen wird. Allerdings tritt dieses Problem in den Szenarien zu unterschiedlichen Zeitpunkten ein. Um dieses Problem zu beheben soll ein intelligentes Lademanagementsystem implementiert werden.

Fahrzeug

Obwohl die exakte Entwicklung der Lebenszykluskosten (bzw. des Kosten-Delta) in den Szenarien unterschiedlich ausgeprägt ist, kann festgehalten werden, dass alle Szenarien von einer Kostenreduktion der Elektrofahrzeuge ausgehen. Der Grund für diese Entwicklung ist, dass in der Batterieproduktion und in der Serienfertigung von Elektrofahrzeugen vermutlich Kosten gesenkt werden können. Allerdings schwanken die Kostensenkungen in den einzelnen Szenarien. Eine klarere Tendenz kann bereits hinsichtlich der Entwicklung der Batterietechnik beobachtet werden. Diese wird laut der

Szenarien bis 2020 aufgrund der großen Forschungsbemühungen sowohl hinsichtlich der Speicherkapazität als auch hinsichtlich der Lebensdauer verbessert werden.

Auch bei der Batteriesicherheit handelt es sich um einen Faktor, dessen Entwicklung abzusehen ist und von den Szenarien als gegeben angenommen werden kann. Die Sicherheit von Lithium-Ionen Akkumulatoren, ist bereits seit langem auf sehr hohem Niveau. Die Integration der Batteriesysteme in die Elektrofahrzeuge wird ebenfalls unter hohen Sicherheitsanforderungen geplant, so dass in 2020 Sicherheitsaspekte vermutlich nicht mehr als bedenklich angesehen werden.

Schnittstelle

Da das Thema Standardisierung eine sehr wichtige Grundvoraussetzung für die positive Entwicklung von Elektromobilität ist, gehen alle Szenarien davon aus, dass sich erste grundlegende Standards für die Ladeinfrastruktur kurzfristig durchsetzen. Dies gilt sowohl für die technische Standardisierung der Ladeschnittstellen, wie bspw. Steckerverbindungen oder Sicherheitsmechanismen, als auch für die Standardisierung der Zugangs- und Abrechnungsmodelle.

Kunden

Hinsichtlich des Mobilitätsverhaltens lassen sich ebenfalls klare Tendenzen erkennen, die in allen Szenarien als gegeben betrachtet werden. Hierzu gehört bspw., dass die Bindung der Verkehrsteilnehmer an einen privaten PKW vor allem in urbanen Räumen deutlich an Bedeutung verlieren wird. Außerdem gehen die Szenarien davon aus, dass sich der motorisierte Individualverkehr in den kommenden Jahren verteuern wird. Des Weiteren gehen die Szenarios davon aus, dass sich im Laufe der Zeit ein positives Image der Elektromobilität durchsetzen wird. Dieses wird vermutlich nicht nur aufgrund der ökologischen Vorteile des Mobilitätskonzeptes entstehen. Auch die technischen Innovationen, der Infrastrukturausbau und die Steigerung der Zuverlässigkeit der Fahrzeuge, von denen die Szenarien ausgehen, werden zu dieser Entwicklung beigetragen.

3.2 SZENARIO A: „VERSCHÄRFTE CO₂-STANDARDS“

Wie der Name des Szenarios bereits verrät, ist das Szenario A geprägt durch eine Verschärfung des CO₂-Flottenzieles für die Fahrzeughersteller. Der Infrastrukturaufbau wird im Rahmen eines ÖPP-Modells organisiert. Des Weiteren ist bei diesem Szenario prägnant, dass sich vor allem PHEV auf dem Markt durchsetzen und HEV ablösen.

Kostenäquivalenz mit VKM-Fahrzeugen wird (nach dem Lebenszykluskosten-Ansatz) nicht erreicht.

Staatlicher Einfluss

Szenario A geht davon aus, dass der Aufbau von Ladeinfrastruktur eine öffentliche Aufgabe ist und in Form eines ÖPP-Modells organisiert wird. Hierfür wird angenommen, dass private Unternehmen und die öffentliche Hand gemeinsam Infrastruktur aufbauen, betreiben und finanzieren. Dabei sollen sowohl öffentliche als auch privatwirtschaftliche Interessen gewährleistet werden.

Die unter Kapitel 3.1 beschriebene Verschärfung der EU-Flottenziele für Fahrzeugflotten kommt in diesem Szenario besonders zum Tragen. Szenario A geht davon aus, dass die Regierung die Standards im Rahmen eines ambitionierten Klimaabkommens bis zum Jahr 2015 auf 95 g CO₂/km senkt. In 2020 soll eine weitere Verschärfung anstehen, so dass die Fahrzeughersteller hohe Anreize haben, weitere HEV, BEV und PHEV auf dem Markt zu platzieren. Auch der Zugang zu Umweltzonen wird laut Szenario A verschärft. So haben VKM-Fahrzeuge der mit gelber Plakette mittelfristig keinen Zugang zu den Umweltzonen. Bis 2020 werden die Zugangsbestimmungen weiter verschärft und selbst Fahrzeuge mit grüner Plakette sollen nur noch begrenzte

Zugangsrechte haben. Diese Verschärfung geht mit der Förderung von Lademöglichkeiten und speziellen Parkplätzen für Elektrofahrzeuge einher.

So sieht dieses Szenario vor, dass ab 2020 den Elektrofahrzeug-Besitzern nach der Anmeldung ihrer Elektrofahrzeuge in Wohnnähe Zugang zu einer Ladestation garantiert werden soll. Auch das Parken in den Stadtzentren soll ab 2020 ausschließlich den Besitzern von Elektrofahrzeugen gestattet werden. Dadurch werden vor allem in den Umweltzonen Anreize geschaffen, um auf elektrifizierte Fahrzeuge umzusteigen.

Nachdem im Jahr 2011 die Förderung der Elektromobilität im Rahmen des Konjunkturpaketes II ausläuft, geht Szenario A davon aus, dass die Fördermaßnahmen nach diesem Zeitraum zunächst in Form einer Technologieförderung fortgeführt werden. Dabei soll im Besonderen die Weiterentwicklung der Fahrzeug- und Batterietechnik gefördert werden, da dieser Bereich großes Entwicklungspotenzial aufweist.

Ladeinfrastruktur

Während angenommen wird, dass die Dichte der öffentlichen Ladestationen hoch sein wird, kommt der Ausbau der semi-öffentlichen Ladeinfrastruktur laut Szenario A nur bedingt voran. Da Elektromobilität jedoch

vermutlich immer mehr Nutzer finden wird und auch das Image dieses Mobilitätskonzeptes sehr positiv ist, können privatwirtschaftliche Unternehmen Anreize haben, ihren Kunden Parkplätze mit Lademöglichkeit zur Verfügung zu stellen. Allerdings stehen diese Image-Anreize noch immer Wirtschaftlichkeitsüberlegungen entgegen, so dass die Ausbaubemühungen bis 2020 in diesem Bereich nur als mäßig eingeschätzt werden. Der Ausbau der Heim-Ladestationen auf privatem Gelände wird laut diesem Szenario im Gegensatz dazu wesentlich höher sein. Dabei wird nicht nur bei privaten Fahrzeugflotten, sondern auch bei Privatpersonen der Ausbau weiter vorangetrieben. Der Vorteil der Nutzung einer Heim-Ladestation besteht für Privatpersonen hauptsächlich darin, dass das Laden auf dem privaten Parkplatz komfortabler ist und längere Ladezeiten keine Einschränkung darstellen. Außerdem sieht das Szenario vor, dass das induktive Laden bis 2020 marktreife erreicht hat und die konduktive Ladeinfrastruktur ab diesem Zeitpunkt langsam abgelöst wird.

Das Szenario geht davon aus, dass Elektromobilität bereits bis 2015 deutlich stärker verbreitet sein wird, als es beim Netzausbau der Verteilernetze berücksichtigt wird. Für die hohen Lasten, die durch ladende Elektroautos entstehen, sind die Verteilernetze somit vermutlich nicht ausgelegt. Daher kommt es in diesem Szenario ab 2015 zu ersten Netzengpässen, wobei dieses

Problem durch den Ausbau dezentraler Energieerzeugungssysteme (z.B. Photovoltaikanlagen) verstärkt wird. Um diesen Missstand zu beheben, wird ein intelligentes Lademanagementsystem entwickelt. Allerdings wird angenommen, dass dieses System erst ab 2020 die entsprechende Marktreife erreicht und zur Verfügung steht.

Fahrzeug

Szenario A geht davon aus, dass bis 2020 das Kosten-Delta der Lebenszykluskosten von Elektrofahrzeugen deutlich gesenkt werden kann und nur noch 1,2 betragen wird. Der Grund hierfür wird vor allem in günstigeren Batteriesystemen gesehen, die laut Szenario A einen Preis von 400 \$ bis 500 \$ je kWh erreichen werden. Auch das Anlaufen der Serienfertigung von Elektrofahrzeugen unterstützt die Kostenreduktion. Der Anstieg des Ölpreises (auf ca. 150 \$ bis 200 \$ je Barrel), von dem in Szenario A ausgegangen wird, trägt vermutlich ebenfalls dazu bei, dass die Kostendifferenz gesenkt wird. Dennoch kann zwischen den Antriebskonzepten vermutlich keine komplette Kostenäquivalenz erreicht werden. Dies stellt einen wichtigen Grund dar, warum sich viele Verkehrsteilnehmer weiterhin für VKM-Fahrzeuge entscheiden.

Das elektrifizierte Antriebskonzept, das sich in diesem Szenario hauptsächlich am Markt durchsetzen wird, sind PHEV. Ausschlaggebend hierfür ist, dass sich PHEV aufgrund ihres Verbrennungsmotors und des Zusatztanks sowohl für Langstrecken genutzt werden können, als auch aufgrund der positiven Entwicklung der Batterietechnik auf mittleren Strecken rein elektrisch und damit lokal emissionsfrei fahren können.

Kunden

Das Kundenverhalten hinsichtlich der Nutzung der (semi-)öffentlichen Ladeinfrastruktur variiert bei den unterschiedlichen Szenarien. Szenario A geht davon aus, dass die (semi-) öffentliche Ladeinfrastruktur nur gelegentlich genutzt wird. Heim-Ladestationen dagegen werden häufiger zum Laden der Fahrzeuge verwendet.

3.3 SZENARIO B: „REGULIERTE INFRASTRUKTUR“

Besonders markant für das Szenario B ist, dass der Ladeinfrastrukturausbau auf einem regulierten Markt erfolgt und die Ladestationen als Teil des Verteilernetzes angesehen werden. Außerdem werden ebenfalls Umweltauflagen durch die öffentliche Hand verschärft. Allerdings geschieht dies nicht in dem Ausmaß, wie es in Szenario A angenommen wird.

Staatlicher Einfluss

Man geht in Szenario B davon aus, dass die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge als Teil des Verteilernetzes betrachtet wird und der Ausbau durch einen regulierten Markt erfolgt. Demnach sind die jeweiligen Verteilernetzbetreiber für den Aufbau und den Betrieb der Infrastruktur verantwortlich. Vorstellbar ist, dass die Verteilernetzbetreiber bestimmte Vorgaben (z.B. hinsichtlich der Dichte der Ladeinfrastruktur) einhalten müssen, die von der öffentlichen Hand vorgegeben werden. Da die Ladestationen Teil des Verteilernetzes sind, müssen sie einen diskriminierungsfreien Zugang für Stromlieferanten aufweisen.⁷ Weiterhin wird angenommen, dass die Finanzierung der Ladeinfrastruktur in diesem Szenario über die Netzentgelte erfolgt.

Auch in Szenario B geht man davon aus, dass aufgrund der positiven Entwicklung des Angebotes an Elektroautos durch die Einführung von EU-Flottenziele nach dem ersten vereinbarten Richtwert für 2012 eine weitere Verschärfung dieser Standards eintritt. Diese fallen allerdings moderat aus, so dass die Fahrzeuge bis 2020 lediglich durchschnittliche Emissionswerte von 95 g CO₂/km einhalten müssen. Auch die Rahmenbedingungen in Umweltzonen werden in Szenario B weiter verschärft, obwohl dies weniger drastisch ausfällt als es in Szenario

A der Fall ist. Hier wird davon ausgegangen, dass ab 2012 Fahrzeuge mit roter Plakette keinen Zugang mehr zu den Umweltzonen haben. Ab 2015 soll dieser auch den Fahrzeugen mit gelber Plakette verwehrt werden. In den Umweltzonen sollen des Weiteren den Elektrofahrzeug-Besitzern Anreize durch die Möglichkeit zu privilegiertem Parken gegeben werden.

Die Förderung von Elektromobilität wird laut Szenario B verstetigt. Das bedeutet, dass nach dem Ablauf der ersten Förderung durch das Konjunkturpaket II weiterhin eine Technologieförderung besonders hinsichtlich der Batterietechnik stattfindet. Allerdings wird davon ausgegangen, dass die finanzielle Förderung ab 2015 reduziert wird. Darüber hinaus werden auch nicht monetäre Anreize (z.B. privilegiertes Parken) für Elektrofahrzeug-Besitzer geschaffen.

Ladeinfrastruktur

Szenario B geht ebenfalls davon aus, dass bis 2020 der Ausbau der semi-öffentlichen Ladeinfrastruktur nur geringfügig vorankommt und die Dichte eher gering sein wird. Hauptsächlich aus Werbezwecken werden vereinzelt Ladestationen auf öffentlich zugänglichen Privatparkplätzen, wie z.B. Kundenparkplätzen, installiert. Allerdings stellt dies lediglich eine Nische dar. Die Dichte der Ladeinfrastruktur für die Heim-Anwendung ist in diesem Szenario differenziert zu

Fahrzeug

betrachten. Szenario B geht davon aus, dass die private Ladeinfrastruktur für Fahrzeugflotten eine wesentlich höhere Dichte vorweist als bei Privatpersonen. Der Grund dafür ist, dass bei Firmen eine höhere Zahlungsbereitschaft besteht als bei Privatpersonen und dass auch die Infrastrukturbetreiber Flotten günstiger mit Ladestationen ausstatten und betreiben können.

In Szenario B geht man davon aus, dass das induktive Laden schneller zur Marktreife geführt werden kann. So wird angenommen, dass dieses Ladesystem bereits ab 2015 zur Verfügung steht und aufgrund der Vorteile dieser Ladetechnik die konduktive Ladeinfrastruktur ab diesem Zeitpunkt schrittweise abgelöst wird.

Da Szenario B davon ausgeht, dass sich Elektromobilität schnell verbreitet und auch die dezentrale Stromeinspeisung die Verteilernetze vor Belastungsproben stellt, kommt es bereits ab 2012 zu ersten Netzengpässen im Verteilernetz. Die Entwicklung eines intelligenten Lademanagementsystems, das die Stabilität der Verteilernetze wieder garantieren soll, kann erst bis 2015 realisiert werden.

Szenario B geht, genau wie Szenario A, davon aus, dass in 2020 die Herstellungskosten für Elektrofahrzeuge verglichen mit heute deutlich reduziert werden können und ein Batteriesystem für ca. 400 € bis 500 € je kWh (inkl. Package) angeboten werden kann. Durch eine Erhöhung der Rohölpreise auf ca. 150 \$ bis 200 \$ je Barrel, können des weiteren Kostenvorteile der Elektrofahrzeuge im Betrieb erzielt werden. Dennoch wird davon ausgegangen, dass keine Kostenäquivalenz erreicht wird und das Kosten-Delta im Jahr 2020 bei 1,2 liegt.

Weiterhin geht Szenario B davon aus, dass sich als elektrifizierte Antriebstypen sowohl BEV als auch PHEV durchsetzen werden, da beide für unterschiedliche Anwendungen genutzt werden. PHEV ersetzen hauptsächlich VKM-Fahrzeuge, die teilweise Langstrecken zurücklegen während BEV hauptsächlich im Stadtverkehr genutzt werden und dort ihre Vorteile zum Tragen kommen.

Kunden

Wie bereits unter Kapitel 3.1 beschrieben, ist die Dichte der öffentlichen Ladeinfrastruktur recht hoch und wird darüber hinaus durch eine geringe Anzahl an semi-öffentlichen Ladestationen ergänzt. Dennoch geht Szenario B davon aus, dass diese öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur

⁷ Nach dem EnWG hat „jedermann“ das Recht auf Netzzugang.

von den Elektrofahrzeug-Besitzern nur gelegentlich genutzt wird.

3.4 SZENARIO C: „MEHRKOSTENFREIE ELEKTROMOBILITÄT“

Szenario C unterscheidet sich in einigen Punkten klar von den anderen beiden Szenarien. So wird in diesem Szenario bspw. davon ausgegangen, dass der Aufbau der Ladeinfrastruktur über den freien Markt erfolgt. Außerdem ist für dieses Szenario prägnant, dass Elektrofahrzeuge und VKM-Fahrzeuge bis in 2020 Kostenäquivalenz erreichen. Des Weiteren zeichnet dieses Szenario aus, dass, neben der Technologie-, auch eine Nutzerförderung für Elektromobilität existiert.

Staatlicher Einfluss

In Szenario C ist der Einfluss der öffentlichen Hand auf den Ausbau der Ladeinfrastruktur am geringsten, da er über den freien Markt erfolgt und nicht reguliert wird. Das bedeutet, dass von jedem Privatunternehmen Ladestationen errichtet werden können, soweit ordnungsrechtliche Bestimmungen bei der Errichtung der Ladestation eingehalten werden. Die Ladestationen werden demnach als nachgelagerte Objekte betrachtet, die nicht Bestandteil des Verteilernetzes sind.

Genau wie in Szenario A wird in diesem Szenario davon ausgegangen, dass eine deutliche Verschärfung der EU-Flottenziele für die hergestellten Fahrzeuge der Fahrzeughersteller erfolgt. Demnach sollen zunächst in einem Zwischenschritt in 2015 die EU-Flottenziele auf durchschnittlich 95 g CO₂/km herabgesenkt werden, bevor 2020 eine weitere Reduzierung ansteht. Auch die Zugangsbedingungen zu den Umweltzonen werden in gleichem Ausmaß, wie es in Szenario A beschrieben wurde, verschärft. So erhalten Fahrzeuge der mit roter Plakette ab 2012 und Fahrzeuge mit gelber Plakette ab 2015 keinen Zugang mehr zu den Umweltzonen. Ab 2020 werden Fahrzeuge mit grüner Plakette nur noch teilweise in den Umweltzonen zugelassen. Außerdem dürfen in den Umweltzonen und Stadtzentren nur Elektrofahrzeuge parken.

In Szenario C wird darüber hinaus angenommen, dass die Förderung von Elektromobilität nach 2011 nicht nur verstetigt, sondern sogar ausgebaut werden soll. Begründet wird diese Entscheidung mit dem Willen der Bundesregierung „Deutschland zum Leitmarkt Elektromobilität“ zu entwickeln. Daher werden laut diesem Szenario nicht nur Forschungsprojekte mit Geldern oder Steuererlässen unterstützt, sondern es soll auch mittelfristig eine Nutzerförderung durchgesetzt werden. Das bedeutet, dass der Kauf von Elektrofahrzeugen finanziell (z.B. durch Zuzahlung oder Steuererlass) unterstützt wird. Zusätzlich wird angenom-

men, dass die Regierung auf die Erhebung einer Autostromsteuer verzichtet.

Ladeinfrastruktur

Ein Unterschied zu den Szenarien A und B stellt auch die Entwicklung der semi-öffentlichen Ladeinfrastruktur dar. In Szenario C wird angenommen, dass aus Image-Gründen von vielen Privatunternehmen Ladestationen auf ihren öffentlichen Parkplätzen aufgestellt werden. Da die Elektrofahrzeug-Besitzer dieses Angebot wahrnehmen, wird die semi-öffentliche Ladeinfrastruktur weiter ausgebaut und gewinnt neben der öffentlichen Ladeinfrastruktur an Bedeutung. Begünstigt wird dies durch den Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur, der durch die Organisation über den freien Markt langsamer voranschreitet, als es bspw. bei einem Ausbau durch eine ÖPP der Fall wäre. Szenario C geht ebenfalls davon aus, dass die Heim-Ladestationen immer wichtiger und intensiv genutzt werden. Dabei wird diese Lademöglichkeit sowohl von Fahrzeugflotten als auch von Privatpersonen auf ihren Privatparkplätzen genutzt. Die Dichte der Heim-Ladeinfrastruktur ist demnach ebenfalls als hoch einzuschätzen.

Szenario C geht davon aus, dass das induktive Laden bis 2020 zum einen keine Marktreife erlangt und zum anderen Elektromobilität in Form eines konduktiven Ladesys-

tems aufgebaut wurde und eine Umstellung zum induktiven Laden nur durch einen großen Kraftakt erfolgen kann. Daher wird dieses Ladesystem das konduktive Laden nicht verdrängen und die konduktive Ladeinfrastruktur bleibt auch nach 2020 bestehen.

Szenario C geht ebenfalls davon aus, dass es durch die große Anzahl an Elektroautos, die vermutlich in den nächsten Jahren in Deutschland zugelassen werden und durch die zunehmende dezentrale Stromerzeugung zu Engpässen in den Verteilernetzen kommen wird. Dabei wird vermutet, dass diese ab dem Jahr 2015 auftreten. Im Vergleich zu den Szenarien A und B wird in diesem Szenario allerdings angenommen, dass bereits im Vorfeld ein intelligentes Lademanagementsystem entwickelt wurde, das bereits ab 2015 eingesetzt werden kann. Daher kann den Netzengpässen frühzeitig entgegnet werden.

Fahrzeug

Wie bereits einleitend beschrieben, wird angenommen, dass das Kosten-Delta in Szenario C mit dem Faktor 1 angenommen wird und Kostenäquivalenz zwischen den Lebenszykluskosten der Elektrofahrzeuge und der VKM-Fahrzeuge besteht. Begründet wird diese Entwicklung mit den sehr hohen Rohölpreisen im Jahr 2020, die in diesem Szenario mit 200 \$ bis 300 \$ je Barrel angenommen werden. Außerdem

geht man in Szenario C von einer deutlichen Kostenreduktion der Batteriesysteme aus, die zu dieser Zeit nur noch Kosten in Höhe von ca. 300 € bis 400 € (inkl. Package) je kWh betragen sollen.

In Szenario C wird angenommen, dass sich sowohl PHEV als auch BEV am Markt als Antriebskonzept durchsetzen. Dies wird wiederum damit erklärt, dass die beiden Antriebsarten individuelle Vorteile haben, die für unterschiedliche Kundengruppen zur Kaufentscheidung führen.

Kunden

Szenario C unterscheidet sich auch hinsichtlich des Kundenverhaltens von den anderen Szenarien. So wird in diesem Szenario angenommen, dass die (semi-) öffentliche Ladeinfrastruktur von den Elektrofahrzeug-Besitzern besser angenommen und wesentlich intensiver genutzt wird.

>> 4. IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Durch die Beschreibung der Szenarien konnten einige Implikationen identifiziert werden, die einen Einfluss auf die Entwicklung der Elektromobilität haben. Diese sind im folgenden Kapitel ausformuliert worden. Ergänzend werden Handlungsempfehlungen abgeleitet, die teilweise auf alle und teilweise nur auf einzelne Szenarien zutreffen.

4.1 GEMEINSAME IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

In allen drei Szenarien wird von einer Verschärfung der CO₂-Standards ausgegangen. Dies hat zur Folge, dass die Automobilhersteller technische Innovationen zur CO₂-Reduzierung vorantreiben müssen, um diese Richtlinien einhalten zu können. Dabei stellen das Downsizing, die Hybridisierung von PKW aber vor allem der Verkauf von PHEVs und BEVs eine Möglichkeit zur Erreichung dieser Ziele dar. Im Falle einer drastischen Verschärfung, wie es in Szenario A und Szenario C angenommen wird, dürften alleine durch Downsizing diese Ziele nicht erreicht werden können. Daher besteht für die Fahrzeughersteller die Notwendigkeit weitere Elektrofahrzeuge in ihren Produktportfolio aufzunehmen. Allerdings ist es wichtig, dass eine solche Verschärfung zu einem frühen Zeitpunkt angekündigt wird, damit entsprechende Maßnahmen von den Fahrzeugherstellern ergriffen werden können.

Die Verschärfung der Umweltzonen, von der alle Szenarien ausgehen, kann in urbanen Zentren zur Verbreitung der Elektromobilität beitragen. Besonders in Szenario A und Szenario C wäre dies der Fall, da hier die Rahmenbedingungen noch strikter sind. Um diesen Effekt zu erreichen sollten allerdings eindeutige Emissionsrichtlinien angekündigt werden, so dass vor allem Anwohner eine entsprechende Reaktionszeit zur Verfügung haben. Außerdem ist es wichtig, dass rechtzeitig ordnungsrechtliche und städtebauliche Rahmenbedingungen geschaffen werden, um bspw. privilegierte Parkplätze für Elektrofahrzeuge schaffen zu können, Busspuren für Elektrofahrzeuge zugänglich machen zu können und Ladestationen im öffentlichen Raum definieren zu können. Diese Maßnahmen sollten im Rahmen eines ganzheitlichen, nachhaltigen Verkehrskonzeptes geplant werden.

In allen Szenarien wird angenommen, dass in Zukunft Netzengpässe im Verteilernetz auftreten. Zwar geschieht dies laut der Szenarien zu jeweils unterschiedlichen Zeitpunkten, allerdings wird hieraus eindeutig ein Handlungsbedarf aufgedeckt. Um diese Engpässe zu vermeiden gibt es die Möglichkeit das Verteilernetz rechtzeitig auszubauen oder ein entsprechendes Lademanagementsystem zu entwickeln. Besonders wichtig ist dies auch aufgrund der hohen Wachstumsraten der installierten Nennleistung erneuerbarer Energien. Bei der Ent-

wicklung eines Lademanagementsystems muss darauf geachtet werden, dass es sich um eine überregionale Lösung handelt, die idealerweise durch Kooperationen oder im Rahmen einer gemeinsamen IKT-Plattform und als Teil eines Smart Grid Systems entwickelt wird. Zusätzlich zu technischen Aspekten des intelligenten Lademanagementsystems müssen auch sinnvolle Anreize für Elektrofahrzeug-Nutzer geschaffen werden, damit sich diese am intelligenten Lademanagement bzw. an einem Smart Grid System beteiligen und ihre Fahrzeuge bspw. zum gesteuerten Laden zur Verfügung stellen. Wichtig dabei ist, dass besonders die Heim-Ladestationen, trotz höherer Kosten, mit dem System ausgestattet sind, da bei letzteren meist höhere Standzeiten zum gesteuerten Laden zur Verfügung stehen. Dies spielt besonders bei den Szenarien A und C eine Rolle, da hier die Heim-Ladestationen sowohl bei Flotten als auch bei Privatpersonen häufig genutzt werden.

Alle Szenarien gehen davon aus, dass sich das Kosten-Delta der Lebenszykluskosten von Elektrofahrzeugen und VKM-Fahrzeugen bis 2020 annähern wird. Dies ist ein wichtiger Punkt, ohne den die Elektromobilität in den nächsten Jahrzehnten nur ein geringeres Entwicklungspotenzial hätte. Besonders eine positive Entwicklung der Batterietechnik ist hierfür entscheidend.

Durch die schnelle Standardisierung der grundlegenden Schnittstellen, von der in

allen Szenarien ausgegangen wird, könnten für die Entwicklung der Elektromobilität einige positive Effekte entstehen. So könnte bspw. die technische Weiterentwicklung der Ladestationen auf Basis der bestehenden Standards ausgebaut werden und so weitere Innovationen, die diese Standards berücksichtigen, entstehen. So könnten Innovationen schneller verbreitet werden und die Akzeptanz der Elektrofahrzeug-Nutzer hinsichtlich der Ladeinfrastruktur somit verbessert werden. Für den Fall, dass zunächst ein Aufbau ohne Standards erfolgt, könnten auf die Ladeinfrastrukturbetreiber später Umrüstkosten zukommen. Diese würden durch eine schnelle Standardisierung wahrscheinlich vermieden. Des Weiteren hat eine schnelle Standardisierung den Vorteil, dass verbesserte Mobilitätsvoraussetzungen bezüglich der Reichweite geschaffen werden, da die Nutzer beim Laden ihrer Elektrofahrzeuge nicht auf herstellereigene Ladestationen angewiesen sind.

Obwohl eine schnelle Standardisierung meist positive Effekte auf die Entwicklung der Elektromobilität hat, kann dies auch negative Folgen haben. So besteht bei einer frühen Standardisierung bspw. die Gefahr, dass suboptimale Lösungen fixiert werden. Daher sollte im Vorfeld eine sehr genaue Prüfung der Standards stattfinden.

Durch die sinkende individuelle PKW-Bindung, von der alle Szenarien ausgehen, entstehen weitere Entwicklungsmöglichkeiten

der Elektromobilität. So rücken bspw. intermodale Verkehrskonzepte, bei denen Elektrofahrzeuge eine bedeutende Rolle spielen können, immer mehr in den Fokus der Verkehrsteilnehmer. Elektrofahrzeuge passen gut in die Nutzung von Carsharingflotten, da sie einerseits zumeist ausreichende Standzeiten haben und andererseits die Fahrstrecken der Carsharingfahrzeuge deutlich unter der maximalen Reichweite eines Elektroautos liegen. Auch die Kombination des ÖPNV mit Carsharingkonzepten kommt für eine Integration von Elektrofahrzeugen in Frage. Begünstigt wird der Einsatz von Elektrofahrzeugen in diesen Verkehrskonzepten aufgrund des positiven Images, welches die Elektrofahrzeuge laut den Szenarien allgemein und bei den Nutzern intermodaler Verkehrskonzepte im Besonderen haben. Außerdem gewinnt die Entwicklung hin zu alternativen Verkehrskonzepten auch durch die Verteuerung des motorisierten Individualverkehrs vermutlich an Bedeutung, von der die Szenarien ausgehen.

4.2 IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN AUS SZENARIO A: „VERSCHÄRFTE CO₂-STANDARDS“

Bei diesem Szenario erfolgt der Ausbau der Ladeinfrastruktur durch die Organisationsform eines ÖPP. Dabei könnte der Ausbau sowohl zentral (durch ein ÖPP) oder regional (durch mehrere regionale ÖPP) organisiert werden. Da laut Szenario A der Ausbau

vermutlich eher zentral durch eine Gesellschaft erfolgt, entstehen hieraus Effekte für die Entwicklung der Elektromobilität. So fällt durch diese Organisationsform die Durchsetzung von Standards leichter, da der Ausbau nur durch einen Marktteilnehmer und dadurch unter geringerem Abstimmungsbedarf erfolgt. Hierdurch können die Standards wesentlich schneller festgelegt werden. Da die öffentliche Hand außerdem beim Ausbau der Infrastruktur auch distributive Effekte berücksichtigen kann, ist bei dieser Organisationsform eher vorstellbar, dass zwecks flächendeckender Versorgung Ladeinfrastruktur auch an umsatzschwachen Standorten errichtet wird. Außerdem könnte die ÖPP die Preise für Strom an öffentlichen Ladestationen niedrig ansetzen und dadurch die Nutzer von Elektrofahrzeugen und die öffentliche Ladeinfrastruktur fördern.

Da man in Szenario A davon ausgeht, dass die Auslastung der öffentlichen Ladeinfrastruktur nur mäßig ist, muss der Ausbau der Ladeinfrastruktur sorgfältig geplant werden. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass einerseits eine flächendeckende Infrastruktur entsteht, und andererseits der Ausbau kosteneffizient erfolgt. Daher wird eine genaue Planung vorausgesetzt, in der auch die Ziele des Infrastrukturaufbaus und der Entwicklung der Elektromobilität exakt beschrieben werden müssen. In folgendem Szenario B, in dem ebenfalls von einer eher geringen Nutzung der (semi-)

öffentlichen Ladeinfrastruktur ausgegangen wird, besteht dieses Problem in ähnlichem Ausmaß.

4.3 IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN AUS SZENARIO B: „REGULIERTE INFRASTRUKTUR“

Die Auswirkungen der Organisation des Infrastrukturaufbaus durch einen regulierten Markt sind stark abhängig von der Form der Regulierung und Ihrer institutionellen Ausgestaltung. Erfolgt die Regulierung durch eine zentrale Institution, ist wie bei Szenario A denkbar, dass einheitliche Standards schnell durchgesetzt werden können. Die Geschwindigkeit des Aufbaus hängt von den Anreizen der regulierten Unternehmen ab, die vor allem durch die Finanzierungsvereinbarungen bzw. die Vergütungsregel bestimmt werden.

Szenario B geht davon aus, dass die Finanzierung des Ladeinfrastrukturaufbaus über die Netzentgelte erfolgt und somit auf sämtliche Stromkunden verteilt wird. Vorteilhaft an dieser Organisationsform ist, dass der Infrastrukturausbau und die Standardisierung schneller erfolgen können als auf dem freien Markt. Der Grund dafür ist, dass die öffentliche Hand technische Richtlinien oder Standards festlegen kann, welche die Netzbetreiber einhalten müssen, um Ladestationen in ihrem Verteilernetz integrieren zu können. Außerdem ist die Anzahl der

Infrastrukturbetreiber begrenzt, wodurch sich die Abstimmungskosten verringern können. Da die Finanzierung der Ladestationen aus Sicht der Betreiber garantiert ist, fördert dies einen schnellen Aufbau der Infrastruktur.

Wichtig ist bei dieser Finanzierungsform, dass der Verteilernetzbetreiber durch die Regulierungsbehörde Anreize für eine effiziente Bereitstellung (hinsichtlich Menge, Kosten und lokaler Aufstellung) der Ladeinfrastruktur erhält. Ein weiterer Aspekt, der bei dieser Finanzierungsform beachtet werden muss, sind die steigenden Netzentgelte. Dies kann einerseits als problematisch angesehen werden, da die Kosten nicht verursachergerecht verteilt werden und auch Stromkunden, die keinen Nutzen durch den Ausbau der Ladeinfrastruktur haben, die Infrastruktur mitfinanzieren müssen. Andererseits dürften die Kosten für den einzelnen Stromkunden im Vergleich zu den übrigen Kosten der Netzinfrastruktur eher gering sein. Ergänzend ist zu überlegen, ob bei einem Ausbau durch einen regulierten Markt alternative Finanzierungsmodelle außerhalb der bestehenden Verteilernetze Erfolg versprechen könnten.

Allgemein sollte bei einem Ausbau der Infrastruktur durch einen regulierten Markt zunächst geprüft werden, ob und wie eine Regulierung der Bereitstellung von Ladeinfrastruktur stattfinden kann bzw. stattfinden sollte. Dabei sollten vor allem Regulierungs-

verfahren entwickelt werden, die sicherstellen, dass eine effiziente Bereitstellung von Infrastruktur bzgl. Dichte, Kosten und technologischer Ausgestaltung erreicht wird.

In Szenario B wird außerdem davon ausgegangen, dass das induktive Laden ab 2015 die konduktive Ladeinfrastruktur schrittweise ablöst. Dies hat zur Folge, dass die dann bereits bestehende Infrastruktur durch eine neue ersetzt wird oder eine Umrüstung der Ladestationen stattfindet. Obwohl bei einer Umrüstung Kosten zu erwarten sind, könnten diese durch geeignete Maßnahmen (z.B. Standards) minimiert werden. Ähnliches gilt für Szenario A, in dem angenommen wird, dass das induktive Laden 2020 eingeführt wird.

4.4 IMPLIKATIONEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN AUS SZENARIO C: „MEHRKOSTENFREIE ELEKTROMOBILITÄT“.

Dieses Szenario ist das einzige Szenario, in dem von einer Kostenäquivalenz von Elektrofahrzeugen und VKM-Fahrzeugen ausgegangen wird. Diese wird von einem Ausbau der Fördermittel getrieben, inklusive einer Nutzerförderung. Außerdem wird davon ausgegangen, dass durch den Ausbau der Fördermittel technologische Fortschritte und auch Kostenreduktionen bestehender Technologien erreicht werden.

Zur Kostenäquivalenz trägt ebenfalls bei, dass der Staat im Vorfeld auf eine Erhebung einer zusätzlichen Steuer für Auto- Strom langfristig verzichtet. Dies ist besonders wichtig, da den Nutzern hierdurch garantiert wird, dass die Betriebskosten von Elektrofahrzeugen auch langfristig, für einen Lebenszyklus, niedriger einzuschätzen sind als die von VKM-Fahrzeugen. Dadurch kann dem Nutzer eine wirtschaftliche Sicherheit gegeben werden. Dies kann die Entwicklung der Elektromobilität positiv beeinflussen.

In Szenario C wird davon ausgegangen, dass der Aufbau der Ladeinfrastruktur über den freien Markt erfolgt. Das bedeutet, dass privatwirtschaftliche Unternehmen eine Infrastruktur unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erstellen. Demnach müssen die Kosten für den Aufbau durch die Einnahmen aus dem Stromverkauf refinanziert werden, soweit keine staatliche oder innerbetriebliche Subventionierung stattfindet. Über diese Organisationsform würde der Ausbau vermutlich langsamer voranschreiten als es bspw. bei einem ÖPP-Modell oder dem regulierten Markt der Fall wäre. Der Grund dafür ist, dass sich die Infrastrukturbetreiber an rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten orientieren und daher der Ausbau an die Nachfrageentwicklung angepasst wird. Auf der anderen Seite ist durch die oben beschriebenen Kaufanreize für Fahrzeuge von einem vergleichsweise höheren Bedarf für Infrastruktur auszugehen.

>> 5. FAZIT

Außerdem kann man davon ausgehen, dass zuerst Standorte für Ladestationen in Frage kommen, die einen hohen Umsatz versprechen. Standorte, an denen die Nachfrage weniger hoch ist, die jedoch wichtig sein können um flächendeckende Elektromobilität zu garantieren werden evtl. erst später berücksichtigt. Dies könnte vor allem in weniger dicht besiedelten Gegenden eine Herausforderung für die Entwicklung der Elektromobilität darstellen. Das Risiko der Entwicklung von Parallelinfrastrukturen wie im Mobilfunkbereich muss bei diesem Szenario besonders beachtet werden.

Obwohl in Szenario C davon ausgegangen wird, dass grundlegende Schnittstellenstandards in naher Zukunft festgelegt werden, scheint hier dennoch kurzfristig die Möglichkeit eines Systemwettbewerbs zu bestehen. Hierdurch können mehrere Systemvarianten entstehen, die besonders in frühen Marktphasen neue Lösungskonzepte hervorbringen. Es ist jedoch in Hinblick auf flächendeckende Mobilitätsbedürfnisse von Bedeutung, dass Kompatibilität zwischen den verschiedenen Systemen gewährleistet wird. Somit sollten Standards gesetzt, regelmäßig überprüft und bei Bedarf erweitert werden.

Um geeignete Rahmenbedingungen beim Ausbau der Infrastruktur zu schaffen und flächendeckende Kompatibilität zu gewährleisten, müssen frühzeitig auch energie-wirtschaftliche, planungs- und ordnungsrechtliche Rechtsgrundlagen geschaffen werden, an denen sich Ladeinfrastrukturbetreiber orientieren können.

Ziel des Beitrages zum Infrastrukturaufbau war die Erarbeitung einer inhaltlichen Grundlage für die strategische Weiterentwicklung von Elektromobilität. Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass die Teilnehmer der Plattform Infrastruktur eine Vielzahl von gemeinsamen oder ähnlichen Entwicklungen der Einflussfaktoren voraussehen. Insbesondere in der prognostizierten Organisationsform des Ladeinfrastrukturaufbaus unterscheiden sich die einzelnen Arbeitsgruppen jedoch stark.

Obwohl die einzelnen Szenarien unabhängig voneinander in drei verschiedenen Arbeitsgruppen erarbeitet wurden, herrscht weitestgehend Einigkeit bezüglich der Klima- und Flottenziele, der Bedeutung weiterer Förderung, schnellen Minimalstandards und dem positiven Image von Elektromobilität. Auffällig ist auch, dass bei allen Szenarien eine Vielzahl von gemeinsam identifizierten Handlungsfeldern besteht, die nach Rahmenbedingungen verlangen. Die erwarteten Entwicklungen bspw. bei lokalen Umweltzonen oder EU-Flottenzielen sollten idealerweise zeitnah geklärt werden, um Planungssicherheit bei Endkunden und Industrie zu ermöglichen. Damit keiner dieser Punkte vernachlässigt wird, ist ein Programmmanagement im Sinne der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) notwendig, das eventuell sogar zentral koordiniert wird. Ergänzend kann eine regelmäßige Evaluierung hilfreich sein, die das Erreichte bewertet und Vorschläge für eine Anpassung der Maßnahmen entwickelt.

Obwohl alle Szenarien davon ausgehen, dass kurzfristig eine Standardisierung der wichtigsten Schnittstellen vollzogen ist, ist der Inhalt dieser Standardisierung noch zu erarbeiten. Daher sollten Standardisierungsbemühungen intensiviert und die Entwicklung von Standards evaluiert werden. Dies betrifft vor allem institutionelle Standards, wie bspw. Zugangs- und Abrechnungssysteme.

Des Weiteren gehen alle Szenarien davon aus, dass früher oder später Netzengpässe im Verteilernetz auftreten. Daher müssen frühzeitig Lösungen aus dem Bereich des intelligenten Lade- und Netzmanagements für eine Vermeidung dieser Engpässe vorbereitet werden, damit die Versorgungssicherheit stets gewährleistet werden kann. Der Einfluss der technologischen Weiterentwicklungen der Ladeleistung spielt bei den Szenarien eine wichtige Rolle. Die zeitnahe Realisierung der Schnellladetechnik, für die insbesondere Fortschritte im Bereich der Batterietechnologie (Aufnahmefähigkeit für hohe Ladeströme) wichtig sind, hat Auswirkungen auf die Entstehung einer halböffentlichen Ladeinfrastruktur, die heutigen Tankstellen ähnlich ist. Das induktive Laden hingegen wird auf der Zeitachse unterschiedlich früh eingeordnet und beeinflusst den zukünftigen Infrastrukturaufbau insbesondere im öffentlichen Bereich. Die unterschiedlich eingeschätzte Kostenentwicklung und Durchsetzung der Elektrofahrzeuge sorgt darüber hinaus zusätzlich für einen differenzierten Nachfrageeffekt für beide Ladesysteme.

Insbesondere aber bei der Frage der Organisationsform, durch die der Ausbau der Ladeinfrastruktur erfolgen soll, scheint Ungewissheit zu herrschen. Je nach Szenario wird die Organisation durch ÖPP, durch einen regulierten Markt oder über den freien Markt als möglich betrachtet. Einerseits weist dies auf großen, noch offenen Gestaltungsspielraum hinsichtlich der organisatorischen Entwicklungen hin. Andererseits legt dies auch offen, dass keine der Organisationsformen bislang allein überzeugen kann und bei jeder sowohl Vor- als auch Nachteile, je nach Ausgestaltung der Parameter, bestehen. Außerdem wurde deutlich, dass staatlicher Einfluss in Form von Regulierung, Anreizen oder Rahmenbedingungen den Ausbau der Infrastruktur maßgeblich beeinflussen kann. Während bspw. der Ausbau auf dem freien Markt vermutlich eine hohe investive Effizienz aufweist, vernachlässigt er distributive Aspekte. Bei einem Ausbau über einen regulierten Markt hingegen ist ein effizienter Ausbau stark abhängig von der institutionellen Ausgestaltung und der Form der Regulierung. Distributive Aspekte sind hier allerdings leichter durchzusetzen, als im Modell „freier Markt“. Die Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur durch ÖPP ist im Kontext entsprechender Konzepte für die Finanzierung der Straßeninfrastruktur näher zu betrachten und mögliche Synergieeffekte zwischen beiden Modellen zu identifizieren.

Insgesamt ist festzustellen, dass sich die Entwicklung der Elektromobilität noch in einer ersten Phase befindet. Nutzer und Betreiber müssen noch Erfahrungen beim Aufbau der Infrastruktur mit den unterschiedlichen Konzepten sammeln. Wichtige Kriterien sind dabei Verfügbarkeit, Zugänglichkeit, Diskriminierungsfreiheit, Abrechnung, Akzeptanz und Praktikabilität.

Der Verlauf der Szenarientwicklung ermöglichte eine strukturierte Diskussion für den anstehenden Infrastrukturaufbau bei den beteiligten Projektpartnern und ermöglichte die Identifizierung noch offener Fragen. Ferner liefert der zusammengeführte Erkenntnisgewinn einen Beitrag zur strategischen Analyse und Weiterentwicklung der Elektromobilität durch die Identifikation von wichtigen systemischen Zusammenhängen sowie zukünftigen Handlungsfeldern.

Die in den Szenarien als noch offen identifizierten Punkte können sowohl in den Modellregionen als auch in den von der NPE vorgeschlagenen und in das Regierungsprogramm Elektromobilität aufgenommenen Leuchtturmprojekten und Schaufenstern der Elektromobilität aufgegriffen werden. So können innovative Ladetechnologien und -infrastrukturen (z. B. zu den Themen Schnellladung und induktives Laden) in Leuchtturmprojekten entwickelt werden. In den Schaufenstern können diese Technologien dann in größerem Maßstab im Alltag erprobt werden. Die große Dimension dieser Schaufenster

erlaubt auch Schlussfolgerungen hinsichtlich der Tragfähigkeit von Geschäfts- und Betreibermodellen. Nach den Überlegungen der NPE soll die Marktvorbereitungsphase der Elektromobilität 2014 abgeschlossen werden. Dann sollen detaillierte Erkenntnisse aus den Schaufenstern vorliegen, die Aufschluss über den Bedarf an öffentlicher Infrastruktur, Kosten und Förderansätze sowie noch erforderliche Forschung und Entwicklung für den Markthochlauf geben.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Bundesministerium für Verkehr, Bau und
Stadtentwicklung (BMVBS)

Erstellt und koordiniert durch:

NOW GmbH
Fasanenstraße 5
10623 Berlin

Redaktionsteam:

Christina Tenkhoff, NOW GmbH
Gerd-Uwe Funk, Energie Region.NRW
Prof. Dr. Constantinos Sourkounis,
Ruhr-Universität Bochum
Justus Reinke, Technische Universität Berlin
Florian Böhm, BMVBS

Unter Mitwirkung der Teilnehmer der Plattform Infrastruktur, AG Infrastrukturszenarien:

Prof. Dr. Thorsten Beckers,
Technische Universität Berlin
Florian Böhm, BMVBS
Oliver Braune, NOW
Dr. Carl-Friedrich Eckhardt, Vattenfall
Gerd-Uwe Funk, Energie Region.NRW
Jörn Hansen, RheinEnergie AG
Hauke Hinrichs, Stawag
Alois Kessler, EnBW
Cathleen Klötzing, SAENA
Markus Landau, Fraunhofer IWES
Peter Lindlahr, hySolutions
André Metzner, NOW
Janine Mielzarek, Stadtwerke Offenbach
Martin Ohmer, EON
Devid Perissinotto, RWE Effizienz
Carolin Reber, RWE Effizienz
Justus Reinke, Technische Universität Berlin
Helmut Reiter, Stadt Ludwigsburg
Florian Rothfuss, Fraunhofer IAO
Christine Schwärzel, VCDB
Christian Seidl, KEMA
Prof. Dr. Constantinos Sourkounis,
Ruhr-Universität Bochum
Manuel Stephan, VCDB
Hartmut Stiller, EnBW
Günter Stürmer, Stadt Stuttgart
Christina Tenkhoff, NOW
Dr. Holger Wiechmann, EnBW
Manfred Zolper, swb

Realisation und Gestaltung:

www.slant.de
www.agenturfuerstrahlkraft.de

Druck:

Hermann Schlesener, Berlin

Erscheinungsjahr:

2011

ANSPRECHPARTNER

Leitung Plattform Infrastruktur:

Christina Tenkhoff
Nationale Programmkoordination
BMVBS Elektromobilität

NOW GmbH, Nationale Organisation
Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
Fasanenstraße 5
10623 Berlin

Tel.: +49 30 311 61 1641

Fax: +49 30 311 61 1677

Mobil: +49 172 990 27 40

E-Mail: Christina.Tenkhoff@now-gmbh.de

www.now-gmbh.de