

**Bachelorthesis**

Vor- und Zuname

Thor Ragnar Paul Riemschneider



Titel:

**Differenzierte Kommunikationsstrategien für die Elektromobilität  
– ein Vergleich für E-Bikes, E-Autos und E-Busse –**

Betreuer: Prof. Dr. Werner Beba

Zweitprüfer: Prof. Dr. Jens-Eric von Düsterlho

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Wirtschaft und Soziales

Department Wirtschaft

Studiengang: Marketing/Technische Betriebswirtschaftslehre

Hamburg, 24. Feb. 2020

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>4</b>
1.1 Motivation und Zielstellung der Arbeit . . . . .	4
1.2 Ein kurzer Rückblick . . . . .	5
<b>2 Innovationssprung Elektroantrieb</b>	<b>9</b>
2.1 Neubewertung der Produkteigenschaften . . . . .	9
2.2 Schlüsselrolle der Batterie . . . . .	10
2.3 Alternative - Wasserstoff und Brennstoffzelle . . . . .	12
2.4 Alternative - Synthetische Kohlenwasserstoffe als Kraftstoffe . . . . .	14
2.5 Zur Kommunikation der Alternativen . . . . .	16
<b>3 Motivations- und Diffusionstheorie</b>	<b>17</b>
3.1 Kommunikationsrichtungen und -akteure . . . . .	17
3.2 Kategorien der Motivationen . . . . .	20
3.3 Differenzierung der Motivationsaspekte für E-Bike, E-Auto, E-Bus . . . . .	22
3.4 Zielgruppen . . . . .	25
3.5 Diffusion von Innovationen . . . . .	26
3.6 Einordnung in die Phasen der Diffusion . . . . .	32
3.7 Einordnung und Verifikation an Verkaufszahlen . . . . .	35
<b>4 Wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen</b>	<b>40</b>
4.1 Elektromobilität und Energiewende . . . . .	40
4.2 Elektromobilität und Rohstoff-Ressourcen . . . . .	42
4.3 Elektromobilität und Klimawandel . . . . .	44
4.4 Verkehrsprobleme und Wandel der Konsummuster . . . . .	48
4.5 Ladeinfrastruktur und Digitalisierung . . . . .	51
4.6 Globalisierung und Technologieführerschaft . . . . .	54
<b>5 Beispiele und Lehrstücke zur Kommunikationsstrategie</b>	<b>56</b>
5.1 Ölkrise 1973 - klare Zeichen gesetzt . . . . .	56
5.2 Kraftstoff E10 – ein Kommunikations-Desaster . . . . .	60
5.3 Dieselgate - die große Vertrauenskrise . . . . .	65
5.4 Norwegen - Pilotmarkt mit bester Kaufkraft . . . . .	68
5.5 China - Riese mit strenger Lenkung . . . . .	73
5.6 Kopenhagen - Fokus auf Radfahren . . . . .	76
5.7 Faktoren für Erfolg und Misserfolg . . . . .	79

---

<b>6 Kommunikationsansätze</b>	<b>80</b>
6.1 Hybride Motivationslage erfordert mehrdimensionale Strategie . . . . .	80
6.2 Synergie oder Konkurrenz in der Kommunikation . . . . .	81
6.3 Maßnahmen und Kommunikation nach Wirksamkeit staffeln . . . . .	84
6.4 Marken-Kooperation . . . . .	85
6.5 Hohe Dynamik gegen schleichende Probleme einsetzen . . . . .	86
6.6 Unsicherheit verhindern . . . . .	86
6.7 Ladestrombezahlung und Smart-Gridsteuerung in einer App . . . . .	88
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>89</b>
7.1 Zusammenfassung . . . . .	89
7.2 Bewertung . . . . .	91
7.3 Ausblick . . . . .	92
<b>Anhang A: Protokolle exemplarischer Interviews</b>	<b>93</b>
Anhang A1: Befragung Fahrradverkäufer . . . . .	93
Anhang A2: Befragung Autoverkäufer . . . . .	96
<b>Anhang B: Script Modellparameter und Darstellung</b>	<b>100</b>
<b>Glossar und spezifische Begriffe</b>	<b>102</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>108</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>108</b>
<b>Literatur</b>	<b>109</b>

## 1 Einführung

### 1.1 Motivation und Zielstellung der Arbeit

Elektrisch betriebene Fahrzeuge gelten als einer der großen Zukunftstrends.

**E-Autos** sind durch die Lithium-Ionen-Batterie in den Fahrleistungen wettbewerbsfähig geworden. Die Reichweite ist noch limitiert, steigt aber zunehmend. Sie werden seit Jahren in den Medien und von der Politik diskutiert und damit kostenlos beworben, dennoch bleiben sie hinter den Nutzererwartungen und unrealistischen Plänen deutlich zurück.

**E-Bikes** sind erheblich weniger im Fokus der Öffentlichkeit, sie legen andererseits aber einen überzeugenden Siegeszug hin. Sie erleichtern dem Radfahrer viele tägliche Wege und brauchen keinen Parkplatz. Sie sind bei den Verkaufszahlen die wahren "Hidden Champions".

**E-Busse** als Lösung für den sauberen Stadtverkehr sind seit einigen Jahren der Wunsch vieler Bürger und das Ziel der Kommunalpolitiker. Der Elektro-Bus kann als Komponente des öffentlichen Nahverkehrs helfen, urbane Verkehrsprobleme anzugehen sowie zugleich im Antrieb sauber und nachhaltig zu sein. Durch die intensive Nutzung mit vielen Betriebsstunden am Tag hat er zudem die Chance, das Konzept der Elektromobilität auch mit hoher Wirtschaftlichkeit zu verbinden.

Diese drei sehr unterschiedlichen Formen des technologischen Umbruchs der Elektromobilität sind mit einer Reihe von interessanten Phänomenen verbunden. Sie betreffen nicht nur die Verschiebung von Produktmerkmalen, sondern erstrecken sich von der Veränderung der Konsummuster und der Wertvorstellungen, über neue Marktstrukturen und -teilnehmer bis hin zu umwelt- und wirtschaftspolitischen Themen. Davon soll die vorliegende Bachelorarbeit motiviert werden.

**Als Zielstellung der Arbeit** soll untersucht werden, wie erfolgreiches Marketing für die Innovation des batterie-elektrischen Antriebs mit deutlich veränderten Produktmerkmalen einerseits und andererseits im Kontext einer überwältigenden Umgewichtung von Motivationen und Bedürfnissen in Folge des Wertewandels zu gestalten ist.

Damit kann die Kommunikation nicht nur bei der Kauf- sondern auch bei der Nutzungsentscheidung für ein Produkt mit neuen Eigenschaften im engeren Sinne ansetzen. Vielmehr ist zu beachten, dass die Vorkonditionierung und die Motivation als Ausgangsbasis für den Entscheidungsprozess der Kunden durch ungewöhnlich starke Quereinflüsse bestimmt wird.

Dazu gehören die öffentliche Meinungsbildung durch mediale Präsenz und das Auftreten der politischen Akteure. Die Kommunikation begleitet auch staatliche Fördermaßnahmen und Entscheidungen.

Hier bietet sich ein Vergleich zu Aspekten der Energiewende an, in der auch ein komplexer technischer Zusammenhang mit der breiten Öffentlichkeit kommuniziert wird. Dabei stellt sich die Leitfrage, in wieweit die jeweilige Form der Elektromobilität als ein problemlösender Qualitätssprung den Kundenerwartungen entsprechen kann. Es soll kritisch erfasst werden, wie die Veränderungen vom Markt akzeptiert werden. Soweit bereits möglich, soll das mit aktuellen Marktdaten belegt werden. In der detaillierten Analyse soll jeweils zwischen E-Bikes, E-Autos und E-Bussen unterschieden werden.

## 1.2 Ein kurzer Rückblick

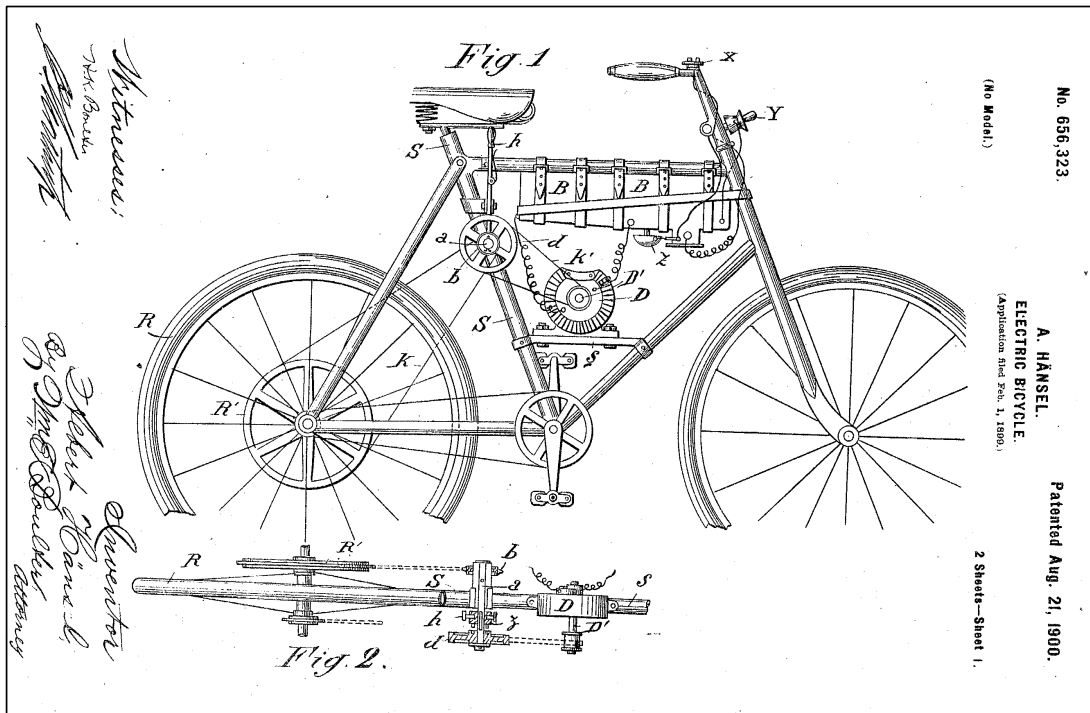
**Frühe Jahre:** Das Elektro-Automobil ist mehr als 130 Jahre alt. Nur zwei Jahre nachdem für den Motorwagen von Carl Benz ein Patent als „Fahrzeug mit Gasmotorenbetrieb“ (Benz 1886) erteilt wurde, fuhr 1888 der Elektrowagen aus der Maschinenfabrik Andreas Flocken in Coburg (Coburger Zeitung 1888), (Pischinger 2016,S.174).

In den Jahrzehnten vor und nach der Jahrhundertwende 1900 hatten die Elektro-Automobile einen erheblichen Anteil bei den Motorfahrzeugen. Allerdings stellten Motorfahrzeuge noch eine seltene Erscheinung im Stadtbild dar. Automobile waren zunächst ein Luxusgut und gewannen erst langsam eine Gebrauchsfunktion.

Für die Elektrowagen galt es damals als besonderer Kundenvorteil, durch einen einfachen Schalter unmittelbar starten zu können. Für Benzinmotoren war das Starten mit einer Handkurbel notwendig. Das änderte sich erst, nachdem der 1901 patentierte und ab 1911 eingeführte elektrische Anlasser die unbequeme und recht anstrengende Tätigkeit des Ankurbelns übernahm (Coleman 1901).

Auch wenn die schweren Bleibatterien damals die Reichweite der Elektrowagen auf den Stadtbereich einschränkten, konnten sie in dieser Zeit mit den erst langsam zuverlässig werdenden Benzin-Motoren mithalten. Der Elektromotor war technisch einfacher, viel robuster und besonders benutzerfreundlich in der Bedienung. Durch hohes Drehmoment aus dem Stand heraus braucht er keine Kupplung und kein Schaltgetriebe (Schnettler et. al. 2013,S.6). Schon die ersten Elektrowagen konnten mit einem Umpolschalter unmittelbar rückwärts fahren, diese Funktion fehlte den allerersten Benzinfahrzeugen mangels Wendegetriebe noch.

In den nachfolgenden hundert Jahren wurden diese Nachteile in der Bedienung bekanntlich überwunden. Heute ist es selbstverständlich, dass Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor eine komfortabel-einfache Fahrbedienung haben, welche im Prinzip schon die ersten Elektrofahrzeuge hatten. Erreicht wird das allerdings um den Preis von aufwändiger Mechanik und raffinierter Elektronik. Bereits ein Automatikgetriebe ist deutlich komplizierter als ein Elektromotor. Ein moderner Verbrennungsmotor erfordert ein Vielfaches an hochpräzisen Komponenten als ein einfacher aufgebauter elektrischer Antrieb. Das System des Antriebsstranges mit Verbrennungsmotor hat etwa 2500 Teile, für die gleiche Aufgabe sind beim Elektroantrieb nur etwa 250 Teile notwendig (Held 2019).



**Abbildung 1:** Albert Hänsel aus Zeitz hat vor 1900 Patente für ein elektrisches Fahrrad angemeldet, das bereits alle wichtigen Komponenten und Funktionen heutiger E-Bikes aufwies. Die dargestellte Erfindung war visionär, aber vermutlich noch nicht praxisreif. Die Zeichnung wurde entnommen aus der Patentschrift Nr. US656,323. Sie ist als download vom US-Patentoffice [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov) verfügbar.

Ab etwa 1900 wurde der Treibstoff nicht mehr in der Apotheke gekauft. Benzin stand als preisgünstiges Produkt der aufstrebenden Ölindustrie zur Verfügung. Tanksäulen direkt am Straßenrand waren die passende Geschäftsidee für einen entstehenden Markt, sie lösten das Hantieren mit Kanistern und Fasspumpen bei den Autobesitzern ab. Als Vorläufer heutiger Tankstellen gab es ab 1922 die sogenannten Tank-Kioske mit den Marken der Mineralölgesellschaften (Kleinmanns 2002, S.35). Preisgünstiges und einfach verfügbares Benzin war ein deutliches Wettbewerbsargument für den Verbrennungsmotor.

Der Bau von Fernstraßen und später von Autobahnen und Highways erweiterte das Automobil zum Langstreckenfahrzeug, vorher fiel diese Aufgabe der Eisenbahn zu. Mit dem Fernverkehr auf der Straße wurde die Reichweite ein erforderliches Gebrauchsmerkmal. Im Benzinfahrzeug ist die volle Reichweite in wenigen Minuten nachzutanken, im Elektrofahrzeug waren damals viele Ladestunden notwendig.

Schon ab etwa 1910 verschwand der Elektroantrieb allmählich aus dem Straßenverkehr. Er hat sich nur noch in Nischenmärkten, wie bei Gabelstaplern, dem innerbetrieblichen Transport oder für Bergwerksfahrzeuge gehalten.

**Die E-Bikes** sind auch ein mindestens 120 Jahre altes Konzept. Bei der Recherche fan-

den sich viele Vorschläge die Fahrräder (damals oft Velociped oder Zweirad genannt) mit zusätzlicher Antriebsenergie zu versehen, die alten Patente reichen von Dampfmaschinen, Blasebälgen (!), Schießpulvermotoren, Gas- und Benzinmotoren, bis hin zu einem seriellen Hybridsystem aus Benzin und Elektromotor. Kurios ist auch der Vorschlag, das Gewicht des Beifahrers auf einem hinteren Sattel mittels einer Zahnstange in Bewegung zu wandeln.

Eine Erfindung, welche einem heutigen E-Bike sehr nahekommt, findet sich in der amerikanischen Patentschrift US656,323. Die Zeichnungen in Bild 1 zeigen sowohl eine Tretkurbel, einen Elektromotor und die Batterie. Laut Beschreibung trägt das obere Rahmenrohr eine Speicherbatterie, die „abnehmbar gesichert“ ist. Mit einem Schalthebel kann sie beim Bergauffahren zugeschaltet werden und liefert dann Strom an den Motor, welcher zusätzlich Kraft zu der des Fahrers erzeugt. Bemerkenswert ist, dass der Motor ein- und ausgekuppelt werden kann. Beim Bergabfahren kann der Motor als Bremse dienen und die Energie der Batterie nachladen. Sogar damals hochmodernes elektrisches Licht und eine elektrische Klingel konnte aus der Batterie versorgt werden. Es gibt auch eine Damenrad-Variante, die an ein Mountainbike erinnert. Die US-Anmeldung datiert vom 1. Februar 1899 nennt Albert Hänsel aus Zeitz in Deutschland als Erfinder. Das Patent ist im Oktober 1900 für die USA erteilt worden. Eine britische Patentanmeldung mit ähnlicher Zeichnung gab es am 12. Nov. 1898 (GB189823890A). Eine entsprechende deutsche Patentanmeldung konnte nicht ermittelt werden.

**Industrialisierung und Massenproduktion:** Mit der Industrialisierung der Automobilproduktion war die Entscheidung gefallen. Das Benzinfahrzeug sollte zum Massenprodukt und dadurch zum bezahlbaren Gebrauchsgegenstand werden. Zu nennen ist die revolutionäre Fertigungsorganisation von Henry Ford, der ab 1913 das legendäre Model T am Fließband baute. Mit diesem Auto vom Fließband wurden die USA zu dem führenden Autoland. Europa folgte erst Jahrzehnte später (Stan 2015,S.280ff).

Die Städte veränderten sich umfassend für und durch die Autos. Das Leitbild der autogerechten Stadtplanung kam in Konflikt mit gewachsenen Wohnstrukturen. Der individuelle Straßenverkehr gewinnt gegenüber dem Schienenverkehr an Dominanz, was sich signifikant auf die Stadtplanung auswirkt. Die Bewohner erlebten die große Freiheit der individuellen Mobilität. Sie litten aber auch immer mehr unter den Abgasen, ganz besonders bis zur Katalysatorpflicht und dem bleifreien Benzin ab den 1990er Jahren.

Nach einer beispiellosen Erfolgsgeschichte ist das Automobil allgegenwärtig, mehr als eine Milliarde fahren heute weltweit. In die Geschichte geht das Auto als Hauptgegenstand der zweiten industriellen Revolution ein (Reinhart 2017,S.6).

**Versuchsballon in den 1990er Jahren:** In der Zeit nach der Ölkrise im Jahr 1973, siehe Abschnitt 5.1, wurden auch Alternativen für den Energieträger Erdöl im Verkehr zunehmend diskutiert. Die entstehende Meinungsbildung mag nach längerer Zeit der Anstoß gewesen sein, dass es Anfang der 1990er Jahre zu einer zaghaften Rückkehr des Elektroautos kam, die aber schon in den Anfangsstadien stecken blieb. Einige Hersteller präsentierten Elektroautos. Dazu gehörten der EV1 von General Motors (1996) und die Kleinserie Golf-City-Stromer als Umbauvarianten von Serienfahrzeugen von Volkswagen (1993). In dieser Zeit hatten die Elektrofahrzeuge Blei-Batterien mit hohem Gewicht und sehr langen Ladezeiten. Sie hatten geringe Reichweiten und waren im Gebrauchswert den Verbrennungsantrieben deutlich unterlegen<sup>1</sup>.

Weniger als 1500 Fahrzeuge aus dieser Generation der Elektroautos fanden Kunden (Proff et. al. 2016,S.4). Einige Leasingkunden fanden sich bei der meinungsprägenden Elite der Filmemacher Kaliforniens. In Bezug auf das Image des Herstellers war es ein bemerkenswerter Rückschlag, dass die forcierte Leasing-Rücknahme und die Verschrottung der EV1-Flotte durch GM in einem gesellschaftskritischen Dokumentationsfilm mit Interviews von Filmstars thematisiert und damit weitreichend beachtet wurde (Paine 2006).

**Elektromobilität des 21. Jahrhunderts:** John Goodenough, Stanley Whittingham und Akira Yoshino legten die Grundlagen für die wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Batterien. Sie bekamen 2019 den Nobelpreis im Fach Chemie dafür. Diese aufladbaren Lithium-Ionen-Batterien wurden ab etwa 2000 kommerziell verfügbar.

Der wichtigste Vorteil gegenüber herkömmlichen Blei-Akkus ist die Energiedichte. Bei gleichem Gewicht kann mehr Energie gespeichert werden, bei gleichem Energievorrat ist das Gewicht geringer. Einige Aspekte werden in Abschnitt 2.2 vertieft. Erst die Lithium-Ionen-Batterien ermöglichten die in dieser Arbeit behandelten Formen der Elektromobilität.

Mit dieser Batterietechnologie werden heute Parameter der Elektrofahrzeuge erreicht, die marktauglich sind. Dies gilt gleichermaßen für E-Bikes, E-Autos und E-Busse.

---

<sup>1</sup>Der Golf-City-Stromer als Umbauvariante der Serie Golf III hatte ein erhöhtes Leergewicht von 1510 kg statt 1100 kg. Der Nachteil vergrößerte sich durch nur 20kW (27 PS) statt 44kW bis 140kW (60 bis 190 PS) Antriebsleistung bei den Verbrennermodellen. Ein Golf-City-Stromer erreichte nur 100km/h Höchstgeschwindigkeit. Mit 15kWh Batteriekapazität waren 40-70km Reichweite möglich.



## 2 Innovationssprung Elektroantrieb

*Reichweite ist die neue PS-Zahl.*

Thorsten S., Verkäufer Neuwagen, Autohaus einer Importmarke in Hamburg

In diesem Abschnitt wird diskutiert, welche Produkteigenschaften sich mit der Einführung des Elektroantriebs ändern. Dabei wird die Batterie mit einigen ihrer Parameter als Schlüsselkomponente angesprochen, weil sie für die aktuellen Lösungen die zentrale Rolle hat. Die Batteriespeicherung der Antriebsenergie wird anschließend mit den zwei alternativen Energieträgern Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe verglichen. Diese Lösungen haben ebenfalls Emissionsvorteile, haben jedoch andere Produktmerkmale. Daher spielen sie eine wichtige Rolle in der Kommunikation zur Elektromobilität.

### 2.1 Neubewertung der Produkteigenschaften

Die technische Innovation des elektrischen Antriebs führt zu veränderten Produkteigenschaften, einige sind in der Tabelle 1 dargestellt.

	E-Bike	E-Auto	E-Bus
konventionelles Vergleichsprodukt	Fahrrad	PKW mit Verbrennungsmotor	Stadtbus mit Dieselmotor
Fahreigenschaften	verbessert	gleich bis besser	etwa gleich, weniger wichtig
Gebrauchseigenschaft Reichweite	fast immer ausreichend	typisch ausreichend, aber kritisch gesehen	für Nutzer nicht relevant, für Busbetrieb gut planbar
Emissionen (lokal)	keine	keine	keine
Emissionen (global), vom Strom-Mix abhängig	keine, minimal	keine bis mittel	keine bis mittel
Image des Produkts (Bezugnahme zum Nutzer)	gut, sportlich	gut, erfolgreich, verantwortungsbewusst, modern	gut, verantwortungsbewusst
Ladesystem	einfach Normalsteckdose, oft trennbare Batterie	zusätzlicher Aufwand, Wallcharger oder öffentliche Ladesäule	für Nutzer nicht relevant, für Busbetrieb aufwändig
Aufwand/Zeit zum Laden	>1 Stunde, unkritisch	mehrere Stunden, Schnellladen ab 20 Minuten	für Nutzer nicht relevant, als Betriebspause einzuplanen
Kosten Anschaffung / Nutzung	höher	derzeit höher	über Ticketpreis, für Betreiber viel höher
Kosten Energie	vernachlässigbar	niedriger	niedriger
Kosten Wartung	etwas höher	etwas niedriger	etwas niedriger
Stell-/Parkplatz Wartung	nur selten kritisch	unverändert, häufig kritisch	nicht relevant, unverändert

**Tabelle 1:** Vergleich wichtiger Produkteigenschaften durch die Innovation

Für die Kunden fallen nicht nur der Kaufpreis sondern auch die Lebensdauerkosten ins Gewicht. Dazu gehören für E-Autos und E-Busse die Energiekosten als wichtigster Teil der

Betriebskosten. Für den Busnutzer (Sekundärkunden) treten diese Kosten nur indirekt auf. Insgesamt gilt, dass die Preise für Benzin und Diesel gegenüber dem Preis für elektrische Energie erheblich höher sind. Zur Vergleichbarkeit wird der Preis auf die zurücklegbare Strecke und nicht auf den technischen Energiegehalt bezogen. Ein bemerkenswerter Vorteil ist, dass der Elektroantrieb einfacher und robuster als der Antrieb mit Verbrennungsmotor ist. Viele aufwändige Teile des Antriebsstrangs, wie Schalt- oder Automatikgetriebe, entfallen oder werden durch einfachere ersetzt (Stan 2015,S.282). Also steigt die Zuverlässigkeit und die Wartungskosten sinken. Eine weitgehend unbekannt und unbeachtete Größe in den Lebensdauerkosten ist die Batteriealterung.

Die Steigerung des unmittelbaren Gebrauchsnutzens durch verbesserte Fahreigenschaften tritt beim E-Bike am stärksten hervor. Für alle Formen wird die Nachhaltigkeit und Emissionsfreiheit sehr begrüßt. Der Nachhaltigkeitsgedanke trifft für das E-Bike und E-Bus auch im Zusammenhang mit der Verkehrsvermeidung zu. Die Grundeinstellung einer gesunden Lebensweise passt zum E-Bike.

Die Steigerung des Gebrauchsmerkmals Fahreigenschaften wird ebenfalls beim E-Bike sehr deutlich. Auch beim E-Auto hat der E-Antrieb hierzu keine Nachteile. Aus Kundensicht ist für das E-Auto die am meisten kritische Produkteigenschaft die **Reichweite**, welche im Zusammenhang mit der Ladezeit als ein **Verzicht** gegenüber dem Stand der Technik empfunden wird. Das gilt für das E-Bike in geringerem Umfang. Für den Primärkunden beim E-Bus ist das auch wichtig, für den Sekundärkunden jedoch nicht.

## 2.2 Schlüsselrolle der Batterie

Die Batterie ist Schlüsselement und Achillesverse der Elektromobilität. Technologisch ist sie das entscheidende Bauteil. Alle anderen Komponenten, die mit der Innovation des E-Antriebs eingeführt werden, sind funktionswichtig, aber nachrangig, weil sie keine relevante Limitierung der Produkteigenschaften darstellen.

Von Vorteil ist, dass sie technisch einfach aufgebaut ist sowie gut steuerbar Energie aufnehmen und abgeben kann (Stan 2015,S.288ff). Auch der Elektromotor ist technisch einfacher als der Verbrennungsmotor und besonders gut steuerbar. Wird die Batterie als Speicher des elektrischen Antriebs eingesetzt, wird kein Treibstoff verbraucht und kein Abgas ausgestoßen. Von Nachteil ist die Energiedichte, also das Verhältnis von Masse zur speicherbarer Arbeit (Bolte 2018,S.682). Dieser Nachteil war in der Vergangenheit der Hauptgrund, der gegen die Nutzung von Batterien und für die Verbrennungsmotoren sprach (Stan 2015,S.288ff).

Erst die Lithium-Ionen-Technologie hat die Batterie in den Leistungsmerkmalen erheblich verbessert (Lienkamp 2012,S.29ff). Das betrifft sowohl die **Energiedichte** als auch die **Leistungsdichte**, also das Verhältnis von zu leistender Arbeit zur Masse (kWh/kg) oder das Verhältnis von entnehmbarer oder zuführbarer Leistung bezogen auf die Masse (kW/kg).

Anschaulich betrachtet, ist die Energiedichte mit der Reichweite und die Leistungsdichte mit der Motorleistung zu verbinden, wenn man die Batteriemasse konstant hält. Die Antriebsbatterie ist ein Auslegungskompromiss aus beiden Parametern (Keichel und Schwedes 2013,S.137).

Die Batteriemasse setzt sich aus dem elektrochemisch aktiven Material (Anode, Elektrolyt, Kathode) und vielen passiven Komponenten zusammen. Letztere haben keine Energiespeicherfunktion, sind aber unvermeidlich (Stan 2015,S. 290ff). Dazu gehören Gehäuse, Stromableiter, Anschlüsse, Kabel, Kühlung, Elektronik u.v.a. Eine geschickte Batteriekonstruktion zielt auf ein günstiges Verhältnis von aktiven zu passiven Komponenten ab (Schnettler et. al. 2013,S.58).

Antriebsbatterien als Gesamtsystem<sup>2</sup> betrachtet, erreichen heute typisch die Energiedichte von 80 bis 200 Wh/kg (Lienkamp 2012,S.30), die Oxidation von Kohlenwasserstoffen - also Verbrennen von Benzin oder Diesel- setzt über etwa 10 bis 12kWh/kg frei. Das wäre ganz grob betrachtet ein theoretischer Faktor 50 bis 100 in der erforderlichen Masse. Allerdings hat der Verbrennungsmotor einen viel geringeren Wirkungsgrad und ist schwerer als der sehr effiziente Elektromotor, so dass der Abstand der Gewichte im praktischen Betrieb auf etwa den Faktor 20 sinkt<sup>3</sup> (Keichel und Schwedes 2013,S.138). Dieser Faktor ist ein grundsätzliches Problem, das mit dem mitgeführten Energievorrat steigt.

Die entnehmbare Leistung wird konventionell nicht durch den Treibstoff, sondern durch den Otto- oder Dieselmotor bestimmt. Beim Elektrofahrzeug entscheidet jedoch die Batterie maßgeblich darüber. Der Elektromotor ist vergleichsweise einfach auf sehr hohe Momentanleistungen auszulegen (Stan 2015,S.282). Beim Batteriesystem kostet die Auslegung auf einen hohen Leistungsumsatz einen Teil der Energiedichte. Zusätzlich muss dann Mehrgewicht berücksichtigt werden, beispielsweise durch erforderliche Kühlsysteme. Die Leistungsdichte ist auch bei Laden relevant. Antriebsbatterien sollen nicht nur die Entnahme großer Stromstärken in bestimmten Fahrsituationen sondern auch deren Zufuhr beim Schnellladen vertragen (Wallentowitz et. al. 2010,S.138).

Eine ähnliche Hochstromsituation tritt auf, wenn die Motoren als Generatoren betrieben werden und kinetische Bewegungsenergie in Batterie zurückspeisen. Diese Möglichkeit der Nutzbremmung ist für Batteriefahrzeuge einzigartig und wird Rekuperation genannt (Wallentowitz et. al. 2010,S.101). Während sie bei Langstreckenfahrzeugen selten auftritt, ist die Rekuperation bei Stadtbussen häufig. Sie reicht für gewöhnliche, weniger starke Abbremsungen aus, damit wird die konventionelle Bremse wesentlich selten benutzt.

Wenn in dieser Arbeit auf eine detaillierte Schilderung des technischen Batterieaufbaus

---

<sup>2</sup>Batteriezelle, Gehäuse, Kabel, Kühlung, Elektronik uvam.

<sup>3</sup>Ein Beispiel wird mit diesem Faktor 20 gerechnet: Ein 45 Liter Benzintank enthält 36kg Treibstoff. Er müsste mit 720 kg Batteriemasse ersetzt werden. Wenn eine mittlere Energiedichte mit 110kWh/kg angenommen wird, speichert die Batterie 79,2 kWh. Mit beiden Energievorräten im PKW lässt sich dann ebenfalls sehr grob abgeschätzt die Reichweite 500km auf der Autobahn erzielen, es würden dazu 9 Liter Benzin/100km oder 15,8 kWh Batterieladung/100km verbraucht.

verzichtet wird, dann soll es kein Hinweis auf eine Nebensächlichkeit dieses Aspekts sein. Im Gegenteil, hinreichendes Wissen über die Batterien gehört zur Vorkonditionierung (siehe Abschnitt 3.5) und schafft vor allem realistische Erwartungshaltungen (Lossau 2019). Geeignete Literatur zur Batterietechnik ist vielfältig verfügbar. Auf die Materialvarianten (sog. Zellchemie) und Rohstoffe der Lithium-Ionen-Batterie wird im Abschnitt 4.2 eingegangen.

### **2.3 Alternative - Wasserstoff und Brennstoffzelle**

Eine Möglichkeit das Überschussangebot an Elektroenergie zu nutzen, ist die Elektrolyse von Wasser. Der entstehende Wasserstoff ist ein reiner, chemischer Rohstoff und Energieträger. Der Kurzbegriff ist hierzu „Power to Gas“. Der Wasserstoff kann gelagert werden, es bietet sich die hohe Speicherkapazität des Erdgasnetzes an (Busack et. al. 2014). Der Einspeiseanteil ist jedoch auf 1%-10% Volumenprozent begrenzt (Bundestag 2019). Hohe Wasserstoffanteile könnten im Verteilnetz aus technischen Gründen problematisch sein, da Wasserstoff aufgrund seiner kleinen Moleküle durch Material, wie Rohrleitungen und Dichtung leichter diffundiert und bei Stahl zur Versprödung führt (Busack et. al. 2014, S.25ff). Dagegen spricht das Stadtgas, welches vor dem Erdgas im Verteilnetz üblich war, welches hohe Wasserstoffanteile hatte (sog. Wassergas) (Spektrum 2020).

In einem weiteren Schritt kann aus dem Wasserstoff, einer Kohlenstoffquelle sowie weiterer Energiezufuhr Methan erzeugt werden (Spektrum 2020), das in beliebigem Anteil in das Erdgasnetz eingespeist und dort günstig gelagert werden kann. Das Gas wird dann überwiegend zur Heizung und in der Industrie genutzt. Die zeitversetzte Verwendung von derartig erzeugtem Wasserstoff oder Methan im Gaskraftwerk wäre CO<sub>2</sub>-emissionsneutral und entspräche der gewünschten Energiespeicherfunktion. Dem entgegen stehen die erheblichen Energieverluste der Schritte der Umwandlung und vor allem ungünstige Anlagenkosten. Letzteres ist auch verursacht, weil Gaskraftwerke heute eine sehr geringe Auslastung haben. Sie dienen vorwiegend als Erzeugungsreserven (DVGW 2018). Der emissionsfrei erzeugte Wasserstoff hat neben der Speicherung das besondere Potential für die sogenannte Sektorenkopplung der Energiewende, also für die Emissionsenkung im Transport-, Industrie- und Gebäudesektor (Beba 2017).

Es gibt dabei die Möglichkeit, den Wasserstoff als Energiequelle in Fahrzeugen einzusetzen. Es wäre dort möglich einen modifizierten Benzinmotor zu verwenden, bei dem Wasserdampf und teilweise Stickoxide emittiert werden (Stan 2015, S.301). Es entstehen keine kohlenstoffhaltige Abgase, von Spurenanteilen durch verbrauchtes Motoröl abgesehen. Der Wirkungsgrad ist ähnlich niedrig und der Aufwand ähnlich hoch wie beim Benzinmotor, siehe auch Tabelle 2. Der Verbrennungsmotor wird daher nicht für Wasserstoffbetrieb favorisiert.

Stattdessen kann der Wasserstoff mit Luft-Sauerstoff in einer Brennstoffzelle zur Erzeu-

gung von elektrischer Energie eingesetzt werden. Diese wird im Fahrzeug in eine Batterie eingespeist und daraus weiter in den Elektromotor gespeist. Die Batterie ist notwendig, damit eine möglichst kontinuierliche Betriebsart der Brennstoffzelle mit gutem Wirkungsgrad benutzt werden kann. Der stark dynamische Verbrauch beim Fahren wird von der Batterie gepuffert, inklusive der Rekuperation (Ehret 2018, S. 18ff).

Als Speichermedium hat Wasserstoff eine gute gravimetrische Energiedichte (d.h. der Energieinhalt pro Masseneinheit ist mit 33 kWh/kg hoch), jedoch als leichtes Gas eine sehr schlechte volumetrische Energiedichte (3 kWh/m<sup>3</sup> bei Normaldruck oder 1,8 kWh/l bei 700 bar). Daher muss das Gas stark komprimiert oder verflüssigt werden (Lehmann und Lutschnetz 2014, S. 75 und 92). Wegen des sehr niedrigen Siedepunktes (-253 °C) und den nennenswerten Verdampfungsverlusten ist letzteres für Fahrzeuge weniger praktikabel. Die Alternativen zur Hochverdichtung, wie die Einlagerungen in Metallhydridspeicher, sind noch nicht ausgereift und haben hohe Leermasse. Die Hochverdichtung erfolgt typisch bis in den Bereich von 300-800 bar. Sie erfordert erhebliche Energie, die letztlich verloren geht (Kurzweil und Dietlmeier 2015, S. 480ff u. 728ff). Im PKW verbaute Hochdrucktanks sind weit über 100kg schwer, aber leichter als Batterien mit ähnlichen Energievolumen.

Die Logistik von Wasserstoff ist technisch aufwändig. Es kommt die Verteilung und die Lagerung an der Tankstelle oder die lokale Erzeugung aus Strom in Frage. Für letzteres wäre eine Elektrolyse im Kleinstmaßstab für ein Einzelfahrzeug in der Privatgarage erforderlich, kommerzielle Systeme sind nicht bekannt.

Wasserstofffahrzeuge sind durch den Drucktank und die Brennstoffzelle technisch aufwändiger als Batteriefahrzeuge und haben höhere Kosten, die teilweise durch eine Batterie mit geringerer Kapazität kompensiert werden können. Die technologische Reife der Brennstoffzelle wird in der Literatur als ausreichend angesehen. Es wird heute eine Lebensdauer erreicht, die den Vergleichswerten konventioneller Fahrzeuge entsprechen (Ehret 2018, S. 2). Praxistests sollten eine Zuverlässigkeit demonstrieren. Der besondere Rohstoffbedarf ergibt sich durch den erforderlichen Platin-Katalysator. Die Abwärme der Brennstoffzelle kann zum Heizen genutzt werden, das ist aber Indiz für einen schlechteren Wirkungsgrad von etwa 60%, siehe Tabelle 2.

Für Volkswagen schließt der Vorstandsvorsitzende Herbert Diess das Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeug in absehbarer Zeit aus. Gegenüber Journalisten der Wirtschaftswoche (Seiwert 2019) äußerte er 2019, dass „... das Wasserstoffauto in den kommenden zehn Jahre keine relevante Option sei ...“. Er begründet das mit den Worten: „Wenn man dagegen den Wasserstoff regenerativ produziere, dann sei man auf eine sehr ineffiziente Herstellungsmethode angewiesen, die viel Strom verbrauche.“ und vergleicht den Aufwand „drei Mal so viele Windmühlen“ und die Kosten: „Wenn 100 Kilometer mit dem Elektroauto zehn Euro kosten, kosten sie mit Wasserstoff 30 Euro“. Im gleichen Artikel der Wirtschaftswoche werden auch andere Stimmen genannt. „... Wir werden in der Lage sein, unseren Kunden alle relevanten Antriebsarten anzubieten ... auch die Wasserstoff-Brennstoffzelle ...“ wird BMW-Vorstandsvorsitzender Oliver Zipse zitiert.

Die Wertung dieser Diskussion der technischen Sachverhalte zum Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb übersteigt die Kompetenz des Verfassers. Nur 325 Fahrzeuge aller Klassen hatten 2018 einen Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb (Kraftfahrt-Bundesamt 2018a). Die Ursachen für diesen Status sind nicht Thema dieser Arbeit. Für die Ausgliederung aus der Arbeit spricht auch, dass derzeit sehr wenige entsprechende Fahrzeug-Angebote serienreif verfügbar oder absehbar sind.

Den vielen Milliarden Euro, die von den deutschen Autoherstellern und der Politik, für die Elektromobilität auf Batteriebasis investiert werden sollen, steht weit weniger Budget für die Brennstoffzelle und Wasserstofftechnologie gegenüber<sup>4</sup>. Die Förderprogramme zur Wasserstofftechnologie beziehen sich vorrangig auf die Forschung.

Für E-Bikes sind Wasserstoff und Brennstoffzellen bisher und absehbar nicht relevant. Es wird keine technische Lösung angeboten, die Reichweitenproblematik ist hier auch nicht dominierend.

Wasserstoff-Busse sind erprobt worden, aber bisher nicht über den Versuchsbetrieb hinaus gekommen. Einige Wasserstofftankstellen sind als Pilotlösungen aufgebaut worden.

Laut der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) will die Bundesregierung noch weitere Wasserstofftankstellen fördern ( NOW 2018,S. 58). Die gleiche Organisation zitiert den Bundesverkehrsminister Scheuer in derselben Schrift auf Seite 3 jedoch wie folgt: „... Dazu gehört zum Beispiel das Errichten von Ladesäulen. 3.000 Schnellladepunkte und 13.000 Normalladepunkte befinden sich derzeit im Aufbau. Die Regierungskoalition hat sich außerdem das Ziel gesetzt, mindestens 100.000 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge zusätzlich bis 2020 zu bauen. Auch beim Wasserstoff mit rund 60 Tankstellen im Bundesgebiet hat sich in den vergangenen zwei Jahren viel getan.“

Grundsätzlich hat der Wasserstoffantrieb mit der hohen Energiedichte das Potential für den Fernverkehr, insbesondere bei schweren Lastwagen, eine Lösung zu bieten. Er kann als Dieseleratz verstanden werden (Ehret 2018,S. 20). Der Wasserstoff als Energiequelle kann auch für Fahrzeuge angewendet werden, die auf überwiegenden Betrieb mit Antriebsbatterie ausgelegt sind, etwa als Range-Extender.

## **2.4 Alternative - Synthetische Kohlenwasserstoffe als Kraftstoffe**

Dem alternativen Treibstoff Erdgas (Compressed Natural Gas oder Liquidified Natural Gas, kurz LNG) für den Verbrennungsmotor gelang in mehreren Jahrzehnten es trotz Steuerbegünstigung nicht, nennenswerte Marktanteile zu gewinnen. Erdgas hat eine verminderte CO<sub>2</sub>-Emission, weil der Hauptbestandteil Methan im Verhältnis weniger Kohlenstoff und mehr Wasserstoff enthält als die langkettigen Kohlenwasserstoffe des Benzins oder Dieseltreibstoffs (Stan 2015,S. 212ff). Nur etwas besser liegt der Marktanteil der Flüssigase

<sup>4</sup>Trotz verschiedener Zahlen, Zeiträume und Bezugnahmen in den Meldungen beträgt der Unterschied der Investitionen mehrere Größenordnungen, z.B. (Gemis 2019), (Handelsblatt 2018), (BMVI 2016).

Kraftstoff/Energieträger	Antriebsform	EE -Wirkungsgrad	PKW Ø-Verbrauch	Stadtbus Ø-Verbrauch
Batterieladung mit EE-Strom	Batterieelektrische Fahrzeuge	89% <sup>1)</sup>	13 kWh/100km <sup>1)</sup>	162kWh/100km <sup>2)</sup> 150kWh/100km <sup>5)</sup>
Wasserstoffproduktion mit EE-Strom	Elektrische Fahrzeuge mit Brennstoffzellen und Batterie	58% <sup>1)</sup>	18 kWh/100km <sup>1)</sup>	keine Angaben verfügbar
synth. Methan auf der Basis von EE-Strom	Fahrzeuge mit Ottomotor und Autogas	41% <sup>1)</sup>	38 kWh/100km <sup>1)</sup>	keine Angaben verfügbar
synth. Benzin auf der Basis von EE-Strom	Niedrig-Energie-Fahrzeuge mit Ottomotor	35% <sup>1)</sup>	37 kWh/100km <sup>1)</sup> 4,40l/100km <sup>4)</sup>	nicht für Busse relevant
synth. Diesel auf der Basis von EE-Strom	Niedrig-Energie-Fahrzeuge mit Dieselmotor	35% <sup>1)</sup>	35 kWh/100km <sup>1)</sup> ≙ 3,57l/100km <sup>4)</sup>	41,9l/100km <sup>3)</sup> ≙ 410kWh/100km <sup>4)</sup>
Status zum Vergleich: Benzin auf Mineralölbasis	konv. Fahrzeug mit Ottomotor (Flottendurchschnitt Deutschland)	≈0%	7,7l/100km <sup>5)</sup> ≙ 64,7kWh/100km <sup>4)</sup>	allg. n. für Busse
Status zum Vergleich: Diesel auf Mineralölbasis	konv. Fahrzeuge mit Dieselmotor (Flottendurchschnitt Deutschland)	≈0%	6,8l/100km <sup>5)</sup> ≙ 66,7kWh/100km <sup>4)</sup>	41,9l/100km <sup>3)</sup> ≙ 410kWh/100km <sup>4)</sup>
Quellen:	<sup>1)</sup> Studie Ern. Energien im Verkehr BMVI (Kreyenberg et. al. Tab 1. S.15) <sup>2)</sup> Beispiel 243kWh Batteriekap., 150km Reichw. (Mercedes Benz: e-Citaro 2018) <sup>3)</sup> Durchschnitt Berliner BVG 12m Eindecker-Bus (Dt. Bundestag Drs 18/13709) <sup>4)</sup> eigene Umrechnung, mit Faktoren: Benzin 8,4 kWh/l und Diesel 9,8 kWh/l <sup>5)</sup> Flottenverbrauch konventionell in Jahr 2016 (Radke 2017, S. S. 308f)			

**Tabelle 2:** Wirkungsgrad und Verbrauchsangaben verschiedener erneuerbarer Kraftstoff-Alternativen zur Elektromobilität und Vergleich zum Status der gegenwärtigen Fahrzeug-Flotten, der EE-Wirkungsgrad ist das Verhältnis des Einsatzes von Energie aus erneuerbaren Quellen (in kWh) zu damit erzielbarer Fahrleistung (in km)

aus der Erdölraffination (Liquidified Petrol Gas, kurz LPG, chemisch überwiegend Butan und Propan). Obwohl für den Treibstoff LPG nur wenige Änderungen am Otto-Motor erforderlich sind und er technisch einfacher zu tanken und zu speichern ist (Stan 2015, S. 222ff), wurde keine Verbreitung wie für Benzin und Diesel erreicht.

Eine Studie im Auftrag des BMVI (Kreyenberg et al. 2015) stellt Alternativen für den Antrieb im Straßenverkehr vor, die nicht auf der Basis von Mineralöl basieren. Hier aufgegriffen werden die Formen, bei denen als Ausgangspunkt elektrische Energie dient, welche perspektivisch aus erneuerbaren Quellen stammen könnte. Mit Hilfe der elektrischen Energie soll Wasserstoff hergestellt werden und mit Kohlenstoff oder CO<sub>2</sub> zu Kohlenwasserstoffen verbunden werden. Letzteres kann aus der Luft oder besser aus Produktionsprozessen, wie der Zementproduktion, in welchen er unvermeidbar und konzentriert anfällt, gewonnen werden. Als Kohlenstoffquelle kann auch Pflanzenöl oder Biogas und Biomasse dienen, dies wurde in der vorgenannten Studie dort diskutiert.

Die Vielfalt der Möglichkeiten ist groß, solange die großtechnische Umsetzung und die Kosten zurückgestellt werden. Auch der primäre Energieeinsatz ist unterschiedlich. Besonders bemerkenswert sind die Angaben dieser BMVI-Studie zu den Wirkungsgraden, siehe Tabelle 2.

Die Frage der Effizienz hat als Verhältnis von Aufwand und Nutzen mehrere Dimensionen: Energieeffizienz, Kosteneffizienz, Effizienz in der Emissionsvermeidung und mehr.

Die Skala jeder Dimension kann individuell verschieden gewichtet werden. Eine Herausforderung für die Kommunikation entsteht immer dann, wenn trotz gleichem Wissensstand, die Gewichtungen stark unterschiedlich erfolgen. Das wird im Abschnitt 6 nochmals aufgegriffen.

Besonders günstig ist, dass synthetische Kraftstoffe problemlos kompatibel mit konventionellen Fahrzeugen und Wirtschafts- und Infrastrukturen wären. Das trifft auch auf Bestandsfahrzeuge zu, die noch lange Zeit im Betrieb sind. Dies ist ein wichtiger Vorteil synthetischer Kraftstoffe. Obwohl sie eine günstige Gesamtbilanz der Emissionen haben, treten lokal Abgase auf, die nicht grundsätzlich von konventionellen Treibstoffen verschieden sind. Dies bildet einen entscheidenden Nachteil der Verwendung synthetischer Kraftstoffe. Es soll auf die Fehler mit ähnlichen Ansätzen in der Vergangenheit hingewiesen werden, das diskutiert Abschnitt 5.2.

## 2.5 Zur Kommunikation der Alternativen

**Als Fazit** stellen sich die Fragen: Sollte der Antrieb mit Wasserstoff und Brennstoffzelle oder die synthetischen Kraftstoffe im Jahr 2020 in Kommunikationsmaßnahmen aktuell eine Rolle spielen? Wenn man emissionsgünstige Fahrzeuge bewirbt, sollte dann alles auf eine Karte gesetzt werden?

Die Antwort hängt zum einen von der **Interessenslage** ab:

- Als Protagonist oder Anbieter erneuerbarer Energien sind die Argumente für die Wasserstoffwirtschaft - sowohl für den Verkehrssektor als auch darüber hinaus - vorteilhaft.
- Als Anbieter von Batteriefahrzeugen, ist die Diskussion zu Alternativen kontraproduktiv. Das hohe empfundene Risiko des Käufers beim heutigen Batteriefahrzeug wird weiter vergrößert. Daher ist im vorgehenden Abschnitt die genannte Position von Volkswagen für die Ansprache ihrer Kunden (in der nächsten Zeit) nachvollziehbar.
- Als Antagonisten ist die Diskussion von Alternativen sinnvoll, weil vermutlich eine verzögernde Wirkung eintritt. Antagonisten sind u.a. bei der Mineralölwirtschaft und bei den Teilbereichen der Auto-, Bus- und Zulieferbranche, die auf konventionelle Antriebe spezialisiert sind, zu vermuten.
- Synthetische Kraftstoffe wären eine vergleichsweise einfach und schrittweise implementierbare Überbrückungslösung. Sie könnte aber keine Interessenslage ganz zufrieden stellen. Diese Lösung steht vor denselben Gefahren in der Kommunikation, wie die Einführung des Kraftstoffs E10. Dies wird in Abschnitt 5.2 näher diskutiert.

Die Antwort ist darüber hinaus **vom Zeitpunkt** bestimmt, an dem sie gegeben wird: Eine parallele Kommunikation von Alternativen zur batteriebasierten Elektromobilität empfindet der Verfasser als verfrüht. Auch die Aussicht auf eine möglicherweise bessere Alternative in der Frage der mehr problematischen Reichweite ist nicht zielführend, weil es nicht um die nahe Zukunft geht.



### 3 Motivations- und Diffusionstheorie

*Wenn ich die Kunden gefragt hätte, was sie wollen, hätten sie gesagt: schnellere Pferde.*

*Henry Ford zugeschriebenes Zitat*<sup>5</sup>

In diesem Abschnitt sollen die Akteure der Kommunikation und die vorliegenden Motivationen vorgestellt werden. Es wird das Modell der Diffusion von Innovationen erklärt und die entsprechende Kategorisierung der Kunden nach dem Zeitpunkt der Annahme der Innovation besprochen. Für diese Kundenkategorien gelten unterschiedliche Motivationen, das muss beachtet werden. Das Modell wird für die drei Formen der Elektromobilität formal angewandt und mit Beispieldaten konkret verifiziert. Die Folgerungen für die Kommunikation werden genannt.

#### 3.1 Kommunikationsrichtungen und -akteure

Grundsätzlich agieren unterschiedliche Akteure und Einflussnehmer auf dem Markt der Elektromobilität, dies zeigt Abbildung 2 in einer Übersicht. Die dort gezeigten Ebenen der drei Formen der Elektromobilität sprechen die jeweiligen Endkunden und -konsumenten in unterschiedlicher Weise direkt an.

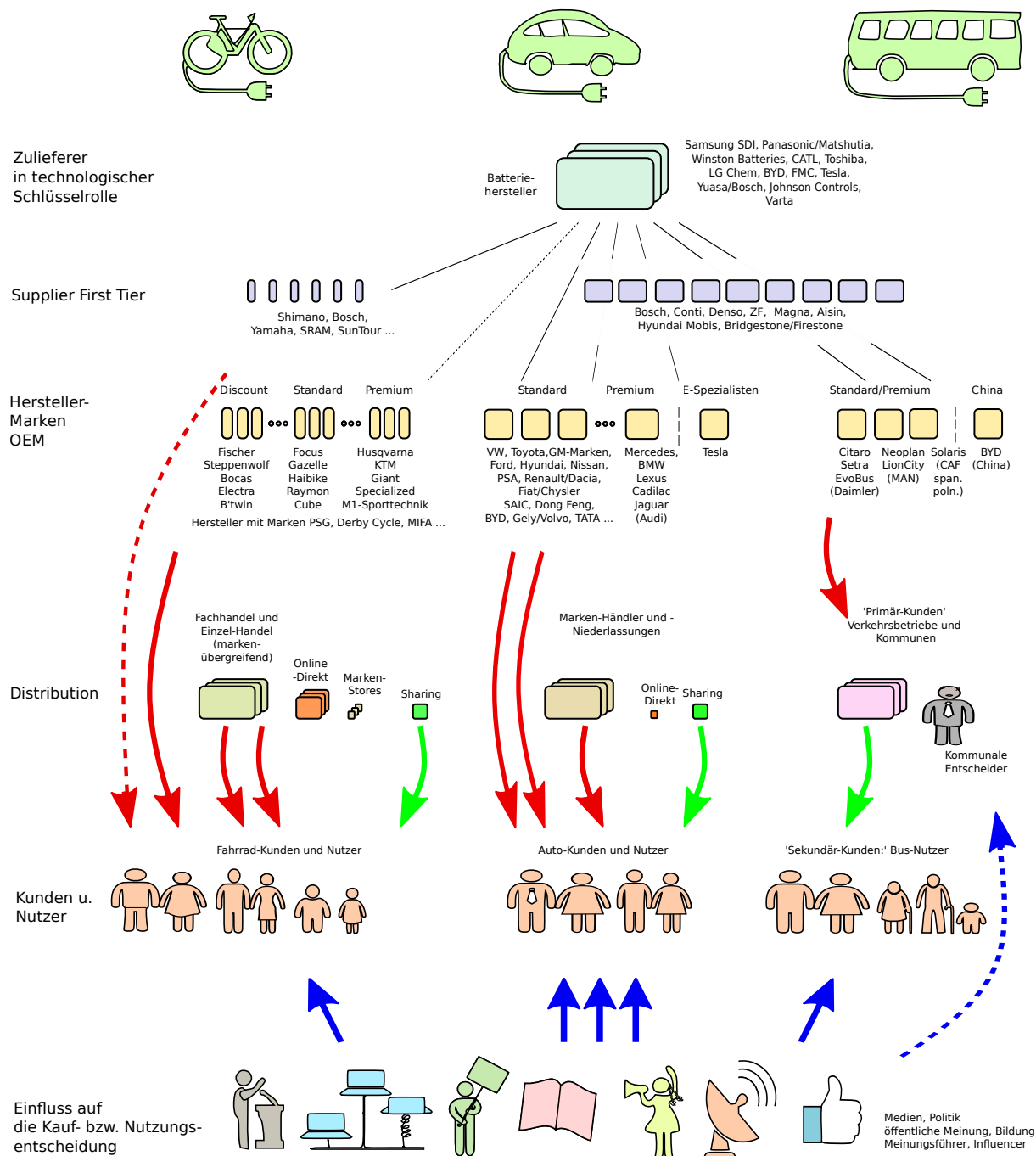
Ein zentraler Ausgangspunkt liegt in der Ebene der Batteriehersteller. Obwohl dort die technologische Schlüsselrolle zu finden ist (siehe Abschnitt 2.2), treten sie für den Blickwinkel des Endkunden und Nutzers bisher fast nicht sichtbar auf. Noch findet keine direkte Kommunikation zwischen Batterieherstellern und Endkonsumenten statt, diese denkbare Option wird in Abschnitt 6 aufgegriffen.

Auch die weiteren Zulieferer auf der Ebene der direkten Systemlieferanten (in der Automobilindustrie First Tier Supplier genannt) haben durchaus bekannte Marken etabliert. Sie treten nur in wenigen Ausnahmen in der direkten Kommunikation auf. Dies ist insbesondere bei den E-Bikes der Sonderfall, dort ersetzen sie die schwächer etablierten Marken der Hersteller-Ebene. Bei den E-Bikes ist die Situation durch eine breite, weniger gefestigte Marken- und Anbieter-Vielfalt gekennzeichnet.

Bekannte Beispiele für die Wirkung von Zulieferer-Marken als Form des Ingredient-Branding sind die Marke Bosch für den Fahrrad-Motor von E-Bikes oder die Marke Shimano, welche sich bei schon konventionellen Fahrrädern ein gutes Image erarbeitet hatten. Beide signalisieren wahrnehmbare Qualität an die Kunden. Sie weichen in der Auswahl-situation bereits gefestigte Markenpräferenzen auf. Sie können aber in der Werbung auch an die Stelle von Herstellermarken treten, weil bei Fahrrädern diese nicht jedem Kunden bekannt sind (Bollschweiler 2014, S.24ff).

---

<sup>5</sup>Gefunden im Grußwort des Bundespräsidenten a.D. Horst Köhler bei der ADAC-Preisverleihung Gelber Engel 2010, München, 14. Januar 2010



**Abbildung 2:** Kommunikationsebenen und Akteure auf dem Markt der Elektromobilität. Die genannten Unternehmen und Marken sind nur ausgewählte Beispiele.

Die Ansätze erfolgen in den Richtungen:

⇒ rote Pfeile: **Produzenten und Handel zu Kunden**

⇒ grüne Pfeile: **Dienstleister zu Nutzern**

⇒ blaue Pfeile: **Weitere Einflussnahmen haben starke Bedeutung**

In der Automobilbranche lassen die sehr starken Marken der Hersteller<sup>6</sup> nahezu keinen Platz für die vorgelagerten Ebenen. Diese Marken sind so stark, dass auch die Distribution bei Neuwagen fast ausschließlich durch Marken-Händler oder exklusiv durch Niederlassungen der Hersteller erfolgt.

Die Branche ist in starkem Maß konzentriert. Es gibt in Nord-Amerika, Europa und Japan hohe Markteintrittsbarrieren (Mönning, A. 2012, S 2ff). In den Schwellenländern China und Indien erwächst Konkurrenz, welche vor allem dort ansetzt.

Ob die Markteintrittsbarrieren über die Innovation E-Antrieb mit extrem hohem Risiko-Kapitaleinsatz angegriffen werden können, ist im Endergebnis noch nicht entschieden. Diese Entscheidung für den Kapitaleinsatz ist stark subjektiv geprägt, das Beispiel des neuen Anbieters Tesla ist bekannt.

Für E-Bikes und E-Autos treten als stärkste kommunikationspolitische Akteure die jeweiligen Hersteller mit ihren Marken auf. Diese Hersteller-Marken sind nach Preisniveaus segmentiert. Darüber hinaus sind Segmentierungen nach Anwendungsbereichen, wie Nutzfahrzeuge, Lasträder oder sportliche Fahrzeuge, gegeben. Sowohl die jeweilige Marktposition, als auch die Markenstrategie, prägt die Kommunikation und Werbeaussagen.

Die unmittelbar verkaufsnaher Werbung durch die Distributoren spielt für E-Bikes eine ähnlich wichtige Rolle wie die der Hersteller. Sie ist regelmäßig markenübergreifend und wirbt sogar mit vergleichenden Ansätzen (Handzettel und Verkaufsraum).

Der Autoverkauf, inklusive der E-Autos, ist streng markenorientiert. Die Werbung der Distributoren ist meist regional und zeitlich orientiert (Sonder- und Rabattaktionen). Die Werbung des lokalen Distributors ist beim Auto nachrangig gegenüber der Markenkommunikation.

**Besonderheiten bei E-Bussen** Deutlich abweichend ist die Situation bei den Stadtbussen. Die Bushersteller greifen teilweise auf die Zulieferindustrie der Automobilwirtschaft und die Batteriehersteller zurück. Nach den Herstellern kann der Markt zweistufig angesehen werden. In der ersten Stufe erfolgt der Verkauf von Stadt-Bussen an die Verkehrsbetriebe. Dort liegt auf den ersten Blick ein klassischer Business-to-Business-Prozess vor. Weil in Deutschland Verkehrsbetriebe in der Mehrzahl in öffentlicher Hand sind und sämtlich subventioniert werden (Randeloff 2013), sind wichtige Entscheidungsträger bei den Kommunen und in der Regionalpolitik zu finden.

Insofern liegt de-facto ein Business-to-Public-Geschäft vor, für das nicht nur betriebswirtschaftliche Kriterien gelten. Die positiv bewerteten Eigenschaften des Elektroantriebs passen zu den von vielen Wählern allgemein positiv bewerteten Zielen, wie Luftreinheit, saubere Energie und Umweltschutz. Der Stadtbus als öffentliches Verkehrsmittel gilt auch als

---

<sup>6</sup>In dieser Branche kurz als OEM für Original Equipment Manufacturer bezeichnet.

Maßnahme zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens. Technische Parameter wie Transportkapazität und betriebliche Wirtschaftlichkeit sind wichtig. Hochbewertet werden hier die Zuverlässigkeit und ein eingespielter Aftersales-Service, hiermit wird eine Markteintrittsbarriere für chinesische E-Busse kommuniziert (Seidel 2018). Im Gegensatz zur rein betriebswirtschaftlichen Entscheidungsfindung gibt es eine Präferenz für den lokalen Einsatz von Subventionen aus öffentlichen Steuergeldern des Bundes<sup>7</sup>, welche derzeit die E-Busse maßgeblich finanzieren (Randeloff 2013).

Die Verkehrsbetriebe und die kommunalen Entscheidungsträger sollen als **Primär-Kunden** bezeichnet werden. Hier erfolgt die Kaufentscheidung des Produktes elektrischer Stadt-Bus.

Die zweite Stufe bilden die Kunden der Verkehrsbetriebe. Um die Systematik des Vergleichs in dieser Arbeit kompakt zu halten, sollen die Nutzer des Busverkehrs als **Sekundär-Kunden** bezeichnet werden, obwohl sie begrifflich streng genommen Nutzer einer Dienstleistung sind.

Für diese Sekundär-Kunden ist bisher die Entscheidung für den Bushersteller bzw. die Busmarken unerheblich. Auch das könnte sich mit dem allgemeinen Interesse an E-Mobilität in - sicherlich nur begrenzten Maß - ändern, wenn ein Bushersteller in die Führung gehen würde. Die Verkehrsbetriebe - als kommunale Unternehmen oft eng verknüpft mit lokaler Politik - können die Einführung von E-Bussen für besondere Kommunikationsmaßnahmen nutzen. Langfristig waren und sind Aspekte wie die Fahrplandichte und Preisstruktur der Tickets und Abonnements sowie Sauberkeit, Bequemlichkeit und Sicherheit die wahrgenommenen Qualitätsmerkmale der Dienstleistung der Verkehrsbetriebe. Neu ist ein Zusatzargument entlang der Meinungstrends zur Nachhaltigkeit und umweltbewusstem Konsum, wenn die Kombination von öffentlichen Nahverkehr und Elektroantrieb forciert wird.

Die direkte, breitflächige Kommunikation an die Sekundärkunden erscheint dagegen weniger effektiv. Dagegen spricht die regional sehr verschiedene Situation bezüglich der Einführung von E-Bussen.

### 3.2 Kategorien der Motivationen

Wirtschaftliches Handeln von Personen, insbesondere Kauf- und Nutzungsprozesse, wird durch vielfältige Motivationen bestimmt. Diese Motivationen werden nach verschiedenen Merkmalen in Kategorien eingeordnet. Mit Hilfe dieser modellhaften Gruppierung kann man eine übergeordnete Analyse und kategorien-spezifische Handlungsrichtlinien ableiten.

---

<sup>7</sup>Für Verkehrsbetriebe treffen viele der Kriterien von Buying Centern zu, sie müssten typischerweise sehr preissensitiv bei der Kaufentscheidung sein. Tatsächlich akzeptieren sie aber für E-Busse derzeit erhebliche Preisauflagen und fangen das mit Fördermitteln auf. Auf die Gefahr von Mitnahmeeffekten bei den Herstellern weist eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Verkehrs- und Infrastrukturprobleme hin (Knote et al. 2017).

**Die Kategorisierung nach Meffert** wurde von Heribert Meffert (Meffert et al. 2018) benutzt. Sie unterscheidet zwischen intrinsischer und extrinsischer (oder externer) Motivation, ebenso wie zwischen bewusster und unbewusster Motivation.

- Die intrinsische Motivation wird durch eine lange Erlebensgeschichte geprägt, sie kann aber auch durch kurzfristige Ereignisse und starke Erlebnisse verändert werden. Sie wird nur teilweise bewusst wahrgenommen. Auch Einflüsse durch Emotionen gehören dazu. Intrinsische Motive werden bedient, wenn es letztlich zu einer Belohnung durch den Nachfrager selbst kommt (Meffert et al. 2018, S. 107ff).
- Die extrinsische Motivation umfasst von außen kommende Eingriffe wie Vorschriften oder Kontrollen und vor allem monetäre Faktoren. Sie wird überwiegend bewusst wahrgenommen. Einflussnahmen erfolgen häufig rational und argumentativ. Extrinsische Motivationen zielen dagegen auf eine Belohnung durch die Außenwelt ab (ebenda).

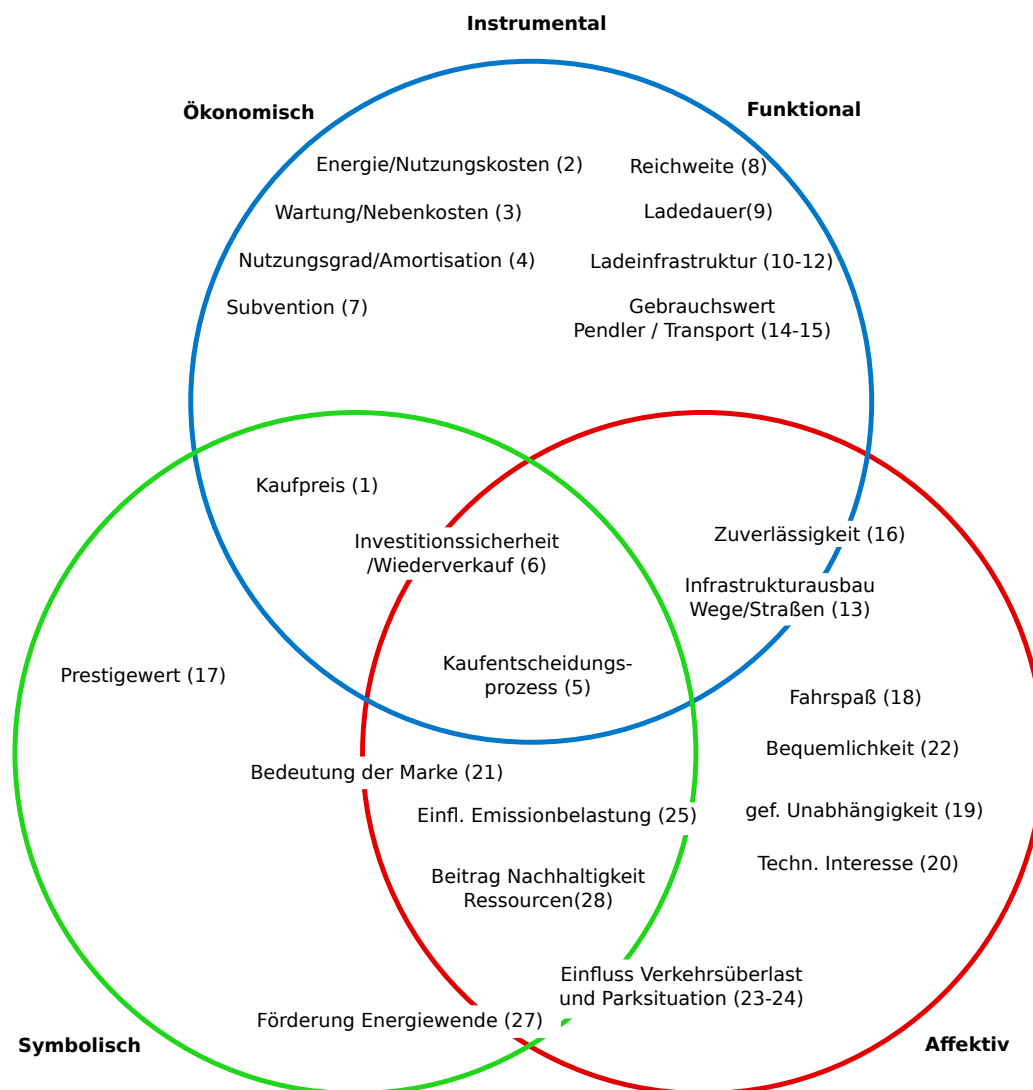
**Die Kategorisierung nach Steg und mit Kriterien von Diez** ist zunächst von Linda Steg beschrieben worden (Steg et al. 2001), (Steg 2005). Sie hat ihren Ausgangspunkt in der Psychologie. Diese Einteilung unterscheidet drei Kategorien. Sie ist in der vorliegenden Arbeit benutzt worden, um die Kaufkriterien einzuordnen, welche von Willi Diez (Diez 2015) als Experten für die Autobranche beschrieben wurden. Eine Übersichtsdarstellung dazu zeigt die Abbildung 3.

- Die instrumentale Motivation umfasst ökonomische und funktionale Merkmale, sie sind überwiegend von außen kommend.
- Die symbolische Motivation umfasst von außen kommendes und extern bestimmtes Selbstverständnis. Soziale Normen und sprachliche Konnotation spielen eine wichtige Rolle.
- Die affektive Motivation beschreibt gefühlte und erlebnisorientierte Anreize.

**Die Kategorisierung nach Rogers** ist gezielt für den Übernahmeprozess von Innovationen entwickelt worden. Everett Rogers (Rogers 1983) hat diese Kategorisierung feiner als die vorher genannten gegliedert. Sie unterscheidet fünf Phasen des Übernahmeprozesses und zusätzlich die Charakteristik des Entscheiders sowie dessen Vorkonditionierung. In den Phasen wirken verschiedene Einflussfaktoren, u.a. als wahrgenommene Merkmale der Innovation. An dieser Stelle wird auf die näheren Ausführungen im Abschnitt 3.5 und die Übersicht in Abbildung 6 verwiesen. Die Systematik nach Rogers liefert für die Untersuchung dieser Arbeit eine gut geeignete Begriffsordnung.

**Kategorienübergreifende Wechselwirkungen** der Motivationen, sollten beachtet werden, weil die Motivationen verschiedener Kategorien in der Einzelperson zusammenspielen. Sie können sich wechselseitig verstärken oder abschwächen, diese Wechselwirkung muss bei der Gestaltung von Kommunikationsmaßnahmen geprüft werden.

### 3.3 Differenzierung der Motivationsaspekte für E-Bike, E-Auto, E-Bus



**Abbildung 3:** Motivation im Kaufentscheidungsprozess. Eigene Darstellung und Einordnung unter Einschluss von Automobil-Kaufkriterien nach (Diez 2015,S. 40ff) sowie von (Steg 2005,S. 152ff). Die Nummerierung bezieht sich auf die Tabelle 3.

Mobilität beschreibt einen Teil des Konsumentenverhaltens. Das Verhalten wird neben ökonomischen auch von psychischen und sozialen Faktoren bestimmt (Bartz 2015,S.23). Dabei muss zwischen der eigentlichen Funktion der Mobilität und begleitenden Aspek-

ten unterschieden werden. Konkrete Mobilitätslösungen sprechen beim Endkonsumenten oftmals verstärkt andere Bedürfnisse an als der reine räumliche Transport. Dabei wird zwischen dem Bedürfnis nach Mobilität als Selbstzweck und Mobilität als Mittel zur Erfüllung eines anderen Bedürfnisses unterschieden (Bartz 2015, S.34ff). Dies ist für die Kommunikation, welche von der vorliegenden Arbeit untersucht wird, von besonderer Bedeutung, da die Anbieter beide Bedürfniskategorien ansprechen und dabei auf vielfältige Weise miteinander kombinieren.

Die erreichte Leistungsfähigkeit des Straßenverkehrs wird oftmals gleichgesetzt mit einer florierenden Wirtschaft, überall zeigt sich das Streben der Gesellschaft nach Mobilität (Nuhn & Hesse 2006, S.36). Das Automobil als zentraler Träger der Individualmobilität hat die Stadtentwicklung über einige Jahrzehnte geprägt. Immer mehr städtischer Raum wurde der Mobilitätslösung des Automobils zugeschrieben. Die entstandene Verkehrsinfrastruktur fokussierte sich auf Autos. Mehrspurige Stadtautobahnen zerreißen das Stadtbild. Mehrstöckige Parkhäuser stehen als unpassende Klötze in Innenstädten. Zu den Limitierungen für den Individualverkehr mit dem Automobil zählen besonders im städtischen Raum die Beanspruchung von Flächen für Fahrbahnen und Parkplätze, die Gesundheitsgefährdung durch Emissionen, Staus und Unfälle sowie hohe Kosten für die Gesellschaft (Nuhn & Hesse 2006, S.186). Diese Grenzen sind oftmals bereits erreicht.

Die unmittelbaren Auswirkungen dieser Sättigung des Automobilverkehrs in den Ballungsräumen führen vermehrt zu kritischen Diskussionen. Sie befeuern alternative Ideen, allem voran den Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs aber auch Rückbesinnungen, wie das Benutzen von Fahrrädern. Nicht nur Kostengründe, sondern auch Mangel an Parkraum und der geringe eigene Nutzungsgrad der Fahrzeuge ließen das Konzept des Carsharings aufkommen, siehe Abschnitt 4.4.

In Abbildung 3 werden beispielhaft Motivationen, Argumente, Komponenten und Einflüsse des Kauf- oder Nutzungsentscheidungsprozesses für eine Mobilitätslösung gezeigt. Dabei orientiert sich die Darstellung an den in der Literatur genannten Kaufentscheidungskriterien konventioneller PKW nach (Diez 2015, S.40ff) und nach (Steg 2005). Schematisch wird in der Abbildung versucht, diese Kriterien den drei Motivationskategorien zuzuordnen, auch wenn oftmals subjektive Eingruppierungen getroffen wurden.

Die Tabelle 3 greift die Kriterien wieder auf und zeigt Unterschiede und Schnittmengen bei den verschiedenen Formen der Elektromobilität. Ergänzend werden einige Ansatzpunkte für eine differenzierte Kommunikation hervorgehoben.

Um ein eigenes Bild zu erfassen wurden einige Interviews geführt, siehe Anhang A1 und A2. Die Eindrücke der Befragung und der Gespräche passen in vielen Punkten zum hier dargestellten.

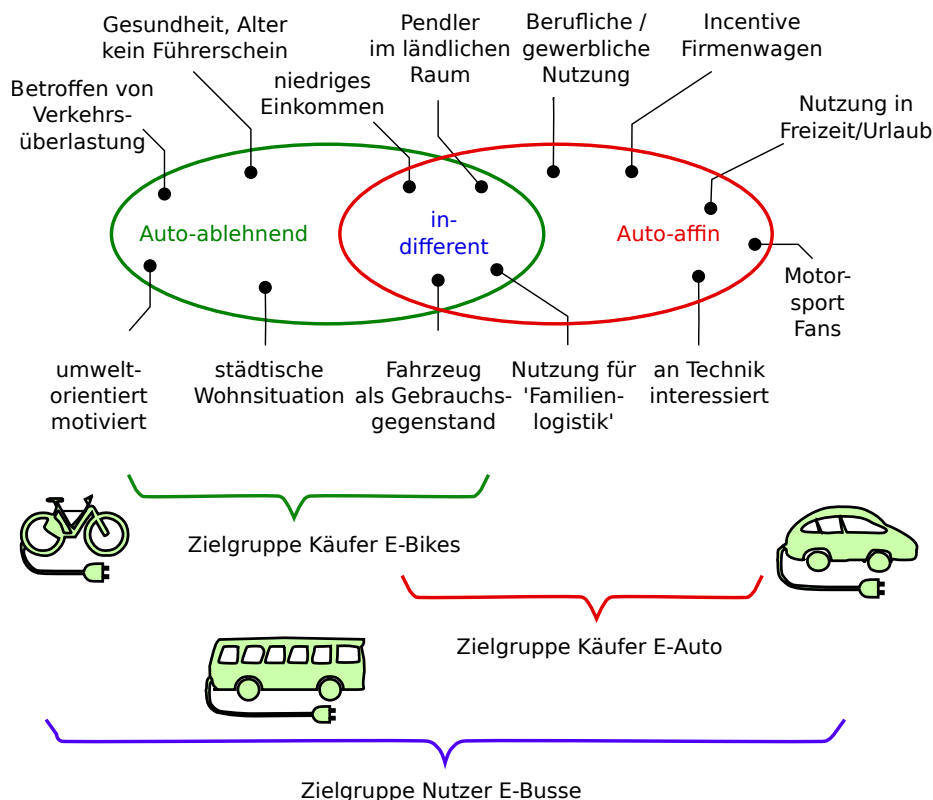
		Merkmal	E-Bike	E-Auto	E-Bus
instrumental-ökonomisch	1	Kaufpreis	wichtig	wichtig, Ausnahme Premiumklasse	n. direkt relevant, stattdessen Fahrpreis
	2	Energie/Nutzungskosten, insb. Ladestrom	vernachlässigbar gering	geringer als konventioneller Treibstoff	s.o.
	3	Wartungs- u. Nebenkosten	mittelwichtig	niedriger bis vergleichbar	s.o.
	4	Nutzungsgrad/Amortisation	niedrig ( $\varnothing < 1\text{h/Tag}$ )	niedrig ( $\varnothing < 1\text{h Tag}$ )	hoch ( $\varnothing > 8\text{h Tag}$ )
	5	Kaufentscheidungsprozess	mittelmäßig intensiv	sehr gründlich / langwierig	Fzg.: Investitionsentsch., Ticket: spontan/Abo
	6	Investitionssicherheit/ Wiederverkaufswert	niedriger Einfluss/ Wiederverkauf selten	wichtig, Batterielebensd. kritisch	für Fahrgast nicht erkennbar
	7	Fördernde Subventionen	möglich (z.B. Jobrad)	Anschaffungsprämie, kostenloser Strom, Steuer	üb. Ticketpreise, Proficard u.ä.
instrumental-funktional	8	Reichweite	allg. unproblematisch	wichtig, problematisch	wird nicht empfunden
	9	Ladedauer	unproblematisch, weil Reichweite ausreichend	insb. für Langstreckenfahrt relevant	wird nicht empfunden
	10	Ladeinfrastruktur privat / Unternehmen	meist vorhanden, Normal-Steckdose	Wallcharger Garage, Stellplatz oder Firma	bei Busunternehmen (Betriebshof, Endstation)
	11	Ladeinfrastruktur öffentlich, Normallader	nicht entscheidend	für Nutzer o. eigenen Stellplatz/Garage wichtig	entfällt
	12	Ladeinfrastruktur öffentlich, Schnelllader	entfällt	Für Fernverkehr / Reichweite wichtig	s.o. Zwischenladung (?)
	13	Infrastrukturausbau Wege/Straßen	Radwege erforderlich, Fahrradstellpl. zum ÖPNV	unverändert wie konventionelle PKW	Busspuren vorteilhaft, Ladeplätze einrichten
	14	Gebrauchswert (Pendler / ländlicher Raum)	eher in Kombination mit ÖPNV	i.d.R. als Ersatz konv. PKW möglich	dichter Fahrplan entscheidend
affektiv	15	Gebrauchswert (Transport Einkauf / Waren)	klein, Ausnahme Lastenrad	hoch wie konv. PKW / Kombi / gewerbl. Nutzung	eingeschränkt, wie konv. ÖPNV
	16	Empfundene Zuverlässigkeit	wichtig	sehr wichtig	nur indirekt empfunden, Fahrplanteure wichtig
	17	Prestigewert, Nutzer-Image	kaum Prestigewert, positiv, sportlich, aktiv	oft Statussymbol für erfolgreich & progressiv	kein Statussymbol, positiv & verantw.-bewusst
	18	Fahrspaß (Geschwindigkeit, Beschleunigung)	wichtig als Unterstützungsfunktion	wichtig - sehr wichtig, technisch gut erreichbar	unwichtig
	19	gefühlte Unabhängigkeit	hoch	hoch	Gering / abh. v. Fahrplan
	20	Techn. Interesse	wichtig	bedeutender Einfluss	eher unwichtig
	21	Bedeutung der Marke	hoch	sehr hoch	gering
symbolisch	22	Bequemlichkeit / Convenience	Fahrleistung gesteigert, wetterabhängig geliebt	sehr hoch, spontan und individuell nutzbar	niedrige Erwartung, Angebotsdichte wichtig
	23	Einfluss auf städtische Verkehrsüberlastung	hoch durch Ersatz PKW-Nutzung	neutral gegen konv. PKW	hoch, sofern zus. Ersatz PKW-Nutzung
	24	Einfluss auf städtische Parksituation	hoch, wenn Ersatz PKW-Besitz	neutral gegen konv. PKW	hoch, sofern Ersatz PKW-Besitz
	25	Einfluss Emissionsbelastung	hoch durch Ersatz PKW-Nutzung	positiv	hoch, sowohl Ersatz Dieselbus und konv. PKW
	27	Unterstütz. Energiewende Stabilisierung Energienetz	allg. überschätzt, Energiemenge gering	Einfluss sehr positiv mit steigender Stückzahl	Einfluss positiv, im Depot gut steuerbar
	28	Empfundener Beitrag Nachhaltigkeit	mittel - hoch	hoch	hoch

Rot: Kritische Kauf- bzw. Nutzungskriterien Blau: Ansätze für Kommunikation, Marketing und Förderung

**Tabelle 3:** Ausgewählte Aspekte in der Kundenwahrnehmung und -motivation für die drei Formen der Elektromobilität, farblich sind kritische und erfolgversprechende Faktoren gekennzeichnet.



## 3.4 Zielgruppen



**Abbildung 4:** Zielgruppen der Kommunikation für die Formen der Elektromobilität nach einer Dimension der Vorkonditionierung unterschieden

Die Abbildung 4 versucht eine schematische Einteilung von Zielgruppen der Käufer bzw. Nutzer. Der Verfasser vermutet, dass die Zielgruppen an der Vorkonditionierung zum Automobil „Auto-ablehnend“ und „Auto-affin“ recht gut trennbar sind. Die Ursachen dieser Konditionierung sind vielfältig, wie die Abbildung 4 an Beispielen andeutet.

Für die Zielgruppe, welche die Kommunikation mit dem Thema E-Bike gezielt anspricht, muss man das Merkmal „Auto-ablehnend“ beachten. Die Zielgruppe, welche mit dem Thema E-Auto zu erreichen wäre, würde man naheliegenderweise dem Merkmal „Auto-affin“ zuordnen. Zu beachten ist eine große indifferente Zielgruppe. Die Zielgruppe, an welche die Kommunikation mit dem Thema der Nutzung von E-Bus zu richten wäre, umfasst beide Merkmale und ist darüber hinaus wesentlich größer, weil Personengruppen hinzukommen, die nicht zu den vorgenannten gehören. In dieser Gruppe kann nicht einfach mit den beiden Vorkonditionierungen „Auto-ablehnend“ und „Auto-affin“ unterschieden

werden<sup>8</sup>. Eine Kampagne bei der Einführung von E-Bussen sollte sich nach Ansicht des Verfassers neutral zur Vorkonditionierung aufstellen, darf aber gemeinsame Meta-Themen wie Nachhaltigkeit oder Emissionen ansprechen. Eine Zusammenstellung von Vorschlägen und Ansätzen unter Berücksichtigung der Zielgruppen und mit weiteren Aspekten findet sich am Ende dieser Arbeit im Abschnitt 6.

Praktische Folgerungen dieser groben Kategorisierung wären zum Beispiel:

- Eine Werbemaßnahme für E-Bikes, sollte keinen positiven Bezug zum Auto, inkl. E-Auto, haben, sondern kann auch die Substitution durch einen Stadtbus ansprechen.
- Eine Werbemaßnahme für E-Autos sollte selbstverständlich die Ansprache oder Thematisierung der Gruppe mit Konditionierung „Auto-ablehnend“ vermeiden. In dieser Frage wäre sie dann bestenfalls indifferent.
- Wenn sie besondere Aufmerksamkeit in der falschen Zielgruppe erzeugt, ist zu befürchten, dass sie nicht nur durch soziale Normen neutralisiert würde, sondern eine gegen-gerichtete Emotionalisierung fördert.

### 3.5 Diffusion von Innovationen

Im folgendem Abschnitt soll zunächst der Innovationscharakter der drei behandelten Formen der Elektromobilität ermittelt werden. Darauf aufbauend wird die Gültigkeit eines modellhaften Ansatzes nach der Diffusionstheorie nach Rogers für die Elektromobilität diskutiert (Rogers 1983). Die Gültigkeit dieses Modells vorausgesetzt, erlaubt die detaillierte Zerlegung des Entscheidungsprozesses entsprechend der modellhaften Kategorisierung die Analyse der Einflussfaktoren.

Grundsätzlich ist dieser Modellansatz nach Rogers jedoch nur gültig, sofern die drei Formen der Elektromobilität auch tatsächlichen Innovationscharakter besitzen. Der Begriff der Innovation wird sehr vielseitig verwendet. Vor allem in der Umgangssprache und in den Medien sowie im populärwissenschaftlichen Gebrauch ist das Wort Innovation durch eine zugehörige Qualitätsassoziation (Hofbauer et al. 2009, S. 68) belegt. Als Modewort wird es inflationär verwendet.

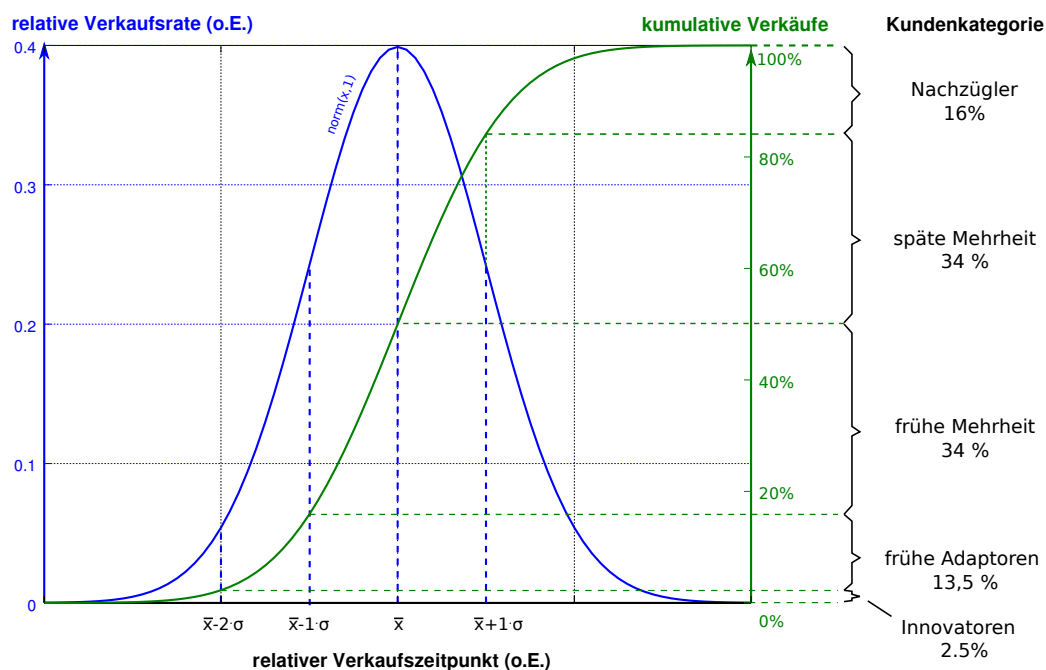
Auch in der wissenschaftlichen Literatur liegt kein einheitlicher und übergreifender Innovationsbegriff vor. Der Begriff wird interdisziplinär benutzt, was zu einer großen Toleranzbreite für diesen Begriff geführt hat (Strathmann 2019, S.5). Aus dieser Unschärfe entsteht ein Interpretationsspielraum über die Frage, ob die Elektromobilität in den betrachteten Formen die Begriffsdefinition für Innovationen erfüllt. In der extremen Gegenposition

<sup>8</sup>Indifferent wäre eine Revival-Werbung nach der Art des Clausthaler Werbeslogans „Ein E-Bike, nicht immer ... aber immer öfter“. Ein Slogan welcher das Image-betont „Ich kann mir sogar beide Optionen leisten“ adressiert den Stolz auf Erfolg, dem Nachhaltigkeit quasi als soziale Norm aufgedrückt wird. Er würde aber hoch aggressiv bei Kunden empfunden werden, die Nachhaltigkeit mit einer suffizienten Motivation verbinden

könnte man ablehnend argumentieren, dass die technische Neuerung sich nur hauptsächlich auf den Antriebsstrang beziehen würde, während Gebrauchs- und Nutzungsmuster weitgehend gleich bleiben würden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll dieser Position nicht gefolgt werden. Der Innovationsbegriff nach Rogers folgt einer Definition, nach welcher Elektromobilität klar als Innovation einzuordnen ist. Er definiert: „Eine Innovation ist eine Idee, eine Praxis oder ein Objekt, das von einem Individuum oder einer Gruppe von Individuen als neu wahrgenommen wird. Dabei ist zu vernachlässigen, ob diese Idee, gemessen am Zeitraum seit seiner ersten Verwendung oder Entdeckung, objektiv als neuartig einzustufen ist“ (Rogers 1983, S.11, Übers.d.Verf.). Nach dieser Definition stellen die Formen der Elektromobilität durch deren technische Umsetzung und Massentauglichkeit eine Innovation dar. Dies steht im Einklang mit der Verwendung des Begriffs in den Medien, den Meinungsäußerungen der Politik sowie der breiten Bevölkerung. Ein weiterer Vorteil ist, dass die gewählte Definition die notwendige Trennschärfe zu einfachen technischen Weiterentwicklungen und Optimierungen zulässt und auch nachfolgende Schlüsse und Erkenntnisse modellhaft anwendbar macht. Mit dieser Definition ist die Anwendung der Diffusionstheorie nach Rogers zulässig. Diese in den 1960er Jahren erstmals in den Kommunikationswissenschaften entwickelte Theorie soll die Durchsetzung von Innovationen in einer Gesellschaft erklären. Zentrale Aussagen der Theorie wurden später auch für die Erschließung und Durchdringung von neuen Produkten und Dienstleistungen auf Märkten angewandt (Karnowski 2011, S. 11). Auch für die Elektromobilität sollen die Aussagen und die Modelle der Diffusionstheorie für die Erarbeitung differenzierter Kommunikationsstrategien herangezogen werden. Rogers stellt mit dieser Theorie einen engen Bezug zur Kommunikation her: „Diffusion ist ein Prozess, in dessen zeitlichem Verlauf eine Innovation über verschiedene Kanäle an die Mitglieder eines sozialen Systems kommuniziert wird. Dabei handelt es sich um eine spezielle Form der Kommunikation, bei denen die Inhalte hauptsächlich an neue Ideen gebunden sind.“ (Rogers 1983, Seite 5, Übers.d.Verf).

Im Themenbereich der Elektromobilität treten jedoch unterschiedliche Teilinnovationen im Wirkverbund auf, zum Beispiel in der Batterietechnologie, Motorentchnik und Elektronik. Ein sogenanntes Technologiecluster besteht aus verschiedenen Einzelinnovationen, die aber aus Sicht der Konsumenten thematisch zusammenhängen sowie inhaltlich den Kern einer einzelnen Innovation ausmachen (Karnowski 2011, S.22). Die Diffusionstheorie lässt sich aber aufgrund der engen Verwobenheit dieser Einzelinnovationen und des gemeinsamen „Paket-Angebots“ auf solche Technologiecluster anwenden (Rogers 1983, S. 227). Sowohl Rogers als auch Karnowski unterstellen einen positiven Effekt der Vernetzung von Einzelinnovationen zu einem Technologiecluster in einem Diffusionsprozess (Rogers 1983, S. 15) und (Karnowski 2011, S.22). Im folgenden Abschnitt wird der Begriff des Technologiecluster und der Innovation synonym miteinander verwendet.

Ob und mit welcher Geschwindigkeit ein Produkt oder eine Dienstleistung sich am Markt erfolgreich etabliert, hängt nach der Diffusionstheorie in besonderem Maße von Einstellungen, Wertvorstellungen und der allgemeinen Risikobereitschaft der Konsumenten ab. Rogers unterscheidet sogenannte Adopter, gemeint sind modellhaft vereinfachte und idealisierte Kategorien von Kunden (Rogers 1983, Seite 247ff):



**Abbildung 5:** Käuferkategorien nach dem Kaufzeitpunkt kategorisiert. Eigene Darstellung, zusammengefasst nach (Rogers 1983, S.95ff und S.247). Das Modell geht vom mittleren Zeitpunkt  $\bar{x}$  aller Verkäufe nach der Innovation aus. Dies bildet das Zentrum einer modellhaft angenommenen Normalverteilung, die Grenzen der Kategorien werden von der Standardabweichung nach vorn und hinten, sowie der doppelten Standardabweichung nach vorn gegeben. Aus dem Integral lassen sich die prozentualen Anteile der Kategorien errechnen. Die Normalverteilung entspricht der Verkaufsrates, das Integral der kumulativen Verkäufe bis zur Marktsättigung (100%), implizit wird der Verkauf von einer Einheit je Käufer vorausgesetzt. Das Modell beschreibt relative Verhältnisse, bleibt zunächst ohne absolute Einheiten (o.E.). Bei vorliegenden Prognosen oder erfassten Werten sind diese als Parameter anzupassen (Parameterfitting).

Die Diffusionstheorie beschreibt weiterhin einen in abgrenzbare Schritte gegliederten Prozess der Adoption von Innovationen. Ein potenzieller Kunde und Nutzer stellt innerhalb des Innovations-Entwicklungs-Prozesses (Karnowski 2011, S.13) jeweils eine verschiedene Adopter-Rolle dar (Rogers 1983, S. 135ff), siehe Abbildung 6.

**Die Innovatoren** sind kühne Technologieenthusiasten und bringen neuen Produkten eine hohe Wagnisbereitschaft gegenüber. Sie haben Neugier und Interesse an Innovationen und verfügen über ein dichtes Netzwerk an Gleichgesinnten und „weitere kosmopolitische

soziale Beziehungen“. Sie verfügen in der Regel über ein tiefgreifendes finanzielles Polster, was sie in die Lage versetzt, Verluste und Fehlschläge relativ bequem zu kompensieren. Der Innovator hat ein Bedürfnis am Unbekannten, Neuem oder Unbesonnenen<sup>9</sup>. Rogers verdeutlicht die Bedeutung der Innovatoren als Treiber des Diffusionsprozesses, da diese besonders erfolgversprechende Ideen aus einem potentiellen Pool an Innovationen filtern. Es kann als sog. Gatekeeping aufgefasst werden.

**Die frühen Adopter** sind tiefer in das jeweilige soziale System verankert als die Innovatoren. Sie werden auch respektierte Visionäre genannt. Während Innovatoren oftmals reiche Kosmopoliten darstellen und deshalb oftmals keinen wirklichen Anklang in einem sozialen System finden, spricht Rogers bei frühen Adoptern von sogenannten „localites“<sup>10</sup>. Die frühen Adopter stellen einen beachtlichen Teil der Meinungsführerschaft im jeweiligen sozialen System und versorgen nachfolgende Adoptergruppen mit Informationen. Da die Innovationskraft der frühen Adopter für nachfolgende Gruppen noch verständliche Maße annimmt, dienen sie häufig als Rollenmodelle oder Vorbilder und werden von dem sozialen System respektiert. Zentrale Funktion der frühen Adopter ist es, Unsicherheiten und Berührungängste zu verringern.

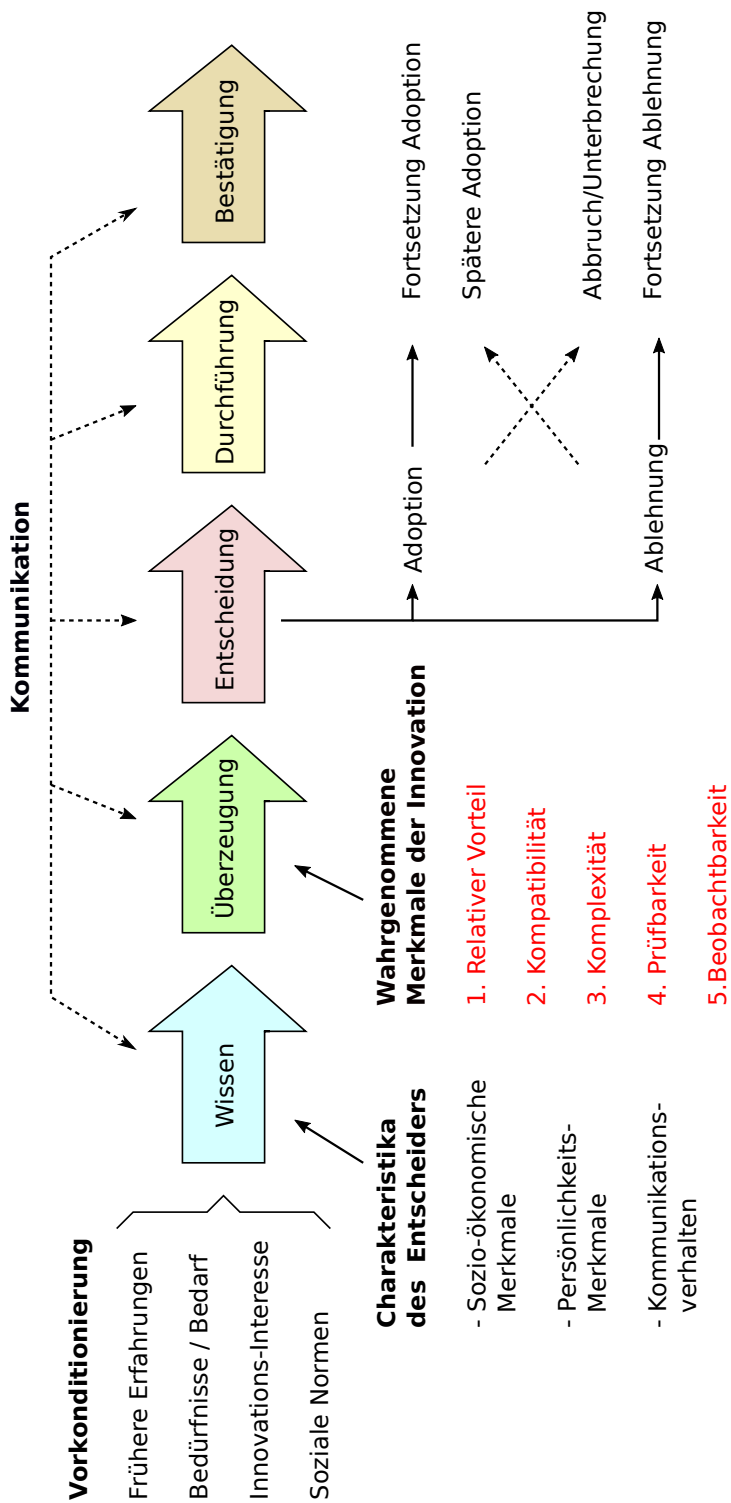
**Die frühe Mehrheit** sind als abwägende Pragmatiker eher bedachtsam und orientieren sich an der Meinung und am Verhalten der frühen Adopter. Sie stellen im Diffusionsprozess ein wichtiges Bindeglied zwischen frühen Adoptern und skeptischen Nachzüglern. Eine Innovation wird erst nach einem gewissen Maß an Einschätzung als Lösung akzeptiert. Im Konsumverhalten zeigt die frühe Mehrheit keine große Risikobereitschaft und kauft preisorientiert. Generell wartet die frühe Mehrheit, bis ein Produkt sich als ausgereift oder nützlich erweist.

**Die späte Mehrheit** gelten als skeptische Konservative und sind Innovationen gegenüber skeptisch und zurückhaltend eingestellt. Die Adoption ist meist auf Druck des sozialen Systems oder durch ökonomische Notwendigkeiten (Standardisierung oder Kompatibilität) zurückzuführen. Die späte Mehrheit verfügt nur über wenige Ressourcen, Unsicherheiten und Probleme einer Innovation müssen erst größtenteils beseitigt sein, bevor die späte Mehrheit eine Innovation adoptiert.

---

<sup>9</sup>Diese Eigenschaften werden von Rogers plakativ als „Venturesomenes“ zusammengefasst, übersetzt ist das etwa Unternehmungslust oder Wagemut.

<sup>10</sup>„Localites“ wären als Einheimische oder Lokalhelden übersetzbar, möglich wäre hier auch der Begriff der unmittelbaren Bezugspersonen.



**Abbildung 6:** Entscheidungsprozess für Innovationen, übersetzt/modifiziert nach (Rogers 1983, S.164) Die Phasen der Überzeugung und Entscheidung stehen im Vordergrund der vorliegenden Arbeit. Auf die wahrgenommenen Merkmale der Innovation „Elektromobilität“ soll näher eingegangen werden (siehe Punkte 1. bis 5. ).

**Die Nachzügler** werden auch als Traditionalisten bezeichnet. Sie sind in der Diffusionstheorie die letzte Gruppe die eine Innovation adoptieren. Nachzügler orientieren sich in ihren Wertesystemen und in ihren Kaufentscheidungen oftmals an Verhaltensweisen der Vergangenheit. Nachzügler verfügen über einen vernachlässigbaren sozialen Einfluss und interagieren meist nur mit Konsumenten, welche ebenfalls traditionelle Ansichten vertreten. Die Kaufentscheidungsprozesse dauern meist sehr lange. Oftmals findet eine Adoption erst dann statt, wenn die eigentliche Innovation bereits durch Folgeinnovationen abgelöst wurde.

Je nach geographischer und demographisch-sozialer Betrachtungsweise teilt sich der potentielle Markt für eine Innovation in diese Konsumentengruppen ein. Rogers unterstellt im Modell aus einer Normalverteilung abgeleitete Verteilung der Adopter-Kategorien, siehe Abbildung 5 (Rogers 1983,S.247).

Die Markteinführung und die Entwicklung in der Wachstumsphase hängen davon ab, wie schnell dieser Prozess durchlaufen wird und zu welchem Ergebnis die Kunden dabei kommen. Ist eine Innovation komplex oder wird von den potentiellen Adopter als schwer zu nutzen oder zu verstehen empfunden, verringert sich die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Adoption drastisch (Karnowski 2011,S.24). Der Prozess der Übernahme von Innovationen wird durch verschiedene Prozesse jedoch positiv unterstützt (Rogers 1983,S.15ff):

1. Vorteilhaftigkeit zu bestehender Produktalternative: Die Innovation muss einen, von Konsumenten, deutlich wahrnehm- und erlebbaren Mehrwert haben.
2. Soziale und technologische Kompatibilität: Die Innovation muss sich in bestehende Prozesse und Konsummuster leicht einfügen lassen und muss zu den aktuellen Werten, Normen, Trends und gesellschaftlichen Entwicklungen passen.
3. Komplexität des Verstehens und der Nutzung: Wenn die Innovation in der Anwendung leicht zu verstehen ist, fällt es dem Konsumenten leichter, das Produkt und dessen Nutzen zu bewerten.
4. Sichtbarkeit anderer Nutzer: Wenn frühe Adopter die Innovation für Dritte sichtbar nutzen können, verstärkt sich deren Empfehlungswirkung. Wenn Vorreiter die Produkte kaufen und diese für viele sichtbar sind, wirkt das wie eine Empfehlung. Vor allem bekannte Personen, Stars, aber auch große Unternehmen, Weltmarktführer werden von anderen Menschen und Unternehmen beobachtet.

Im Rahmen des betrachteten Kontext der Elektromobilität als potentielles Massenmarktprodukt ist außerdem der Begriff der „kritischen Masse“ innerhalb der Diffusionstheorie erwähnenswert. Die kritische Masse beschreibt einen Zustand an dem genügend Konsumenten eine Innovation adoptiert haben, um eine selbstständige Diffusion der Innovation

aufrechtzuerhalten. Es wären dann, zumindest theoretisch, keine werbewirksamen Einflüsse mehr nötig (Karnowski 2011,S.19).

Die Diffusionstheorie spielt für die Betrachtung von differenzierten Kommunikationsstrategien eine entscheidende Rolle, da sie zum einen aufzeigt, welche Maßnahmen und Inhalte sich positiv auf die Adoption der Formen der Elektromobilität auswirken und wie innerhalb der betrachteten Märkte unterschiedliche Konsumentengruppen anzusprechen sind.

### 3.6 Einordnung in die Phasen der Diffusion

Es soll für die drei Formen der Elektromobilität diskutiert werden, welche Phase der Diffusion vorliegt. Dazu muss eine Schätzung vorgenommen werden, wann die Marktsättigung erfolgt sein wird. Diese Schätzung ist nur mit großer Unsicherheit möglich. Andererseits ist durch eine unvermeidlich große Unsicherheit auch die nachfolgende grobe Vereinfachung unschädlich. Im Vorgriff auf die deutlichen Ergebnisse kann zudem angekündigt werden, dass die Folgerungen nicht von der genauen Schätzung abhängen.

Als Basis kann der Bestand und/oder die Verkaufszahlen in Stückeinheiten herangezogen werden. Weichen die Ergebnisse voneinander ab, könnte das als möglicher Antworten-Korridor der Aussagewerte interpretiert werden. Das finanzielle Umsatzvolumen kann nur Basis der Modellrechnung sein, wenn das konventionelle Vergleichsprodukt und die Innovation etwa gleiche Preise haben, zumindest für das E-Bike gilt dies nicht. Auch die Preise von E-Autos und E-Busse sind noch nicht stabil auf des Niveau vergleichbarer konventioneller Fahrzeuge gesunken. Daher werden finanzielle Umsatzparameter nicht benutzt. Ohnehin wären diese problematisch zu schätzen bzw. zu ermitteln. Während in der Retrospektive der Zeitverlauf der Diffusion auch zur Verfügung steht, wäre dieser in der Prognose eine erneute Schätzung.

Zunächst wird ein Ablaufschema für die Berücksichtigung von Ansätzen aufgestellt, welche vom Bestand oder den verkauften Einheiten ausgehen. Dieses Ablaufschema durchläuft folgende Schritte:

⇒ **Schätzung über den Bestand:**

1. Ermittlung der aktuellen Bestände der konventionellen Lösungen und der Innovationen innerhalb einer Produktgruppe
2. Schätzung des maximalen Anteils der Innovation in der Produktgruppe, bezogen auf den Bestand im eingeschwungenen Zustand
3. Errechnung des maximalen Bestandes der innovativen Produkte aus Schritt 1 und 2
4. Ermittlung des gegenwärtigen Bestandes der Innovation (z.B. aus kumulativen Verkaufszahlen)
5. Errechnung des gegenwärtigen Anteils der Innovation am aktuellen Bestand der Produktgruppe

⇒ **Schätzung über die Verkaufszahlen:**

6. Ermittlung der aktuellen Verkaufszahlen der konventionellen Lösungen und der Innovationen innerhalb einer Produktgruppe im aktuellen Zeitabschnitt (Jahr, Quartal oder Monat, bei kurzen Zeitabschnitten sollte eine Bereinigung von Saisonaleffekten vorgenommen werden)



7. Ermittlung der aktuellen Verkaufszahlen der Innovation im selben aktuellen Zeitabschnitt
  8. Errechnung des gegenwärtigen Anteils der Innovation an den aktuellen Verkaufszahlen der Produktgruppe
- ⇒ **Ableitung der Einordnungen:**
9. Einordnung der Kundenkategorie anhand der Anteile lt. Schritt 5 im Vergleich mit der Normalverteilung lt. Rogers und/oder lt. Schritt 8 im Vergleich mit der kumulativen Marktsättigung als Integral der Normalverteilung
  10. Entscheidung, ob die kritische Masse vorliegt, das ist anhand der Einordnung im Schritt 8 möglich, lt. (Karnowski und Kümpel 2016) ist das beim Erreichen der frühen Mehrheit gegeben.

Weil im Schema die Marktsättigung nicht an einer schwer bestimmbar Zeit festgelegt wird, muss noch eine weitere Vereinfachung verwendet werden. Fiktiv wird das Erreichen der Marktsättigung mit der Lebensdauer der Produkte gleich gesetzt. Damit kann man die relevanten Ersatzbeschaffungen vernachlässigen. Auch diese grobe Vereinfachung ist erforderlich, weil die Lebensdauer der Produkte in der Prognose unsicher ist.

Diese vorgenannten Schritte des Ablaufschemas finden sich in den Zeilen der Tabelle 4 wieder, es werden jeweils passende Zahlenwerte eingesetzt. Die Analyse ist auf Deutschland beschränkt.

Aus den Ergebnissen der Tabelle 4 in Zeile 8 und 9 lässt sich ableiten:

- Für E-Bikes mit 23,5% der Verkäufe und ca. 20% des Bestandes kann die Kundenkategorie der Innovatoren und frühen Adopter als überschritten angenommen werden. Der finanzielle Umsatzanteil im Fahrradmarkt liegt erheblich über diesen Prozentzahlen, weil die Preise für E-Bikes weit über dem Durchschnitt des konventionellen Fahrradmarktes liegen. Diese Information ist sicher gesamtstrategisch sehr wichtig, kann aber für die Einordnung nicht genutzt werden. Die **Kundenkategorie der frühen Mehrheit** kann als erreicht gelten. Damit ist eine verstärkte Marktsegmentierung zu erwarten. **Die kritische Masse gilt damit als erreicht.** Die heutigen Werbemaßnahmen eines Anbieters sollten daher nicht mehr auf die Bekanntmachung zielen, sondern dem Gewinn von Marktanteilen dienen. Die Markenpolitik ist weiter zu entwickeln. Dem wahrgenommenen Kaufrisiko dieser Kundengruppe ist gezielt mit Aussagen zur Zuverlässigkeit und Nützlichkeit zu begegnen. Durch die Preisorientierung dieser Kundenkategorie kann es zu einem Preiskampf kommen. Die bisherige Preisschwelle, welche bisher weit über konventionellen Fahrrädern liegt, könnte angegriffen werden.

		E-Bike	E-Auto	E-Bus**)
1	Gesamtbestand konv. und el. Antrieb	75-78 Mio	47 Mio	ca. 40000 (ÖPNV) von 80.519 Fzg.
2	davon maximal mit E-Antrieb (geschätzt als Marktsättigung)	30%	50%	70%*)
3	maximaler Bestand (geschätzte Sättigung)	22.5 Mio	23.5 Mio	28000
4	bereits erreichter Bestand mit E-Antrieb 2020	4.5 Mio	83.175	154
5	entspricht einem erreichten Anteil der Marktsättigung	20%	0,35%	0,55%
6	Verkauf/Neuzulassung E-Antrieb 2019	980.000	36.062	ca. 100
7	entspr. Anteil	23,5%	1,04%	ca. 2,5%
9	Einordnung in Kundenkategorie lt. Rogers	Frühe Mehrheit 20 % > 16,5 % 23,5 % > 16,5 %	Innovatoren 0,35 % < 2,5 % 1,04 % < 2,5 %	Innovatoren*) 0,55 % < 2,5 % 2,5 % ≈ 2,5 % (***)
10	Kritische Masse (mind. 16,5%)	gerade erreicht	noch weit entfernt	noch weit entfernt
<p>*) Der Sättigungsanteil am Bestand (Zeile 2) wurde vom Verfasser geschätzt.</p> <p>**) Modell und Kategorisierung bedingt anwendbar, da zweistufige Kundenstruktur</p> <p>***) Grenzwert Innovatoren und frühe Adopter, wg. Bestandsbewertung eher zu Innovatoren zuzuordnen</p> <p>Quellen: (Krafftahrt-Bundesamt 2018a), (ZIV 2019), (PWC 2019), (Bracher und Hertel 2014) u. (EMCEL 2020)</p>				

**Tabelle 4:** Bestands- und Marktanteile der Formen der Elektromobilität als Basis zur Einordnung der Kundenkategorie lt. Rogers und zur kritischen Masse lt. Karnowski

- Für E-Autos kann angenommen werden, dass die **Kundenkategorie der Innovatoren** gilt. In der Verkaufskommunikation stehen intrinsische Motivationen im Vordergrund. Die extrinsischen Motive wie Kaufpreise und Nutzungskosten sind für die aktuellen Kaufentscheidungen noch nicht primär. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der geführten Interviews (siehe Anhang A2). Diese Kundenkategorie hat eine erhöhte Risikobereitschaft, Aspekte wie Zuverlässigkeit und Wiederverkaufswert stehen hinter Produkteigenschaften wie Fahrspaß und Design zurück. Für die Hersteller ist es wichtig, die Kategorie der Innovatoren zu gewinnen und nahtlos zu den frühen Adoptern überzuleiten, welche dann als Meinungsbildner auftreten.
- Für die E-Busse kann die einfache Diffusionstheorie nur bedingt angewendet werden, weil hier zwei Gruppen von Akteuren angesprochen werden müssen, siehe

Abbildung 2. Es werden Primär- und Sekundärkunden unterschieden. Erstere sind die Entscheider der Verkehrsunternehmen und Lokalpolitiker, letztere ist die große Gruppe der Bürger als Bus-Nutzer. Die Primärkunden haben sich oftmals bereits positiv zu Elektrobussen bekannt, aktuell wird jedoch in Deutschland aus technischen und kommerziellen Gründen der Übergang langsam vollzogen (Knote et al. 2017). Das Modell würde beide Gruppen in der **Kundenkategorie der Innovatoren** platzieren. Die Sekundärkunden werden nur durch Medien, aber nicht durch eine breite Erfahrung, angesprochen. Weil die Primärkunden betriebswirtschaftliche Aspekte berücksichtigen müssen, ist der Mehrpreis für Elektrobusse problematisch. (Knote et al. 2017).

### 3.7 Einordnung und Verifikation an Verkaufszahlen

Die Einordnung der Kundenkategorie gemäß dem Diffusionsmodell soll exemplarisch mit realen Verkaufsdaten durchgeführt werden, um die Ergebnisse des vorherigen Abschnitts mit Hilfe von vorliegenden Verkaufszahlen zu reflektieren. Weiterhin soll an diesem Beispiel gezeigt werden, welche Schlussfolgerungen aus der Anwendung der Diffusionstheorie gezogen werden könnten. So könnte man zum einen den Zeitpunkt des Erreichens der kritischen Masse ermitteln, zum anderen ist auch die Prognose der maximalen Verkaufsrates von Interesse. Spätestens zum Zeitpunkt des Erreichens dieses Maximalwertes ist ein Preiskampf und Verdrängungswettbewerb zu erwarten. An dieser Stelle verliert das Modell seine Prognosefähigkeit, weil die erreichbare Kundengesamtheit sich positiv oder negativ verändert. Das Modell kann keine Preisänderung abbilden.

Für die Untersuchung wurde in vier Schritten wie folgt vorgegangen:

1. Zunächst wurde geprüft, ob im Zeitraum, in dem Daten verfügbar sind, sich Rahmenbedingungen geändert haben. Da diese Bedingungen unverändert blieben, kann mit zwei Zahlenreihen belegt werden: Der Preis der E-Bikes ist im erfassten Zeitraum im Mittel nahezu unverändert geblieben. Die geringe Preissteigerung wird vernachlässigt. Die Verkaufszahlen des Referenzproduktes Fahrrad blieben etwa konstant.
2. Die jährlichen Verkaufszahlen wurden als Stützpunkte einer Extrapolation benutzt. Ziel der Extrapolation war keine beliebige Funktion, sondern die Gaußsche Normalverteilung mit drei Parametern: Mittelpunkt der Verteilung (entsprechend dem Jahr mit der maximalen Verkaufsrates), die Streuung durch die Parameterstandardabweichung und ein Skalierungsfaktor, welcher die fiktive Sättigung am Markt beschreibt, dies entspricht dem Wert von 100 % der kumulativen Verkäufe.
3. Mit einer größeren Zahl von Versuchen wird diejenige Kombination der drei Parameter gesucht, welche eine beste Passung der Normalverteilung (Parameterfit) zu

den vorliegenden Daten ergibt. Dabei wurde ein Abstandsmaß zwischen vorliegenden Daten und einer versuchsweisen extrapolierten Normalverteilung an den Zeitpunkten der vorliegenden Daten errechnet. Dieses Abstandsmaß wird der Summe der Differenzenquadraten als eine übliche Berechnungsvorschrift aus der Statistik übernommen. Dazu wurde ein Skript des freien Mathematiktools Octave verwendet. Am Ende wird das Parametertripel mit dem kleinsten Abstandsmaß benutzt, um den am besten mit den vorliegenden Daten übereinstimmenden Verlauf anzugeben.

4. Mit der - als einer Parameter ermittelten - Standardabweichung können die Zeitpunkte, die Verkaufsraten und die kumulierten Verkäufe bestimmt werden, an welchen die Grenzen der Käuferkategorien liegen. Es kann weiterhin eine Aussage über das Erreichen der kritischen Masse getroffen werden, oder eine Prognose der Verkaufsraten pro Jahr (im Rahmen des Modells) durchgeführt werden.

Dem Verfasser liegen die Daten eines großen Fahrradmarktes der Jahre 2014 bis 2019 vor, siehe Tabelle 5.

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9
	Einheiten			Roh-Umsatz (Euro,netto)				ØBrutto
	Fahrad	E-Bike	Ges.	Fahrad	E-Bikes	je Fahr.	je E-Bike	beides
2014	4.286	134	4.420	1.687.271	241.238	393,67	1800,28	519
2015	4.696	194	4.890	1.834.260	350.007	390,60	1804,16	532
2016	4.908	198	5.106	1.986.123	361.695	404,67	1826,74	547
2017	4.546	302	4.848	1.837.951	566.788	404,30	1876,78	590
2018	4.426	464	4.890	1.805.142	893.890	407,85	1926,49	657
2019	4.248	645	4.893	1.760.610	1.288.147	414,46	1997,13	657

**Tabelle 5:** Verkaufszahlen eines Fahrradmarktes für die Auswertung nach dem Diffusionsmodell, siehe auch Abbildung 7 oben.

Für diese Verkaufsdaten wurden die vorgenannten Auswerteschritte durchgeführt:

- zu 1. Die Verkaufszahlen der konventionellen Fahrräder als Referenz waren hinreichend konstant (siehe Spalte 2). Die Preise von Fahrrädern und der E-Bikes ebenso (siehe Spalte 7 und 8). Die leichte Steigerung geht auf die Aufnahme einer sportlichen Variante zurück. Sie soll hier nicht als Veränderung der Voraussetzung gewertet werden. Damit werden veränderte Rahmenbedingungen ausgeschlossen, das Modell ist anwendbar.
- zu 2. Die Verkaufszahlen (Spalte 3) und die relevanten Zeiträume (Spalte 1) werden in dem Skript eingetragen. Es wird ein plausibler Untersuchungs- bzw. Prognosezeitraum definiert, es werden 20 Jahre von 2014 bis 2034 gewählt.
- zu 3. In mehreren Versuchsreihen wird das minimale Abstandsmaß gesucht. Dazu werden zunächst größere Suchbereiche der Parameter mit großen Schrittweiten durchlaufen. Danach werden die Bereiche eingengt und die Schrittweiten verkleinert. Die ermittelten Zahlenwerte wurden in die Grafik eingefügt.

zu 4. Die Plausibilität wurde an Hand eines Diagramms geprüft. Das Ergebnis zeigt Abbildung 7 oben. Dort wurden zusätzliche Kennzeichnungen und Hinweise zur Erläuterung eingefügt.

Über diese Analyse hinaus ist aus der Tabelle 5 festzustellen, dass 13 % Prozent der verkauften Fahrräder im Jahr E-Bikes waren. Noch deutlicher wird das Bild, wenn der Umsatz betrachtet wird, 42% entfielen auf E-Bikes. Bei diesen Anteilen liegen noch Größenordnungen zu den anderen Formen der Elektromobilität. Die Ergebnisse der Beispielauswertung von realen Verkaufszahlen decken sich mit den Analysen der vorherigen Abschnitte. Die Folgerungen sind bereits dort dargestellt.

Die gleichen Schritte wie beim untersuchten Fahrradmarkt wurden nur für eine sehr große Grundgesamtheit durchgeführt, dazu wurden Angaben des Zweirad-Industrie-Verbandes für ganz Deutschland recherchiert. Die Spalte 5+6 als Gesamtumsatz und Spalte 7+8 als Preise je Einheit sind für den Schritt 1 kaum verwendbar, da nur mittlere Preise von Fahrrädern und E-Bikes publiziert wurden, siehe auch Abbildung 7.

Zudem könnte die Presseerklärung auf Bruttopreise inkl. Umsatzsteuer abstellen, weil diese vom Verbraucher wahrgenommen werden. Dafür spricht, dass sie nach Abzug der Umsatzsteuer sehr gut mit den Zahlen der Tabelle 5 in Spalte 9 übereinstimmen würden. Die Annahme ausreichend stabiler Rahmenbedingungen für den Gesamtmarkt ist daher dennoch für den Schritt 1 anzunehmen. Der große Stichprobenumfang bewirkt dass eventuelle Sondereffekte bei einzelnen Anbietern in der großen Anzahl verschwinden. Die Schritte 2-4 erfolgen wie zuvor beschrieben. Das Ergebnis zeigt Abbildung 7 unten.

Die beiden Datenanalysen haben gute Übereinstimmung. Sie bestätigen die **kritische Masse** entweder 2019 oder 2021, bei welcher die Kundenkategorie der **frühen Mehrheit** erreicht wird. Die maximale Verkaufsrate an der Spitze der Normalverteilung ist jedoch in beiden Fällen etwa 2026 zu erwarten. Gemessen an der heutigen Verkaufsrate hat der untersuchte Fahrradmarkt ein aktuell etwas überdurchschnittliches Wachstum. In Folge dessen hat der untersuchte Fahrradmarkt eine steilere Ausprägung der Normalverteilung mit entsprechend geringer Standardabweichung. Damit steigt eine entsprechende Prognose der maximalen Verkaufsrate etwa auf das Dreifache der gewärtigen. Im Vergleich wäre in dem Modell bei den Deutschland-weiten Zahlen noch das Doppelte für die maximale Verkaufsrate zu erwarten<sup>11</sup>. Die Ergebnisse sind plausibel mit denen des vorgehenden Abschnittes 3.6. Es soll aber darauf hingewiesen werden, dass das Modell nach Rogers zu einfach für belastbare Geschäftsprognosen ist. Zudem ist die beim Fahrradmarkt verwendete Datenbasis zu gering dafür. Für die Aussage zur Einordnung der Kundenkategorie

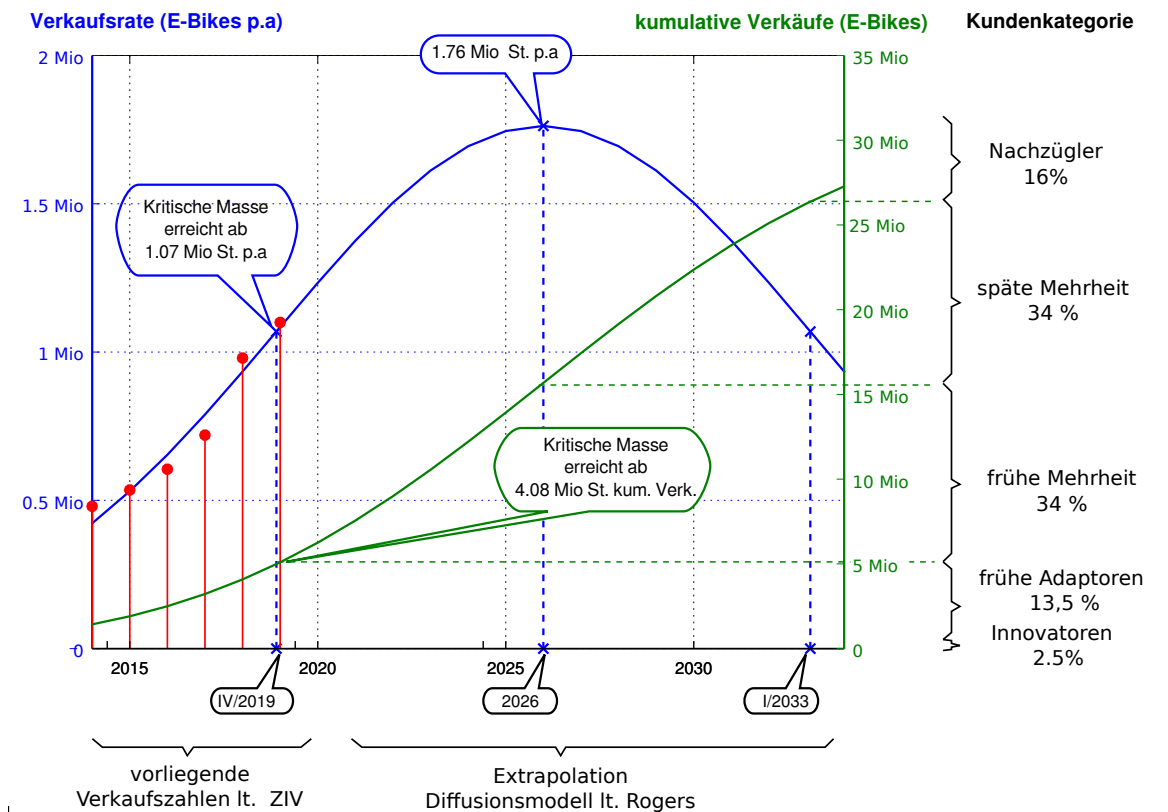
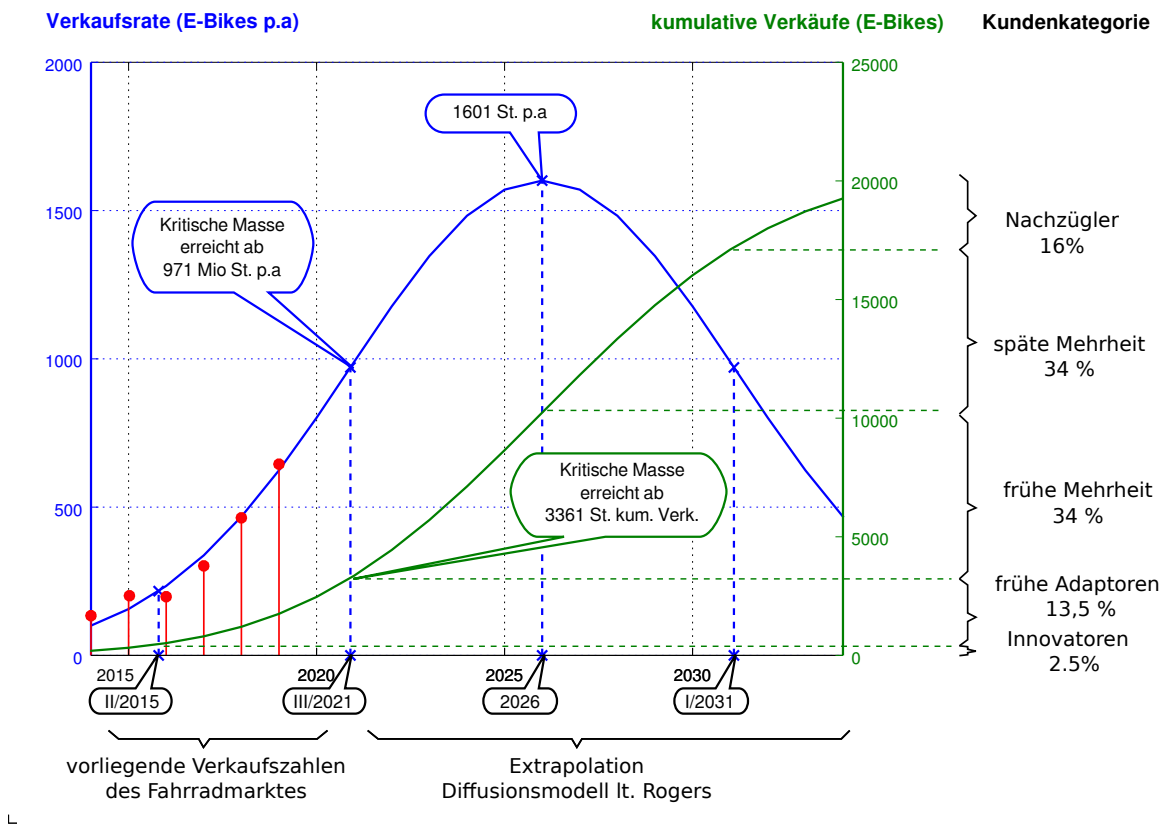
<sup>11</sup>Der Verfasser vermutet eine Ursache über dem Branchendurchschnitt in der Großstadtlage. Eine weitere mag die im Vergleich hohe Werbepresenz und die große Verkaufsfläche für einen Fahrradspezialisten sein. Dennoch muss die Unsicherheit der Aussage in Folge der kleinen Anzahl der Datensätze beachtet werden.

Spalte	2	3	4	5+6	7+8
	Einheiten			Umsatz (Euro)	
	Fahrad <sup>***)</sup>	E-Bike	Gesamt	Gesamt (Fahrrad u. E-Bike)	Ø Vk-Preis je Einh. (Fahrrad u. E-Bike)
2014	3.62 Mio	480.000	4.1 Mio	2.17 Mrd	528
2015	3.85 Mio	535.000	4.35 Mio	2.42 Mrd	557
2016	3.44 Mio	605.000	4.05 Mio	2.62 Mrd	643
2017	3.12 Mio	720.000	3.85 Mio	2.72 Mrd	693
2018	3.25 Mio	980.000	4.18 Mio	3.16 Mrd	756
2019	– <sup>**)</sup>	1.100.000 <sup>*)</sup>	– <sup>**)</sup>	– <sup>**)</sup>	– <sup>**)</sup>
	<sup>*)</sup> Schätzung des ZIV auf Basis von Halbjahreszahlen 2019 <sup>**)</sup> Angabe im Feb. 2020 noch nicht publiziert <sup>***)</sup> Für die Spaltensystematik aus Gesamtsummen errechnet				

**Tabelle 6:** Verkaufszahlen zusammengestellt aus archivierten Pressemitteilungen des Zweirad-Industrie-Verbandes ZIV (ZIV 2019), Die Auswertung erfolgt in Abbildung 7 unten.

sind die vorhandenen Daten und diskutierten Extrapolationen jedoch gut geeignet. Nach der Diffusionstheorie wären die Werbemaßnahmen zeitnah auf Marktsegmentierung und Differenzierung umzustellen. Der Preiskampf ist beim Maximum der Verkaufsrates, d.h. etwa 2026, zu erwarten. Anbieter mit steilem Anstieg wären Kandidaten, diesen früher und intensiver aufzunehmen.

**Für Elektroautos kann diese Untersuchung nicht durchgeführt werden.** Zwar liegen in Deutschland präzise Zulassungszahlen vor. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt scheidet jedoch eine vergleichbare Untersuchung wie bei den E-Bikes bereits an dem Schritt 1. Es liegen keine stabile Rahmenbedingungen über einige Jahre vor. Eine Extrapolation wäre nicht zielführend. Dagegen sprechen auch der mit einem Prozent geringe Marktanteil, bei welchem geringe Schwankungen extrem abweichende Parameter und Veränderungen der Normaverteilung zur Folge hätten. Bei Elektrobussen ist die geringe Zahl ebenso wie bisher die wenigen Jahresangaben problematisch. Auch hier kann im Schritt 1 keine hinreichend stabile Ausgangslage festgestellt werden. Die Aussage der Einordnung der Kundenkategorie nach Rogers bleibt für die E-Autos und E-Busse damit zunächst auf die Ergebnisse von Abschnitt 3.6 gestützt, wo für den Zeitpunkt Ende 2019 die Einordnung **frühe Adopter** vorgenommen wurde.



**Abbildung 7:** Verifikation der Kundenkategorie an Hand von Verkaufszahlen für E-Bikes entsprechend dem Diffusionsmodell lt. Rogers (Rogers 1983).

**Oben:** Modell auf Basis von Verkaufszahlen eines Fahrradmarktes, vgl. Tabelle 5.

**Unten:** Modell auf Basis von Verkaufszahlen des Zweirad Industrie Verbandes, vgl. Tabelle 6.

Die blaue Linie zeigt die Daten und Prognose der Verkaufsrate als extrapolierte Normalverteilung.

Die grüne Linie zeigt die kumulierten Verkäufe.

Die roten Linien mit Kreispunkten am Ende sind verfügbare Basisdaten.

## 4 Wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen

*Elektromobilität ist wie eine Ketchup-Flasche. Wir wissen, dass etwas kommt. Aber wir wissen nicht, wann und wie viel es sein wird.*

Ola Källenius, 2016 Daimler-Vertriebsvorstand, seit 2019 Vorstandsvorsitzender<sup>12</sup>

In diesem Abschnitt sollen Rahmenbedingungen diskutiert werden, deren Einflüsse bei der Innovation der Elektromobilität wesentlich sind. Es wurden Beispiele gewählt, welche die Bereiche der Gesellschaft, der Politik und der Wirtschaft betreffen. Diese Rahmenbedingungen sind deshalb anzusprechen, weil der Verkehr bereits unmittelbar alle diese Bereiche berührt. Fragen, wie der Effekt auf die Nachhaltigkeit in Energie, Klima und Rohstoffen, müssen aufgeworfen werden. Die politische Aufgabe der Infrastruktur, aber auch industriepolitische Aspekte, sind zumindest kurz zu erwähnen.

### 4.1 Elektromobilität und Energiewende

Im Rahmen der Energiewende basiert die emissionsfreie Elektroenergieerzeugung überwiegend auf fluktuierenden Quellen. Eine Ausnahme bilden die Wasserkraftwerke, welche in Deutschland nur einen geringen Anteil und wenig Potential haben (Umweltbundesamt 2020). In Deutschland werden Kernkraftwerke mehrheitlich abgelehnt und durch politische Entscheidung in Kürze vollständig abgeschaltet<sup>13</sup>. Es besteht der politische Wille auf fossile Kraftwerke, insbesondere auf Braunkohlebasis, in der Zukunft zu verzichten.

Damit wechseln sich Phasen ab, in denen ein zu niedriges und ein zu hohes Angebot von der Erzeugungsseite vorliegt. Mit dem Ausbau der Energiewende wird der Umfang dieses Problems stärker werden. Die Speicherung von Elektroenergie ist technisch aufwändig, nur Pumpspeicherwerke sind dafür im großtechnischem Maßstab bisher etabliert. Sie reichen absehbar in Deutschland nicht aus.

Die Verbraucherseite ist zur Kompensation dieses Problems in gewissem Umfang steuerbar, das soll mit Hilfe von Informationstechnik im sogenannten Smart-Grid umgesetzt werden. Ein planmäßiges Verschieben der Ladezeitpunkte in Verbindung mit der Steuerung des Smart-Grids könnte erheblich dazu beitragen, die Lastspitzen zu glätten. Damit würden mehrere Stunden Lastverschiebung, insbesondere in der Nacht möglich. Ähnliches gilt für verstärktes Laden in Sonnenstunden (Vadium et al. 2019).

Eine Rückspeisung aus den Batteriefahrzeugen wird gelegentlich diskutiert. Diese Möglichkeit ist im Regelfall kommunikativ nicht zu vertreten, weil die ohnehin für die Kunden kritische Reichweite betroffen wäre.

<sup>12</sup>Becker, Joachim, Elektroautos für alle, in der Süddeutschen Zeitung vom 28.11.2016

<sup>13</sup>Die Abkehr von der Kernkraft oder der Kohle gilt international nur eingeschränkt, diese Differenzierung ist nicht Gegenstand der Arbeit.



Der angestrebte lokale Verbrauch als Gegenstück zur lokalen Erzeugung wäre ebenfalls zu fördern, beispielsweise liegt ein finanzieller Anreiz im sog. Eigenverbrauch, wenn die private Solar-Energie-Erzeugung zum Laden anstelle der Netzeinspeisung eingesetzt wird. Der Erlös der Netzeinspeisung liegt deutlich unter dem Preis von Haushaltsstrom.

Die Elektromobilität hat einen wichtigen Bezug zur Energiewende. Die Energiemengen, die voll ausgebaute Flotten von E-Autos und E-Bussen benötigen, stellen einen beachtenswerten, aber nicht überwiegenden Teil, der Elektroenergie-Erzeugung dar (Bundes-Umweltministerium 2020).

#### Faktencheck in Fragenform: Elektromobilität in Synergie mit der Energiewende

1. Ist genug Strom für die E-Fahrzeuge verfügbar ? Ist genug 'sauberer' Strom erzeugbar ?

Antwort auf beide Fragen ein klares Ja !

Der heute aktuelle Anteil des Ladestroms der Elektromobilität aller Formen ist für die Stromerzeugung nicht entscheidend. Für einen schnellen Ausbau gibt es genügend Erzeugungskapazität. Selbst wenn eine vollständige Elektrifizierung des deutschen PKW-Bestandes schon erfolgt wäre, würde das nur knapp 17% der deutschen Bruttostromerzeugung beanspruchen. Das wäre in der Gesamtbilanz allein aus dem EE-Ausbau in Deutschland der vergangenen fünf Jahre möglich (Bundes-Umweltministerium 2020).

2. Wie sieht die Effizienz aus ?

Antwort: Elektromobilität hat die höchste Energieeffizienz für eine Energiewende im Verkehr. Der Wirkungsgrad ist höher als alle Alternativen. Sie macht die Sektorkopplung zwischen Erneuerbare Energiewirtschaft und Verkehr unmittelbar möglich, dazu auch Frage 5.

3. Welche Wirkung auf die Emissionen ist gegeben ?

Antwort: E-Fahrzeuge sind lokal abgasfrei, es verbleiben verschwindend geringe Restemissionen durch Reifen- und Bremsenabrieb. Es entstehen viele gesundheitliche Vorteile bereits dadurch, dass der Wohnort von Emissionen verschont wird. Global gesehen ist die Elektromobilität, etwa mindestens so emissionsfrei wie das Stromnetz, bei lokaler Ladestromerzeugung kann dies besser sein. Die Elektromobilität kann bei einem nachhaltigen Strom-Mix durchaus einen Beitrag zur Verminderung von Treibhausgasen beitragen, siehe Abschnitt 4.3.

4. Kann ein E-Fahrzeug heute schon besser als der aktuelle Strom-Mix sein ?

Antwort: Ja, durch Digitalisierung können die Belastungen durch Ladevorgänge durch Elektroautos dem fluktuierenden Angebot angepasst werden. Das Verschiebe-Potential zur Spitzenlast-Vermeidung (Peak-Shaving) bewirkt eine Verlagerung von einem Großteil der Ladeenergie in lastarme Zeiten oder zu Zeiten, bei dem ein Überangebot von emissionsfrei erzeugter Energie vorliegt. Die digitale Vernetzung der Ladesteuerung kann in einer Ausgleichsfunktion wirken. Diese Flexibilität kommt dem Ausbau von erneuerbaren Energiequellen entgegen, siehe Abschnitt 4.1.

Als Fazit kann festgehalten werden: Die Elektromobilität hat ein hohes Synergiepotential mit der Energiewende. Das betrifft die elektrische Energieerzeugung direkt, aber auch die Emissionsfreiheit des Transportsektors. Die Förderung der Klimaschutzziele treffen in der Kombination gut zusammen.

## 4.2 Elektromobilität und Rohstoff-Ressourcen

Heute bilden die Lithium-Ionen-Batterien eine Oberklasse für verschiedene Batterietechnologien. Eine Unterscheidung kann anhand der Kathodenmaterialien vorgenommen werden, in der Anode wird meist Graphit verwendet (Stan 2015,S. 291). Als Kathode finden Lithium-Manganoxid (LMO), Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium (NMC), Nickel-Cobalt-Aluminium (NCA) in der Elektromobilität Verwendung. Das Kathodenmaterial Lithium-Eisenphosphat (LFP), bei dem sehr günstige Materialien verwendet werden, hat eine geringere Energiedichte (Korthauer 2013,S. 400ff). Es wird in China und in stationären Batterien verwendet. Lithium-Eisenphosphat liefert erhebliche Kostensenkungspotentiale.

Die Verbindung Lithium-Eisenphosphat in der Kathode (LFP) und Lithium-Titanoxid in der Anode, wird als Lithium-Titanat-Technologie (LTO) bezeichnet. Das ist eine langlebige und robuste Technologie, die hohe Leistungen im Verhältnis zu ihrer Kapazität bietet, allerdings zu Lasten der Energiedichte. Sie ist ein Kandidat für E-Busse mit sehr häufigen Zyklen (Korthauer 2013,S. 423).

Aktuelle Medienbeiträge kritisieren Lithiumgewinnung aus südamerikanischen Salzseen unter umwelt- und gesellschaftspolitischen Gesichtspunkten (Schneider u. Thurn 2020), (Lesch 2019). Sie nennen auch den Rohstoff Lithium als begrenzenden Faktor für die Batterieproduktion. Letzterem wird von anderen Quellen widersprochen (US Geological Survey 2020), obwohl der Lithium-Preis gestiegen ist, wird keine ernsthafte Verknappung bei den verfügbaren Ressourcen gesehen. Weiterhin wird von gleicher Quelle darauf hingewiesen, dass die Versorgung mit Lithium eine hohe Priorität für die Technologiefirmen hat.

Vielfach wird die Energiedichte durch die Verwendung von Elektrodenmaterialien wie Nickel, Mangan und Kobalt gesteigert (siehe Abschnitt 2.2). Unter Umweltgesichtspunkten sind diese Materialien wesentlich kritischer zu betrachten, jedoch ist keine Limitierung für die Elektromobilität absehbar (US Geological Survey 2020,S.104, S.112 ). Kobalt ist ein Nebenprodukt der Kupfer- oder Nickelgewinnung. Die Kobaltförderung im Kongo hat 70% weltweiten Anteil (US Geological Survey 2020,S.54). Sie ist gesellschaftspolitisch kritisch und politisch unsicher.

In konventionellen Fahrzeugen werden eine Vielzahl von Werkstoffen eingesetzt. Für einen günstigen Verbrauch und gute Fahrleistungen muss ein Fahrzeug leicht konstruiert werden. Dazu wird Stahlblech zunehmend durch leichteres Aluminium und Faserkunststoffe ersetzt. Dieses ist ein aktueller Trend im Automobilbau, der zur Kompensation des Batteriegewichts sicherlich noch verstärkt wird. Aluminium ist bei der Ersterstellung energetisch zwar aufwändig, anschließend hat es einen etablierten Recyclingkreislauf. Faserkunststoffe werden bisher kaum in das stoffliche Recycling eingebracht, sie werden energetisch verwertet, also in Heizkraftwerken verbrannt.

Als neuer Aspekt für die Automobilkonstrukteure kommt die thermische Isolierung hinzu, da in Elektroautos und Elektrobussen die Heizenergie nicht mehr als Abfallprodukt des Verbrennungsantriebs zur Verfügung steht ( Stan 2015,S. 6ff).

Der Elektroantrieb produziert durch seinen hohen Wirkungsgrad zu wenig Heizwärme. Die Klimatisierung des Fahrgastraums erfordert somit nicht nur bei der Kühlung, sondern auch bei der Beheizung zusätzliche Energie. Sie kann teilweise durch Vorklimatisierung beim Ladevorgang an einer Ladesäule ohne Effekt auf die Reichweite realisiert werden (Stan 2015,S. 334). Dies erfordert thermische Isolation. Im E-Auto und E-Bus müssen daher hochwirksame, aber leichte Isolationsmaterialien, ähnlich wie im Flugzeugbau, verwendet werden.

#### Faktencheck in Frageform: Rohstoffbedarf der Elektromobilität

1. Welche wesentlichen Unterschiede im Rohstoffbedarf zu konventionellen E-Autos und E-Bussen bestehen ?

Antwort: Es wird weniger Stahl und Aluminium - aber mehr Kupfer gebraucht. Mehr als einhundert kg Aluminium und Stahl entfallen für den Antriebsstrang aus Verbrennungsmotor und Getriebe. Der Elektroantrieb braucht nur etwa ein Zehntel des Aluminiums und des Stahls, ähnlich viel benötigt das Batteriegehäuse. Zusätzlich werden zusätzliches Kupfer für Leitungen und Windungen in den Elektromotoren gebraucht (Bundes-Umweltministerium 2020).

2. Hat der Elektromotor einen besonderen Rohstoffbedarf ?

Antwort: Ja, bei hochentwickelten, besonders leichten E-Motoren kommen Permanentmagneten für die Felderzeugung zum Einsatz. Leistungsfähige Magnete erfordern besondere Werkstoffe aus der Gruppe der Seltenerdmetalle, wie Neodym, Samarium und Dysprosium (Liedtke u. Elsner 2010). Seltenerdmetalle werden auch zusammen mit Uran gefördert, de facto hat China derzeit ein Liefermonopol (US Geological Survey 2020,S. 132).

Für Busse und Nutzfahrzeuge mit etwas geringeren Anforderungen an das Motorgewicht könnten auf Hochleistungs-Permanentmagneten verzichtet werden, es stehen klassische Elektromotoren mit einem etwas ungünstigeren Masse-Leistungs-Verhältnis zur Verfügung.

3. Hat die Batterie besonderen Rohstoffbedarf ?

Antwort: Die Batterie benötigt die Rohstoffe Lithium, Kupfer, Aluminium und Kohlenstoff im Form von Graphit (Stan 2015,S. 291). Diese Rohstoffe sind generell unkritisch, jedoch muss auf eine nachhaltige Gewinnung Wert gelegt werden. Aluminium und Kupfer haben einen etablierten Recycling-Kreislauf (Bundes-Umweltministerium 2020). Lithium und Graphit sind generell rückgewinnbar, bisher erfolgt dies allerdings aus Kostengründen nicht in einem großtechnischen Maßstab. Die Rohstoffe Nickel und Kobalt in leistungsfähigen Batterievarianten gelten als umweltkritisch. Kostengünstige Batterien verwenden Eisenphosphat mit etwas geringerer Energiedichte, siehe Abschnitt 4.2. Sie sind zudem weit weniger umweltkritisch und sicherer. Sie werden in Asien bevorzugt, beispielsweise vom chinesischen Hersteller BYD in Stadtbussen (Lauer 2017).

Als Fazit bleibt festzuhalten, die Elektromobilität ist nur in einigen Aspekten von der Rohstoffseite her kritisch. Um die sensible, idealistische Motivation nicht zu beeinträchtigen, muss besonders auf die transparente und umweltschonende Lieferkette geachtet werden. Auf diesem Feld muss auf Kritik schlüssig und glaubwürdig geantwortet werden können, entsprechende Maßnahmenpakete sind vorzuhalten. Das Vertrauen auf juristische Disclaimer ist leichtfertig. Technische Tricks zur Verschleierung wären wohl ähnlich fatal wie beim Dieseldiebstahl, siehe Abschnitt 5.3.

### 4.3 Elektromobilität und Klimawandel

Der Klimawandel ist eines der zentralen Themen der aktuellen Tagespolitik, der öffentlichen Meinung und des Marketings. Die Sorge vor den Auswirkungen wirkt als antreibender Motor für Entscheidungen und Veränderungen in der Wirtschaft und Gesellschaft. Die Gesellschaft nimmt den Klimawandel und seine Folgen als täglich präsente Bedrohung wahr. Konsummuster und Wertevorstellungen brechen dementsprechend zunehmend auf Nachhaltigkeit, einen sinkenden Ressourcenverbrauch und die Reduzierung von Emissionen sind seit geraumer Zeit effektive Argumentationsgrundlagen im Marketing. Vor allem die Elektromobilität wird in Deutschland von vielen Akteuren als positiver Schritt in Richtung der sogenannten Emissionsfreiheit gewertet. Es wird weitgehend unterstellt, dass der Verzicht auf den konventionellen Verbrennungsantrieb einen drastischen Einfluss auf die globale Emissionsbelastung und somit den Klimawandel hat. Das deutsche Regierungsprogramm sah bereits im Jahr 2011 ein umfassendes Maßnahmenpaket zur Förderung und Implementierung verschiedener Formen der Elektromobilität vor (Bundesregierung 2011).

Dennoch lässt sich dieser Lösungsansatz kritisch diskutieren. Im Rahmen einer differenzierten Kommunikationsstrategie ist es absolut notwendig, dass Gegenargumente und kritische Fragen schnell und konsequent beantwortbar sind. Dabei ist eine offene und faktenbasierte Klärung für eine gesunde Kundenbeziehung wichtig. Bei einer komplexen und länger andauernden Entscheidung muss der Kunde vielschichtige Informationen im erheblichen Umfang erhalten. Für diese vielschichtige, emotional aufgeladene Thematik erscheinen einfache Werbebotschaften für einen überwiegenden Teil der Kunden nicht ausreichend. Eine Kommunikationsstrategie muss den Abwägungsprozess auf Augenhöhe begleiten.

Im folgenden Abschnitt sollen mögliche Diskussionspunkte kritisch durchleuchtet werden und es soll eine Einordnung der Elektromobilität vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels vorgenommen werden.

Grundsätzlich ist der Klimawandel primär auf Treibhausgase (im engeren Sinne Spurengase) wie Kohlendioxid, Methan und Lachgas zurückzuführen. Kohlendioxid ist für mehr als die Hälfte des vom Menschen verursachten Treibhauseffekts verantwortlich und trägt die höchste Klimawirksamkeit (Sachverständigenkreis Globale Umweltaspekte 2003, S.16).

Dabei ist der Straßenverkehr ein wichtiger Bestandteil des Emissions-Haushaltes in Deutschland. Rund 18% des in Deutschland ausgestoßenen Kohlendioxid lässt sich auf den Verkehrssektor zurückführen, davon sogar 96% auf den Straßenverkehr (Bundes-Umweltministerium 2018, S.38). Der Straßenverkehr ist somit als eine der Ursachen des menschengemachten Klimawandels aufzuführen. Eine abschwächende Relativierung mittels anderer Emissionsquellen sollte aufgrund des Wirkverbundes des Klimawandels nicht vorgenommen werden und ist als Gegenargument leicht abwehrbar.

Betrachtet man im Straßenverkehr die Verbrennungsmotoren als lokale Emissionsquelle, spielen neben den Treibhausgasen vor allem auch Feinstäube, Stickstoffoxide, Schwefeldioxyde, Kohlenmonoxide und Ammoniak eine Rolle (Umweltbundesamt 2017). Die durch konventionelle Verbrennungsmotoren ausgestoßenen Luftschadstoffe verursachen auch unter Berücksichtigung gültiger europäischer Grenzwerte erhebliche Gesundheitsschäden. Drastische Folgen intensiver Belastung reichen neben anderen von Atemwegserkrankungen, Herzrhythmusstörungen, verminderte neurokognitive Funktionen, erhöhtes Krebsrisiko und pränatalen Komplikationen und Entwicklungsstörungen (Schulz et. al. 2018,S.7). Vor diesem Hintergrund ist vor allem das Elektroauto dem konventionellen PKW durch seine Emissionsfreiheit im Fahrbetrieb überlegen und steht im Einklang mit politischen Zielsetzungen der Emissionsreduzierung in deutschen Großstädten.

Dennoch würde die bloße Betrachtung lokaler Emissionen für eine Bewertung vor dem Kontext der globalen Erwärmung ein zu enges Betrachtungsfeld umfassen. Für den Klimawandel als globalem Phänomen ist weniger der Standort der Emission relevant, vielmehr wirken Menge und Art der Emission in einem komplexen Wirkzusammenhang. Bei der Elektromobilität müssen die Erzeugung der für den Antrieb benötigten Energie und die Umweltbelastungen bei Herstellung, Betrieb und Entsorgung betrachtet werden.

Oftmals wird eine sogenannte Umweltbilanz nach DIN EN ISO 14040/44 zur Beurteilung herangezogen ( Bundes-Umweltministerium 2019,S.5). Die Umweltbilanz eines Fahrzeuges erfasst alle Umweltbelastungen des gesamten Produktlebenszyklus. Dieses Vorgehen stellt ein in der Wissenschaft anerkanntes und standardisiertes Verfahren dar. Jedoch betont Meyer, dass ein Vergleich der Ergebnisse nur schwer möglich ist (Meyer et. al. 2019) (Seite 21). Faktoren wie Nutzungsweise, Herstellungsland, Batteriegröße oder Kraftstoffverbrauch oder das Prüf- und Messverfahren beeinflussen eine einheitliche Feststellung der Umweltbilanzen und weichen eine einheitliche Gegenüberstellung der Umweltbilanzen aller E-Autos und aller konventionellen PKW in Deutschland auf.

Folgerichtig müssen zwangsläufig Durchschnittswerte aus statistischen Größen und unterschiedlichen Forschungsarbeiten betrachtet werden (Wietschel et. al. 2019) (Meyer et. al. 2019) (Bundes-Umweltministerium 2019). Hier muss aufgrund der Ergebnisse wiederum die Unterteilung in Kohlendioxid-Emissionen als zentralem Antrieb des Klimawandels und die (zurzeit) hauptsächlich für den Kunden spürbaren Emissionen von Luftschadstoffen vorgenommen werden:

Beim heutigen Stand der Technik verursachen neuwertige E-Autos unter Berücksichtigung des aktuellen deutschen Strom-Mix weniger Kohlendioxid als neuwertige konventionelle PKW mit Benzin- oder Dieselmotor. Ein 2017 zugelassenes Elektroauto verursacht entlang des Produktlebenszykluses 26,8% weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen als ein PKW der Kompaktklasse mit Benzinmotor und rund 16% weniger als ein Diesel-PKW der Kompaktklasse (Bundes-Umweltministerium 2019).

Batteriekapazität	40 kWh	58 kWh	96 kWh
Ladestrom aktueller Strom-Mix	72000 km	100000 km	166000 km
Ladestrom vollständig EE-Strom	30000 km	43000 km	60000 km
Batterie mit EE-Strom produziert	18000 km	26000 km	35000 km

**Tabelle 7:** Notwendige Fahrleistung eines E-Autos zur Amortisation der CO<sub>2</sub>-Bilanz gegenüber vergleichbaren Benzinfahrzeugen, nach einer Publikation des Fraunhofer Instituts ISI (Wietschel et. al. 2019).

Diese Betrachtungsweise muss für ein realitätsnahes Bild jedoch noch an den Größen Batteriegröße und Strom-Mix differenziert werden (Wietschel et. al. 2019, S.7 und S. 10).

Gemessen an der angesetzten Lebensdauer der Fahrzeugklassen sind die Einsparungen von Kohlendioxid durchweg positiv. Der beispielhaft in Tabelle 7 dargestellte CO<sub>2</sub>-Vorteil ergibt sich beim aktuellen Strom-Mix bei den kleinsten Batteriegrößen nach rund 5 Jahren (bei 13727 Km Laufleistung im Jahr), den mittleren Batteriegröße nach 7 Jahren und bei den Topmodellen nach 12 Jahren. Dabei wird eine gleichbleibende Nutzungsweise unterstellt.

Diese Kohlendioxid-Amortisation verkürzt sich drastisch durch die ausschließliche Verwendung von erneuerbaren Energien. Aus den Ergebnissen der Tabelle 7 erkennt man den hohen Einfluss der Verwendung von Strom aus erneuerbaren Quellen (Wietschel et. al. 2019, S.30ff).

Dies bedeutet jedoch, dass das E-Auto für einen Kunden, welcher durch die wahrgenommene Bedrohung des Klimawandels wenig kompromissbereit vorkonditioniert ist, nicht überzeugend wäre, da er möglicherweise drastische und kurzfristig effektive Lösungen sucht. Die aktuelle Zusammensetzung des Strom-Mix kompensiert einen erheblichen Teil der erwarteten Produktvorteile.

Dies kann zwei negative Auswirkungen für den Vertrieb von E-Autos haben; einerseits kann ein Kunde in der Nachkaufbewertung durch die lange „Klima-Amortisation“ stark unzufrieden sein und sich betrogen fühlen; andererseits kann die schwache Auswirkung auf den Klimawandel als Kaufhemmnis für einen potentiellen Kunden aufgefasst werden.

Dieser Zusammenhang mit dem heutigen Strom-Mix wird sicherlich von Antagonisten aufgebracht. Er sollte offen kommuniziert und eventuell als Einwand taktisch vorweggenommen werden. Es bietet außerdem Gestaltungsräume im Marketing an, wie Ökostrom-Bundles oder Co-Marketing mit Energieversorgern, siehe Abschnitt 6.

Die Betrachtungsebene der lokalen Emission von Luftschadstoffen wie Feinstaub und Stickoxiden betrifft die städtische Wohnumgebung. Selbst hier finden sich unterschiedliche Ergebnisse. Selbstverständlich stößt der Motor des E-Autos als Antrieb keine Luftschad-

stoffe im Betrieb aus. Zumindest eine der Quellen (Bundes-Umweltministerium 2019) stellt ein anderes, kritisch differenziertes Gesamtbild dar. Dort wird betont, dass durch ein komplexeres Herstellungsverfahren die E-Autos aktuell eine höhere Feinstaubbelastung entlang ihres Lebenszyklus als konventionelle Fahrzeuge mit Diesel- oder Benzinmotor aufweisen würden. Gleichzeitig sei die Emission von Stickoxiden im Vergleich aber besser (S.13 ebenda). Feinstaub aus Reifen- und Bremsantrieb würden alle Fahrzeuge verursachen (S.11, ebenda).

Ein für die Kommunikation entscheidender Vorteil ist der lokal emissionsfreie Betrieb des Antriebs. Besonders Kunden in Ballungsräumen mit viel Verkehr dürften dies als klar sichtbaren Vorteil aufnehmen. Die erlebte Wahrnehmung etwa als Geruch, Qualm oder gar durch Atembeschwerden ist hoch, sie sinkt in der Regel mit dem örtlichen und zeitlichen Abstand zur Emissionsquelle, auch die Abstraktion Klima gegenüber Wetter schafft Abstand.

Für E-Bikes ist ein Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie Luftschadstoffemissionen zwischen elektrifizierten und konventionellen Fahrrädern nicht sinnvoll. Durch die geringere Masse der Batterie und des im Vergleich geringeren Produktionsaufwandes ist auch eine geringere CO<sub>2</sub>- sowie Luftschadstoffemission zu unterstellen. Der Stromverbrauch kann auch nur bedingt als Quelle möglicher Umweltbelastungen aufgeführt werden. Dieser ist jedoch verschwindend gering.

Nur zur Verdeutlichung: Der Stromverbrauch zum Verfassen dieser Arbeit, entspräche 86 Vollladungen eines E-Bikes. Damit wären über 8000km zurückzulegen<sup>14</sup>. Hier zeichnet sich ein mögliches Differenzierungsfeld zu den anderen Formen der Elektromobilität ab.

Die Kommunikation beim E-Bike kann nur in Richtung von Auto-Verkehrsvermeidung gehen, welche zusätzlich unterstützt wird weil weitere Strecken, der bequeme Vortrieb, der häufigere Einsatz und erweiterte Nutzerkreis (z.B. ältere Personen) das Einsatzspektrum des Fahrrades erweitern.

Der Betreiber von E-Bussen kann die lokalen Emissionsvorteile, die gegenüber dem Dieselbus durchaus sichtbar sind, mit einer Kombination mit der Auto-Verkehrsvermeidung herausstellen. Die Einsparung von Emissionen pro Personenkilometer ist - sowohl lokal als auch global - beim Bus durch die hohe Betriebsintensität und Energieeffizienz sehr viel höher als beim PKW, siehe Abschnitt 6.3.

---

<sup>14</sup>Beispielrechnung für vergleichbaren Energieverbrauch: 40Tage a 8h Betrieb eines Desktop-PC mit durchschnittlich 135 Watt ergeben 43.200 Wh. Das entspricht 86 Vollladungen eines typischen E-Bikes mit einer Batteriekapazität von 500 Wh. Dieses entspricht bei einer Reichweite von jeweils 100km einer fiktiv zurückgelegten Strecke von 8600km. Ein E-Bike-Fahrer könnte mit 86 Vollladungen mehr als die Hälfte der mittleren Laufleistung eines deutschen PKW (ca. 14.000km p.a.) zurücklegen, das ist sicherlich nicht typisch.

#### 4.4 Verkehrsprobleme und Wandel der Konsummuster

Die Rolle des Automobils als die zentrale Lösung im Individualverkehr scheint zum aktuellen Zeitraum einem breiten gesellschaftlichen Umdenken und Wertewandel zu unterliegen. Die Veränderungen betreffen die Konsummuster, den empfundenen Wert des Besitzens und den bewussten Verzicht. Im Folgendem sollen die Motive dieser gesellschaftlichen Veränderung knapp aufgefasst und bezüglich ihrer Bedeutung für die Kommunikation diskutiert werden. Dabei werden die behandelten Formen der Elektromobilität angesprochen.

**Konsummuster / Sharing Economy / Car Sharing:** Der deutsche Mobilitätsmarkt steht in Teilen vor zwei größeren Umbrüchen; einerseits stellt die Elektromobilität eine drastische Veränderung der Antriebstechnologie dar, andererseits nutzen immer mehr Endkonsumenten Formen des Sharings als neue Organisationsform von Mobilität (Dütschke et. al. 2016, S. 7). Es stellt sich die Frage, ob die Elektromobilität in einem besonderen Maße synergetisch mit dem Carsharing oder Bikesharing wirken kann.

Ein Teil des aktuellen Erfolgs der Sharing-Angebote basiert auf der Digitalisierung mit einer zunehmenden Vernetzung (Witzke 2016, S.9). Vorgänge wie das Finden der Fahrzeuge, Buchungsvorgänge sowie Abrechnungsvorgänge finden meist direkt auf den mobilen Endgeräten automatisiert statt. Teilweise sind Sharing-Kunden auch ökonomisch motiviert. Eine Studie des Fraunhofer ISI kommt zum Schluss, dass Carsharing-Angebote besonders von jüngeren Personen genutzt werden, die nicht über die finanziellen Mittel für einen eigenen PKW verfügen (Dütschke et. al. 2016).

Neben diesen Einflüssen werden in der Literatur zusätzlich weitere Gründe für die positive Marktentwicklung der Sharing-Angebote diskutiert. Diese sind eng miteinander verwoben und betreffen sowohl infrastrukturelle, gesellschaftliche und technische Themenbereiche. Dazu wird auf geeignete Literatur verwiesen (Dütschke et. al. 2016) (Witzke 2016) (Rid et. al. 2018).

Es sollen vielmehr kommunizierbare Aspekte der Sharing-Angebote in Kombination mit der Elektromobilität vorgestellt werden. Dabei beschränkt sich dieser Vergleich auf die beiden Formen E-Bike und E-Auto. Es wird nur indirekt auf den ÖPNV mittels E-Bussen eingegangen.

Dabei sollen zunächst relevante Potentiale, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse nach Rid vorgestellt werden (Rid et. al. 2018, S. 32ff.). Diese werden durch eigene Ansätze des Verfassers ergänzt:



**Potenziale Bike- und Car-Sharing:**

- Reduzierung des innerstädtischen Fahrzeugbestandes
- Ökonomischer Vorteil gegenüber Kauf bei geringer Nutzungsintensivität
- Änderung des Mobilitätsverhaltens
- Umgehen der Reichweitenproblematik von E-Autos<sup>15</sup>
- Drastische Reduzierung von lokalen Emissionen (Witzke 2016,S.11ff)
- Abbau von Berührungängsten und Hemmschwellen des Kunden bezüglich der Elektromobilität, späterer Erwerb denkbar
- Möglichkeit ausgiebigen Probierens vor einem potentiellen Kauf
- Schaffen eines innovativen Images für anbietende Städte und Kommunen, verstärkt durch eine potentielle lokale Nutzung von regenerativen Energien
- Beseitigung von Lücken auf der Angebotsseite im ÖPNV (besonders durch E-Autos im ländlichen Raum und E-Bikes im Innenstadtbereich)
- E-Bikes mit Free-Floating-Systemen erlauben individuelles Mobilitätsverhalten ohne Parkraumproblematik
- die Ladeinfrastruktur kann durch Einsammeln und Laden gegen Entgelt (sog. „Juicen“ ) organisiert werden
- Das Nutzen von E-Bikes ist ohne Fahrerlaubnis möglich
- Gefahr des Diebstahls des E-Bikes fällt weg
- Konventionelle PKW können als zubuchbare Langstreckenlösung agieren (siehe Angebot Car2Go Black)
- Sharing von E-Bikes erlaubt eine Kombination mit dem ÖPNV

**Erfolgsfaktoren Bike- und Car-Sharing:**

- anbieterübergreifende Auskunft- und Buchungssysteme mit geeigneter und standardisierter IT-Schnittstelle
- Verknüpfung mit ÖPNV-Angeboten
- gleichmäßig hohe Auslastung (Angebote für Nutzergruppen = Firmen, Familien usw. zu unterschiedlichen Zeiten)
- Transparente Preisstruktur um erste Hemmschwellen zu nehmen, ohne Aufnahmegebühr

**Hemmnisse Bike- und Car-Sharing:**

- Ladeinfrastruktur erfordert eigentlich ein stationenbasiertes Konzept (dies ist in Städten mit gutem ÖPNV aber selten sinnvoll). Es müssen ausreichend öffentliche sowie private Ladesäulen vorhanden sein (besonders für Free-Floating-Konzepte)
- die verfügbare Fahrzeugflotte muss für verschiedene, wechselnde Bedürfnisse angepasst sein (z.B.Kleinwagen, Mini-Vans und Kleintransporter)
- Erhöhte Kosten für Ladeinfrastruktur bedingen erhöhte Kosten für den Endnutzer
- Höhere Anschaffungskosten der E-Bikes ebenso wie der E-Autos
- Winter- und Schlechtwettersituation muss geplant sein.

Die Nutzung von E-Autos und E-Bikes über ein Sharing-Angebot ermöglicht dem Kunden die ausgiebige Nutzung von Fahrzeugen ohne direkten Kauf. Durch das Mieten der Fahrzeuge werden viele Kriterien, die gegen einen Kauf eines Elektrofahrzeugs sprechen, umgangen. Der Kunde kann die Vorteile der Fahrzeuge ohne Kaufrisiko testen. Auch der Umgang mit solchen Fahrzeugen wird ermöglicht (Ladesäule anstecken, Anfahren etc.) Gleichzeitig bietet sich besonders das Sharing von E-Bikes als Mobilitätslösung durch sein intermodales Potential an. Nach den Ergebnissen einer repräsentativen Umfrage der Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH haben bereits 17% der deutschen Gesamtbevölkerung ein solches Bike-Sharing-Angebot genutzt ( Sinus-Institut 2019,S.102).

Das Sharing von Elektrofahrzeugen bietet die Möglichkeit, die Produkte den Kunden ohne Kaufrisiko zur Verfügung zu stellen, der Kunde kann erste Erfahrungen sammeln. Gleichzeitig hat das Sharing-Angebot das Potential eine Vorkonditionierung bezüglich der Elektromobilität vorzunehmen. Markenbilder und Images können durch das herstellerseitige Anbieten von Sharing-Lösungen geprägt werden. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund der jungen Nutzergruppe zu sehen. Es besteht durchaus die Möglichkeit einer positiven Übertragung eines Images und einer semantischen Assoziation zwischen der Nutzergruppe und einer Herstellermarke. Dagegen gehalten werden muss ein möglicher Kannibalisierungseffekt zwischen den Formen der Elektromobilität. So kann z.B. im Einzelfall das zeitweise Mieten eines E-Autos die Notwendigkeit eines Kaufes untergraben.

**Wertewandel und Suffizienz** Die Entwicklungen der Sharing Economy spiegelt sich teilweise auch im Wertebild junger potentieller Kunden von E-Autos wieder, liefern aber nur einen Teil des Gesamtbildes. Es zeichnet sich ein Strukturwandel auf dem deutschen Automarkt ab. Der Kauf eines PKW als Mobilitätslösung wird zunehmend von jüngeren Kunden abgelehnt, das Durchschnittsalter der Neuwagenkäufer und Gebrauchtwagenkäufer steigt zunehmend an (Dudenhöffer 2017,S. 601). Dies wirkte sich auch auf das Bestandsalter von Fahrzeugen aus (ebenda).

Witzke unterstellt einen Paradigmenwechsel hinsichtlich des zentralen Leitbildes der Automobilität (Witzke 2016,S. 23). Auch ein Rückgang der Personen zwischen 17 und 24 Jahren im Besitz einer Fahrerlaubnis der Klasse B ist zu verzeichnen. Während 2012 noch rund 4.867.000 Personen in diesem Altersintervall im Besitz einer Fahrerlaubnis waren, sank diese Zahl auf rund 4.299.000 im Jahr 2018 (Kraftfahrt-Bundesamt 2018b).

Witzke geht aufgrund dessen sogar von einem Rückgang der Bedeutsamkeit und die des Automobils in der deutschen Bevölkerung aus (Witzke 2016,S. 23). Diese Auffassung teilt der Verfasser nach Erhebung des qualitativen Meinungsbildes (siehe Anhang A) nicht. Vielmehr teilt er die Auffassung Dudenhöffers, dass die Attraktivität des Kaufes eines Neuwagens vor allem aufgrund des Fehlens von wahrgenommener Innovationskraft gelitten hat (Dudenhöffer 2017,S. 602). Inkrementelle Verbesserungen am Produkt und

das Fehlen echter disruptiver Innovationen wirkt sich auf die Emotionalisierung des Produktes PKW aus, Neuwagen unterscheiden sich im Gebrauchswert und in der affektiven Komponente nicht ersichtlich von jüngeren Gebrauchtwagen (ebenda). Dudenhöffer nennt hier die Möglichkeit einer emotionalen Differenzierung in der Automobilbranche durch die Elektromobilität (ebenda). Wenn die Anbieter es schaffen, die Elektromobilität als echte Innovation zu präsentieren, könnte dieser Trend zum Gebrauchtwagen unterbrochen werden.

Das Wertesystem und die Einstellungen von Kunden eines Massenproduktes wie des Automobils oder des Fahrrades ist jedoch von zu vielen Faktoren abhängig, um diese sinnvoll abbilden zu können. Im Bezug auf die Leitfrage dieser Arbeit sollen neben den genannten Aspekten und Entwicklungen vor allem zentrale Themenbereiche genannt werden, welche möglichst große Schnittmengen von Kunden-Wertesystemen beeinflussen. Anforderungen an neue Mobilitätskonzepte sind (Proff et. al. 2016,S. 21):

- Begrenzung fossiler Ressourcen und steigende Treibstoff- und Energiekosten.
- Notwendigkeit der Reduktion von Emissionen und Schadstoffbelastungen, verstärkt durch Umweltauflagen
- Zunehmende Urbanisierung, Infrastrukturprobleme (etwa Überlastung des Straßenverkehrs)

#### **4.5 Ladeinfrastruktur und Digitalisierung**

Die Ladeinfrastruktur steht im engen Zusammenhang mit der Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. Für E-Bikes ist ein Ladegerät, das an jede Haushaltssteckdose angeschlossen werden kann, ausreichend. Eine transportable, entnehmbare Batterie ist eine flexible Lösung. Ansonsten muss das Fahrrad zur Steckdose befördert werden. Der Aufbau einer aufwändigen Ladeinfrastruktur ist nicht erforderlich, auch wenn Anschlüsse an Fahrradstellplätzen von Vorteil wären. Der Verbrauch von E-Bikes ist gering, Maßnahmen welche versuchen, eine durch das Aufladen im Energienetz auftretende Last zu steuern oder die Speicherfähigkeit der Batterien zu nutzen, sind allgemein unwirtschaftlich.

E-Autos und E-Busse können auch an der gewöhnlichen Haushaltssteckdose geladen werden, regelmäßig ist aber auch die Installation spezieller Ladesysteme üblich. Eine Übersicht zeigt Abbildung 8. Bei Ladesystemen wird nach der Leistung der Energielieferung, nach Schnelladesystemen und nach Systemen mit mittlerer oder kleiner Leistung unterschieden. Es gibt verschiedene Steckersysteme, die nur teilweise kompatibel sind, eine detaillierte Auflistung ist im Glossar zu finden.

Daneben sind folgende Unterscheidungen zu treffen:

1. öffentliche Ladepunkte an öffentlichen Straßen mit reserviertem Parkplatz und Abrechnungssystem
2. privat-wirtschaftliche Ladepunkte in Parkhäusern, Einkaufszentren, Supermärkten usw. mit allgemeinem Zugang und Abrechnungssystem, aber oft pauschale oder kostenfreie Benutzung beim Einkauf
3. privat-wirtschaftlichen Ladepunkte mit beschränktem Zugang auf Betriebsgeländen, Betriebshöfen oder Haltestellen für E-Busse mit Erfassungssystem aber keiner Einzel-Abrechnung
4. private Ladepunkte mit persönlich beschränktem Zugang in Garagen oder Stellplätzen ohne getrennte Abrechnung

Eine gemeinsame App im vernetzten Fahrzeug kann die Steuerung der Ladestromabrechnung und der Smart-Grid-Einbindung (siehe Abschnitt 4.1) übernehmen.

Eine All-in-One Lösung ist für E-Autos und deren Ladestrom-Zahlungsvorgänge entscheidend für die unkomplizierte Nutzung. Jeder Vorgang muss im Hintergrund einfach und voll-kompatibel ablaufen. Es darf keiner Überlegung bedürfen, ob an einer Schnellladesäule, einem Wallcharger im Parkhaus oder zu Hause geladen wird. Anderenfalls entstehen Kaufhemmnisse oder zumindest eine Kaufreue bei fehlender Kompatibilität.

Die Lösung sollte mit Schnittstellen zum Energieversorger ausgestattet sein, damit das Potential des zeitversetzten Ladens genutzt wird. Es bedarf Schnittstellen zur Batteriesteuerung der Fahrzeuge und zur Navigation, letzteres dient nicht nur der Auffindung des Fahrzeuges und der Ladesäulen, sondern auch für eine Abschätzung der Reichweite. Regionale und kleingliedrige Lösungen erscheinen für eine Verkehrslösung kontraproduktiv. Eine herstellereigene Lösung (BMW-App, Tesla-Datenschnittstelle) erscheint als mögliche, aber zweitbeste Lösung. Ein breitestmöglicher Service (wie Paypal oder Applepay) hat wohl die umfassenden Vorteile. Dagegen spricht nur die Ausweitung der Monopolstellung der großen Internetfirmen.

Eine Ausnahme ist die private Ladestrom-Erzeugung, welche wahrgenommene oder auch wirtschaftliche Unabhängigkeitsvorteile verlieren kann, wenn sie über eine zentrale App verwaltet würde.

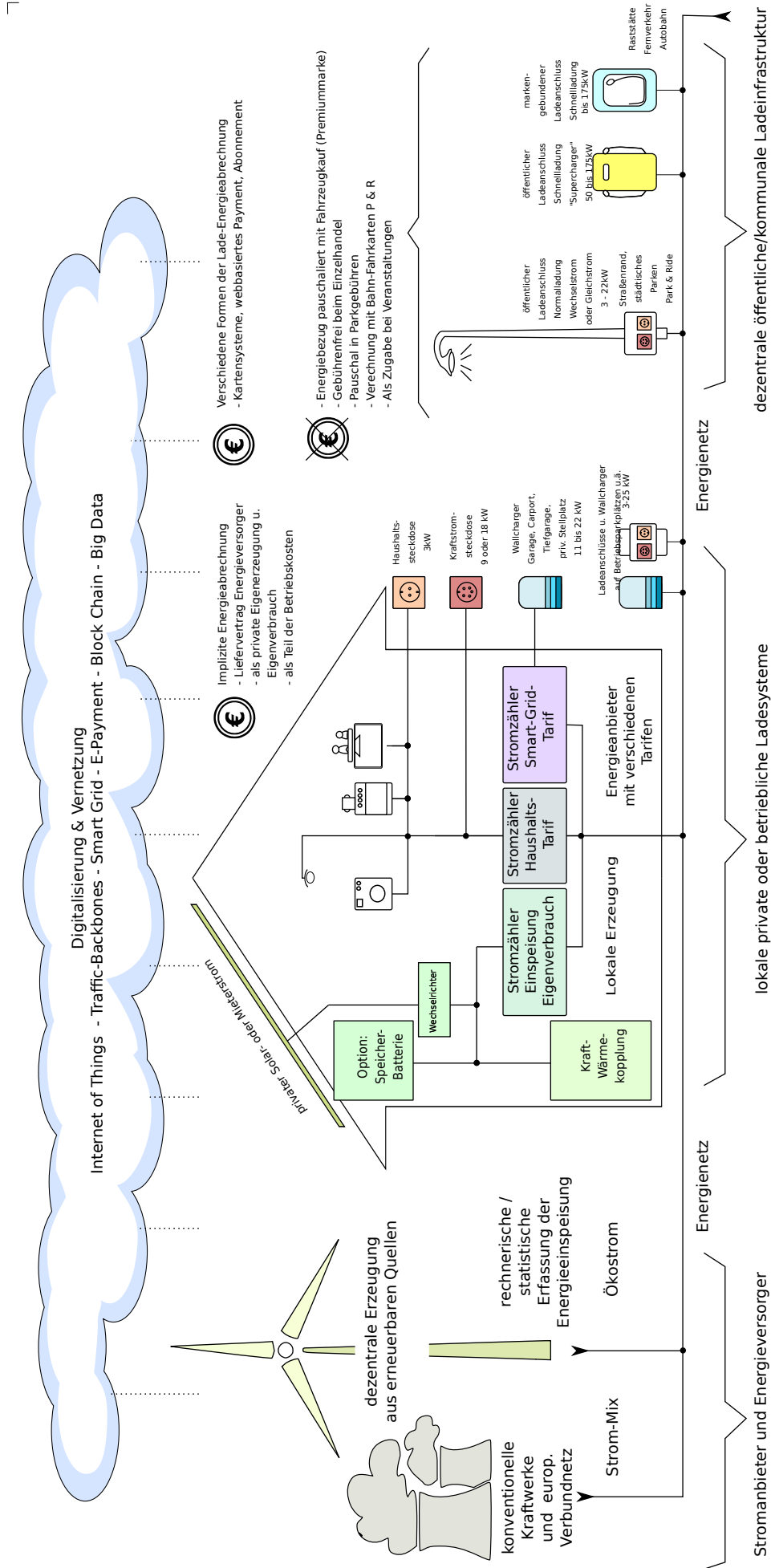


Abbildung 8: Übersicht zur Erzeugung, Verteilung der Ladeenergie als Teil des Energienetzes und der Abrechnung durch Digitalisierung und Daten-Vernetzung

## 4.6 Globalisierung und Technologieführerschaft

Sowohl das Thema der Globalisierung als auch der Wandel der Industriestruktur können in dieser Arbeit nicht vertieft werden, auch wenn nur die Fahrzeugbranche analysiert würde. Gleiches gilt für die gesellschaftlichen und sozialen Aspekte. Die Dynamik der Umwälzungen ist gegenwärtig hoch und Entwicklungen sind zudem nicht abgeschlossen. Etablierte Geschäftsmodelle in großen Teilen der Zulieferbranche sind betroffen. Besonders für das „Autoland“ Deutschland steht die Verschiebung von technologischer Kompetenz ins Ausland als Schattenseite der Elektromobilität im Raum. Der Schwerpunkt der Verlagerung liegt vermutlich in China. Dort wird Elektromobilität und die Schlüsseltechnologie Batterie planmäßig gefördert, siehe Abschnitt 5.5.

Stellvertretend soll nur das Problemfeld unter dem Blickwinkel für die Kommunikationsstrategie in Deutschland angesprochen werden. Die Veränderungen dieser wichtigen Industriebranche sind dabei relevant, um damit zusammenhängende antagonistische Wirkungen zu erkennen und planmäßig zu beachten. Es muss vor diesem Hintergrund aber auch beachtet werden, dass die Automobil- und die Fahrradindustrie bereits global agiert. Aufgrund dessen kann es zu einem Widerspruch der multinational ausgerichteten Firmeninteressen und der inländischen öffentlichen Wahrnehmung kommen.

Einige Aspekte sollen kurz aufgelistet werden:

**Marktbarrieren geöffnet:** Die technologische Marktbarriere hochkomplexer Verbrennungsmotoren fällt durch die Elektromobilität weg. Diese hat im Vorfeld eine bedeutende Markteintrittsbarriere für neue Marktteilnehmer dargestellt (Schwiebert 2019, S. 21). Die Innovationsfähigkeit gewachsener multinationaler Konzerne steht nun im Wettbewerb mit etwas, als Unternehmen, jüngeren und agileren Akteuren. Insgesamt ergibt sich für alle Anbieter ein **Innovationszwang**.

**Verlust der Markenidentität** durch Eingriff in die Wertschöpfungskette: Strathmann kommt zum Ergebnis, dass Auto-Hersteller sich hauptsächlich über die Motorentechnik unterscheiden, da andere technische Aspekte zunehmend angeglichen wurden (Strathmann 2019, S. 39). Der Einschnitt in die Kernkompetenz Antriebsstrang würde als Angriff auf die jeweilige Markenidentität gewertet. Durch den Verlust eines großen Teils der Wertschöpfungskette durch das Wegfallen von Verbrennungsmotor und Getriebe besteht die Gefahr von einem Hersteller zu einem Zusammensetzer von Fremtteilen zu werden (ebenda, Seite 35-39). Viele andere Kompetenzen liegen bereits in der Zulieferkette, welche alle Hersteller bedient.

**Globaler Informationsstand und kosmopolitische Meinungsbilder:** Durch die Vernetzung des Internets, der Medien und die einfache Reisemöglichkeit wird politisches und ökologisches Handeln in den verschiedenen Ländern und Märkten transparent. Das Agieren eines Herstellers im Ausland hat direkte Auswirkungen auf das Stimmungsbild und

das Image im Inland. Gerade auf der Beschaffungs- und Zuliefererseite ist nicht nur das Handeln als Käufer oder Verkäufer relevant, es muss auch vom Endkunden akzeptabel sein.

**Arbeitsplätze:** Das Arbeitsumfeld und fachliche Qualifikation einer sehr großen Anzahl von bisher sehr gut gestellten Arbeitnehmern steht in Deutschland vor großen Umbrüchen. Alarmierende Meldungen über drohende Arbeitsplatzverluste (Nationale Plattform Mobilität 2020) bewirken in der Bevölkerung entweder Ablehnung oder Aktivierung für die Elektromobilität. In welche der beiden Richtung diese Meinung gelenkt werden kann, ist eine Aufgabe der Kommunikation. Wie bei den meisten wirtschaftlichen Veränderungen gibt es viele neue Chancen. Eine Behauptung mit der Elektromobilität neue Geschäftsfelder und Arbeitsplätze zu schaffen, muss glaubwürdig und vielschichtig hinterlegt werden, sonst hat sie wenig Chancen gegen die Negativ-Schlagzeilen.

**Neue Geschäftsmodelle der Fahrzeugbranche** werden in der Literatur diskutiert, denkbar sei die Entwicklung vom Produkthersteller zum Dienstleister als sog. Mobilitätsanbieter (Strathmann 2019, S. 41). Diese Ansätze sind nicht an die E-Fahrzeuge gebunden, könnten aber von der Umstellung gefördert werden.

**Der langjährige Zeitbedarf** einer Umstellung verlangt ein anhaltend belastbares Vorgehen in der Kommunikation, lässt aber auch systematisches und planmäßiges Vorgehen zu. Die Zeitachse der Umstellung beginnt frühzeitig mit der Umstellung von Aufgabenfeldern in den Entwicklungsbereichen, die teilweise viele Jahre Vorlauf vor der Serienproduktion haben. Die Entwicklung von Verbrennungsmotoren und Getrieben wird reduziert, jedoch wird bei der Batterie, den Elektromotoren, der Elektrik und Elektronik deutlich aufgebaut. Gleiches gilt bei anderen Fertigungsmaschinen, Prüfständen und Messtechnik. Mit dem Versatz von einigen Jahren wird die Umstellung in den größeren Fertigungsbereichen relevant, wenn sich auch im Volumen große Marktanteile verschieben.

## 5 Beispiele und Lehrstücke zur Kommunikationsstrategie

*Man muss Werbung nicht glauben, man muss ihr glauben wollen.*

Holger Jung und Jean-Remy von Matt<sup>16</sup>

Drei Beispiele aus der Vergangenheit sollen in diesem Abschnitt diskutiert werden. Hinzu kommen drei Vergleichsbetrachtungen im internationalen Rahmen. Mit Bezug auf das Thema der vorliegenden Arbeit soll exemplarisch versucht werden, den Erfolg und das Versagen von Kommunikationsstrategien sowie unternehmerisches und politisches Handeln zu analysieren. Ziel ist dabei, Aussagen für die Kommunikation bei der Elektromobilität abzuleiten. Ausgewählt wurden:

- die Ölkrise im Jahr 1973
- die Einführung des Kraftstoffes E10 im Jahr 2011
- der Abgasbetrug bei Dieselfahrzeugen und folgende Vertrauenskrise
- die Förderung für Elektrofahrzeuge in Norwegen
- die Lenkung der Elektromobilität in China
- die Fokussierung auf Fahrräder in Kopenhagen

Die ersten drei Ereignisse beziehen sich auf den konventionellen Fahrzeugantrieb. Sie sind jedoch bewusst in technologischer Verwandtschaft zum Thema der Arbeit gewählt. Mit vielen Millionen Autofahrern betrafen sie sehr breite Kundengruppen. Mit der Automobil- und Mineralölbranche waren sehr große Industriezweige involviert. Sie bewirkten unternehmensstrategische Entscheidungen. Darüber hinaus hatten sie Einfluss auf die öffentliche Meinung. Sie standen im Zusammenhang mit politischen Maßnahmen und entsprechender Kommunikation. Andere Beispiele im internationalen Vergleich sind aktuell, betreffen aber auch die vorgenannten Akteure. Sie sind ebenfalls durch politische Entscheidungen und deren Kommunikationsmaßnahmen geprägt.

### 5.1 Ölkrise 1973 - klare Zeichen gesetzt

Im Zuge der sogenannten Ölkrise drosselten die arabischen Förderländer des OPEC-Kartells den Ölexport. Sie setzten dies als politischen Hebel gegen westliche Staaten ein, die Israel im Jom-Kippur-Krieg im Oktober 1973 unterstützten. Die verfügbare Menge an Rohöl deckte den über Jahrzehnte gewachsenen Importbedarf nicht mehr. Der Ölpreis stieg an einem Tag um 70 Prozent, im folgenden Jahr auf das 4-fache (Hohensee

---

<sup>16</sup>In „Momentum - Kraft die Werbung heute braucht“ (Jung u. Matt 2002, S. 82)



1996,S.101). Das war verbunden mit einem deutlichen Konjunkturunbruch. Von der Bundesregierung wurden auf der Basis von Ermächtigungen durch das Energiesicherungsge-  
setz (Bundesanzeiger Nr.89,1973) kurzfristig treibstoffsparende Maßnahmen angeordnet,  
dazu gehörten spektakuläre Sonntagsfahrverbote<sup>17 18</sup> und Tempolimits auf Autobahnen.  
Sogar die Einführung der Sommerzeit wurde durch die während der Ölkrise populär ge-  
wordene Frage des Energieverbrauches angestoßen (Hohensee 1996, S.138).

Langfristig strebte die Bundesregierung an, die politische Abhängigkeit vom arabischen  
Öl zu vermindern, dazu gehörte die Anlage von strategischen Öl- und Gasreserven, die  
verstärkte Ölförderung in der Nordsee und der damals breit akzeptierte Ausbau der Kern-  
energie. Obwohl das Öl-Kartell OPEC noch immer eine Schlüsselrolle für den Ölpreis hat,  
ist heute die unmittelbare Abhängigkeit für die westlichen Staaten wesentlich geringer als  
Anfang der 1970er Jahre.

Die Ölkrise stellt den ersten großen Einschnitt in den Siegeszug des Automobils dar.  
Erstmals seit dem zweiten Weltkrieg entstand ein öffentliches Bewusstsein für die Limitie-  
rung von Energieressourcen<sup>19</sup>.

Damit wurden die Keimzellen für politische Strömungen und spätere Parteien gesät, de-  
ren Programm auf Ressourcen- und Umweltschonung gerichtet ist. Zustimmung zu den  
Maßnahmen kam aus ganz verschiedenen Lagern, die Denkrichtung des Club of Rome  
betonte die „Grenzen des Wachstums“ (Hohensee 1996, S.136), andere Kreise machten  
sich für nationale und europäische Autarkie stark, wiederum andere wurden von der un-  
terschwellig latenten Befürchtung eines Krieges um das Öl motiviert.

Auch das Fahrrad und der öffentliche Nahverkehr gewannen etwas an verlorenem Image  
zurück.

**Folgen der Ölkrise - Optimierungen bei Verbrauch und Abgas:** Letztlich bewirkte die  
Erfahrung der Ölkrise, dass der Treibstoffverbrauch aus Sicht der Autokäufer - insbeson-  
dere in Europa - ein wesentliches Produktmerkmal wurde. Infolgedessen wurde in Europa

<sup>17</sup>Der damalige Finanzminister und spätere Bundeskanzler Helmut Schmidt hat sich rückblickend in einer  
TV-Sendung des Senders Phönix geäußert:„Damit das deutsche Volk begreifen sollte, was passiert war,  
haben wir damals diese autofreien Sonntage auf der Autobahn verordnet. Nicht um Öl zu sparen, das war  
ein Nebeneffekt. Der eigentliche Zweck dieser Übung war, den Menschen klar zu machen: Dies ist eine  
ernste Situation.“ (Schmidt 2009)

<sup>18</sup>Ulrike Herrmann (Herrmann 2019) geht in der TAZ noch weiter: Sie verneint aus aktuellem Anlass im Sep-  
tember 2019 die Existenz einer wirklichen Ölkrise im Jahr 1973. Sie schreibt, dass die Bundesregierung  
„... nie erwartet hätte, dass das Fahrverbot den Energieverbrauch senken würde. Es ginge um den psy-  
chologischen Effekt.“ Die Autorin beruft sich darauf, dass Helmut Schmidt nachträglich dazu erklärt habe:  
„Wir mussten den Menschen bewusst machen, dass die Kacke am Dampfen war.“ Das Zitat mit den  
drastischen Worten stammt wahrscheinlich aus (Noack 2008,S.136).

<sup>19</sup>Der damals amtierende Bundeskanzler Willy Brandt spricht in einer Fernsehansprache erstmals von Limi-  
tierungen in der Energiefrage: „Zum ersten Mal seit dem Ende des Krieges wird sich ... unser Land in  
eine Fußgängerzone verwandeln. Die junge Generation erlebt zum ersten Mal, was ein gewisser Mangel  
bedeuten kann ...“ (Hohensee 1996, S.147).

der Dieselmotor speziell für den PKW weiterentwickelt, auch der Benzinmotor wurde im Verbrauch optimiert.

In den Jahrzehnten nach der Ölkrise standen für den Fahrzeugantrieb die Fragen der Effizienz und der Nachhaltigkeit im Fokus. Hierin begegneten sich politische Forderungen und ingenieurtechnische Entwicklungsleistungen. An dieser Stelle können stellvertretend nur einige Schlagworte dazu genannt werden:

- Die **Katalysatorpflicht** und die Abgasprüfung mit der zweijährigen Hauptuntersuchung wurden gesetzlich vorgeschrieben. Mit den heutigen Euro-Normen für den Abgasausstoß wurden diese Vorgaben schrittweise verschärft.
- Das **3-Liter-Auto** stand über Jahre im Fokus des Marketings der Automobilhersteller. Als Umweltauto wurde dies politisch stark unterstützt. Obwohl nur wenige Fahrzeuge diesen Verbrauchswert von 3,0 Litern auf 100 Kilometer Strecke erreichen, haben sich die Verbrauchswerte etwa halbiert.
- Als **Engine-Downsizing** wurde die effizienz-steigernde Hubraumverkleinerung bei gleichen oder höheren Motorleistungen und die Reduzierung der Zylinderanzahl bis hin zu drei Zylindern für die Öffentlichkeit weitgehend stillschweigend eingeführt. Diese Maßnahme stand in Widerspruch zu im Vorfeld etablierten Wertvorstellungen vom großen Hubraum oder hochwertigen Sechszylindermotoren.
- Die sogenannte **Ökosteuer** wurde als eine Erweiterung der Mineralölsteuer eingeführt. Sie heißt seit 2006 Energiesteuer auf Treibstoffe<sup>20</sup> versteuert. Auch die Kraftfahrzeugsteuer wurde angepasst, sie wird heute nicht nur nach dem Hubraum, sondern auch entsprechend der Abgaswerte gestaffelt.

---

<sup>20</sup>1000l Benzin werden zwischen 669,30 und 721 Euro Energiesteuer belegt, Öle der Kategorie Dieselmotoren werden zwischen 470,40 und 485,70 EUR (Mittelständische Energiewirtschaft Deutschland e.V. 2017, S. 4ff)

### Bewertung der Kommunikationsmaßnahmen zur Ölkrise 1973

1. Das Thema erreichte massive Medienpräsenz und bestimmte die Tagesdiskussion breiter Kreise.
2. Der Bevölkerung war eine Bedrohung mit klarem Anlass sowie kurzfristig spürbaren Folgen zu vermitteln.
3. Die Politik ergriff in kurzer Zeit entschlossene Schritte zur Senkung der Abhängigkeit, z.B. Erschließung des Nordseeöls, Vergrößerung strategischer Öl-Reserven, Ersatz von Heizöl durch Erdgas.
4. Die Politik schreckte nicht vor drastisch-plakativen Maßnahmen zurück, um die Dringlichkeit und Bedeutung für die breite Bevölkerung zu verdeutlichen.
5. Die Preissignale waren deutlich, die Gründe der folgenden Wirtschaftskrise wurden vorrangig der Ölpreisteigerung zugeordnet.
6. Die Mineralölbranche hatte Interesse die Dominanz der arabischen Länder zu verringern. Sie strebte diversifizierte Lieferstrukturen und Fördergebiete in politisch stabilen Regionen an (Second-Source-Strategie).
7. Die Automobilindustrie, insbesondere die japanische und europäische, erkannte in der Verbrauchsoptimierung die Chance für technologische Führerschaft und für neue Werbebotschaften.
8. Als kritisch geltende Meinungsführer, welche die Gedanken der Ressourcenlimitierung und Umweltschonung vertraten, sahen sich durch die Krise bestätigt oder erkannten die Chance zu Veränderungen. Sie liefen zumindest nicht in die Rolle der Gegnerschaft in der Kommunikation.
9. Eine langwierige Diskussion zur Schuld erübrigte sich, die „Ölscheichs“ hatten selbst den Anlass gegeben.
10. Der arabische Lieferboykott war mit friedlichen Mitteln nicht kurzfristig zu korrigieren. Der Nahost-Krieg 1973 war bittere Realität. Die Eskalation zu einem „Krieg um das Öl“ stand als große Befürchtung im Hintergrund.

Fazit: Aus Sicht der Bundesregierung verlief die Kommunikation während und nach der Ölkrise erfolgreich. Die Maßnahmen, welche die öffentliche Meinung formten, waren entschlossen und erfolgten zeitnah. Landesweite Sonntagsfahrverbote erzeugten breite Wahrnehmung. Die Akzeptanz und Unterstützung der Bevölkerung wurde erreicht. Die betroffenen Wirtschaftsbranchen waren Protagonisten.

Die politisch beabsichtigten Maßnahmen konnten in der Folge umgesetzt werden. Die OPEC verlor viel von der Macht als Lieferkartell, die Wiederholungsgefahr gilt als abgeschwächt.

## 5.2 Kraftstoff E10 – ein Kommunikations-Desaster

Im Jahr 2009 wurde im Europäischen Parlament ein Richtlinienpaket zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor beschlossen. Die EU-Biokraftstoffrichtlinie (Amtsblatt der EU, 2009, Vol 140/16, S. 16–62) sah die Einführung eines, kurz als E10 bezeichneten, Ottokraftstoffes vor. Er wurde in Deutschland im Januar 2011 eingeführt und soll zwischen 5% bis 10% Bioethanolanteil enthalten. Diese Beimischung von Bioethanol in fossilen Ottokraftstoff dient der Erfüllung der gesetzlich vorgeschriebenen Biokraftstoff-Quote für das ganze Land. Politisches Ziel war, den Verbrauch fossiler Primärenergie und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren.



**Abbildung 9:** Eine Tanksäule mit Hinweisaufkleber, welcher die Kunden bei der Kaufentscheidung für den Kraftstoff E10 verunsichert. Das Foto wurde 9 Jahre nach der E10 Einführung im Dezember 2019 aufgenommen.

Im Zuge der Einführung von E10 sprach der Verband der Automobilindustrie von einem Weg „weg vom Öl“. Die Kommunikation erfolgte mit klaren Aussagen, geschah vollkommen unauffällig und war eher an die Fachwelt gerichtet (VDA 2011, S. 105) Sie wurde entsprechend recht wenig beachtet. Dabei waren die Aussichten vielversprechend; die deutschen Automobilhersteller hatten bereits im Vorfeld ihre Fahrzeuge auf die Beimischung von Biodiesel zu konventionellem Dieselmotorkraftstoff (B7) und die Beimischung von Ethanol zu Benzin (E10) technisch geprüft und vorbereitet.

Gleichzeitig bestätigten Hersteller, Verbände und übergreifende Sachverständigen-Organisationen eine weitreichende Verträglichkeit mit der bestehenden Technik. Laut Angaben des VDA sollten rund 99% aller Autos deutscher Marken mit Benzinmotor, die sich zu dem Zeitpunkt der Einführung auf den Straßen befanden, mit dem neuen Kraftstoff kompatibel sein (VDA 2011, S. 114). Es liegen übersichtliche Verträglichkeitslisten im Internet öffentlich vor.



**Abbildung 10:** Preisabstand der Kraftstoffe Super E10 und Super E5 liegt bei maximal 2 Cent. Heute wird der kleine Steuervorteil oftmals gar nicht mehr weitergegeben. Der jeweilige Preisabstand war vom schwankenden Preisniveau weitgehend unabhängig. Die Premium-Kraftstoffe mit einer markenabhängigen Bezeichnung haben einen erheblich größeren Preisaufschlag. Auch der Preis für Dieseldieselkraftstoff hebt sich, er ist mit einem wahrnehmbaren Abstand wesentlich preisgünstiger.

Darüber hinaus sahen die deutschen Hersteller eine flächendeckende Einführung des ethanolhaltigem Kraftstoffs auch deshalb nicht kritisch, weil sie bereits außerhalb Deutschlands langjährige Erfahrungen mit dem Einsatz von ethanolhaltigem Kraftstoff gesammelt hatten, beispielsweise in Brasilien, Schweden und Frankreich (VDA 2011, S. 114). Als entscheidender Vorteil wurden die sofortige Wirksamkeit der CO<sub>2</sub>-Einsparungen und den vernachlässigbaren Einfluss auf die bestehende Infrastruktur und bei unveränderten Geschäftsmodellen genannt (ebenda).

Der VDA nennt „... de facto vorgegeben, dass E10 zum neuen Regelkraftstoff werden soll“ (ebenda). Weiterhin sei „Für die deutsche Automobilindustrie ist die Ethanolbeimischung ein Schritt auf dem Weg weg vom fossilen Öl“. Eingeschätzt wird „Würden alle Autos, die E10 vertragen, auch mit E10 betankt werden, könnten jedes Jahr über 2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> vermieden werden“. Dieser Einschätzung auf dem Papier sind keine wirklich wirksamen Aufklärungs- und Werbemaßnahmen für E10 der Automobilhersteller gefolgt.

Die Verträglichkeit von E10 wurde von den Medien unverantwortlich reißerisch diskutiert (Autobild 2010) und damit in der Wahrnehmung die allgemeine Unbedenklichkeit in Frage gestellt.

Die Mineralölbranche hat mit langjähriger Werbung stark geprägte Kundenpräferenzen und Wertvorstellungen erarbeitet. Das in den technisch relevanten Qualitätsmerkmalen genormte Commodity-Produkt Kraftstoff musste ohne wesentliche Unterscheidungsmerkmale bei der Nutzung nur über die Vertrauenswürdigkeit der Marke differenziert werden. Hier passte allein der Gedanke an Beimischungen nicht hinein.

Viele Tankstellen schüren bis heute die Verunsicherung gegen E10 direkt bei der unmittelbaren Kaufentscheidung im Moment der Auswahl des richtigen Zapfschlauchs, siehe Bild 9. Selbstverständlich ist die Informationen zur E10-Verträglichkeit auch den Werkstätten und den Tankstellen leicht verfügbar. Die meisten Tankstellen unterdrücken diese Infor-

mation und fordern zur unpraktikablen Nachfrage beim Autohersteller auf. Sie vermeiden wichtige Hinweise, zum einen auf die nahezu vollständige Kompatibilität moderner Fahrzeuge und zum anderen die schnell verfügbare Liste der Ausnahmen im Internet.

Die Autoindustrie hat die Kompatibilität kommuniziert, allerdings nicht konsequent und breitenwirksam. Der Vorteil, bereits über moderne Motoren zu verfügen, die beim Kraftstoff sehr tolerant sind, wurde nicht erklärt. Die Fortschritte wie elektronisch steuerbare Einspritzung und Zündung oder die Klopfensoren wurden wenig thematisiert.

Ein weiterer Aspekt ist allein der Begriff „Verträglichkeit“, er suggeriert eine Risikenüberhöhung. Von allen Beteiligten wurde nur die Wahl von Null-Risiko „Verträglichkeit“ oder Maximal-Risiko „Unverträglichkeit“ kommuniziert. Ein hinreichendes Verständnis für technische Qualitätsmerkmale beim Kraftstoff, wie Klopfestigkeit, Oktanzahl oder Zetanzahl und Brennwert wurde von keinem der Akteure angestrebt. Daher waren technische Vorteile oder zumindest die Gleichwertigkeit nicht erklärbar. Nachteile oder Risiken der Nutzung von E10 sind eher begrenzt. Sie betreffen langfristige Alterung von Kraftstoffschläuchen, etwas häufiger Ölwechsel wegen des möglichen Wassergehaltes im E10 oder ein theoretisch sehr geringer Mehrverbrauch wegen des unterschiedlichen Brennwertes der Beimischung. Ein kapitaler Motorschaden ist nicht zu erwarten (Hardy 2011). Diese erklärungsbedürftige Relativierung (begrenzte Schadenshöhe, niedrige Wahrscheinlichkeit) als Antwort auf die Gegenkommunikation hat kein Akteur gewagt.

Ebenso ist die Konkurrenz von Agrarproduktion für Nahrung oder Treibstoff ein komplexes Thema, das just in diesem Moment für die Diskussion genutzt wurde. Bundespolitiker sprachen von einer 'vollständigen Verunsicherung' (Röttgen 2011), als der Mineralölwirtschaftsverband (MWV) zunächst Versorgungsengpässe für den Äthanolanteil von E10 meldete und zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten für die Branche arrangierte.

Der entscheidende Fehler der Politik bei Einführung von E10 war, die Umsetzung der Mineralölindustrie zu überlassen. Sie sollte ein Produkt einführen, für das kein Interesse auf Seiten der Erzeuger bestand. Bei einem Erfolg von E10 wären bestehende Förder-, Tanker- und Raffinerie-Kapazitäten einige Prozent weniger ausgelastet worden.

Die Vertriebsorganisation aller Tankstellenmarken griff prompt und einhellig zum bewährten Preistrick, ein Produkt der etwa gleichen Gebrauchswertklasse in drei Stufen zu vermarkten. Dabei wurde E10 geschickt als Billigprodukt eingeführt, obwohl es von den technischen vorgeschriebenen Qualitätsmerkmalen (Oktanzahl) genauso gut oder besser war. Der Brennwertunterschied der Kraftstoffe E10 und E5 von maximal 1,8 Prozent erscheint nur unter Laborbedingungen überhaupt unterscheidbar <sup>21</sup>.

Der von den Tankstellen gewählte freiwillige Preisabstand von meist 2 Cent war als

<sup>21</sup>Reines Benzin hat 12,9 kWh/kg Brennwert, Ethanol hat 8,25 kWh/kg Brennwert. Eine Zumischung von 10% hat somit 12,435 kWh/kg Brennwert. Für eine Zumischung von 5% ergeben sich 12,6675 kWh/kg. Der Unterschied beträgt 1,835%. Dieses Beispiel dient der Illustration der Größenordnungen, weder Toleranzen bei den Brennwertangaben noch die realen Verhältnisse im Ottomotor sind berücksichtigt.

Anreiz zu klein. Die Kombination mit Qualitätszweifeln oder der suggestiven Warnung vor der Unverträglichkeit mit dem Fahrzeug reichten aus, dass E10 ein 'Flop' wurde. Anfang 2020 war zu beobachten, dass die Preise der Kraftstoffe E10 und E5 (Super) angeglichen wurden. Ein wenig spekulativ ist die Einschätzung, dass der kleine Preisunterschied zu Gunsten von E10 den Eindruck einer funktional geringerwertigen Beimischung vermittelt hat. Im Umkehrschluss wäre es für den Umsatz an E10 besser gewesen, etwas teurer als die anderen Produkte verkauft zu werden.

Die Begriff „Super“ wurde über Jahrzehnte geprägt und höherwertig als der Begriff „Normal“ für Benzin mit etwas geringerer Oktanzahl wahrgenommen. Der Begriff „Super“ wurde unverändert ohne Ergänzung belassen. Technisch wäre die Bezeichnung E5 (oder Super E5 ) korrekt und hätte die tatsächlichen Verhältnisse stärker verdeutlicht. Das wäre möglicherweise in der Wahrnehmung zu E10 (oder Super E10 ) zu Gunsten dessen ausgefallen.

Dass der Kraftstoff E10 heute nach 9 Jahren nur von etwa 13% (Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft 2019) anstelle von erwarteten mehr als 90% der Fahrzeughalter (VDA 2011) getankt wird, ist nach Ansicht des Verfassers im Kern auf das Versagen der politischen Kommunikationsstrategie und auf den Erfolg geschickter Gegenmaßnahmen zurückzuführen.

**Bewertung der Kommunikationsmaßnahmen zur Einführung des E10 Kraftstoffs**

1. Wunschdenken, strategische Analyse- und Konzeptionsfehler der Politik:  
Die Kundenakzeptanz wurde deutlich falsch eingeschätzt. Die langjährig geprägten Produktpräferenzen wurden ebenfalls nicht erkannt. Wirtschaftliche Interessenslagen und der direkte Kundenzugang seitens der Mineralölwirtschaft wurden nicht beachtet.
2. Implementation mit Kompromissen und unentschlossene Durchsetzung: Der Mineralölwirtschaft wurde ein hohes Maß an Gestaltungsmöglichkeiten zugestanden. Eine positive Aufklärungspflicht an der Tankstelle wurde nicht durchgesetzt. Verfälschende Kundenverunsicherung wurde nicht geahndet.
3. Desinteresse von wichtigen Akteuren: Die Autohersteller haben keine intensive und breite Aufklärungskampagne durchgeführt.
4. Minimale Anreize werden nicht wahrgenommen: Der Kunde war langjährig auf erhebliche Preisschwankungen beim Benzin eingeübt, der kleine Preisanreiz für E10 ging darin unter. Die Preisbereitschaft beim Kraftstoff reflektiert auch den wahrgenommenen Wert der „Problemvermeidung“ am Fahrzeug.
5. Gegen-Kommunikation (Negative Campaigning): Die Gegenkommunikation der Mineralölwirtschaft wurde geschickt und schonungslos durch Verunsicherung der Kunden geführt. Eine übersichtliche, dreistufige Produktdifferenzierung wurde entschlossen eingeführt, E10 steht in der niedrigsten Kategorie.
6. Abwägung von komplexen Zusammenhängen nicht kommuniziert: Ein hinreichendes Verständnis für technische Qualitätsmerkmale beim Kraftstoff wurde nicht angestrebt. Restrisiken im Fahrzeug wurden nicht dargestellt. Dieses Überspringen der Kundenaufklärung führte zur undifferenzierten Risikenüberhöhung (Verträglich/Nichtverträglich).
7. Der Skepsis viel Raum gelassen: Die Negativdarstellung der Medien gegenüber Veränderungen bestärkte Unsicherheiten. Die Diskussion komplexer Wechselwirkungen (sog. Tank-gegen-Teller-Diskussion) liefert Entschuldigungsgründe ethischer Natur.
8. Positive Referenzen nicht genutzt: Die langbewährte Äthanolzumischung in vielen Ländern ist argumentativ kaum gebraucht worden.

Fazit: Die Kommunikationsmaßnahmen seitens der Politik zur Einführung des Kraftstoffs E10 sind als klarer Misserfolg zu werten. Nach 9 Jahren sind die politischen Ziele mit ca. 13 % statt des angestrebten 90% Anteils deutlich verfehlt.

Kundenpräferenzen und die Frage der Akzeptanz wurden nicht beachtet. Die direkte Kommunikation der unmittelbaren Kaufentscheidung wurde den Antagonisten überlassen. Die Mineralölwirtschaft ist objektiv nicht am Kraftstoff E10 interessiert. Die gezielte Kundenverunsicherung war sehr wirksam. Die Gegenkommunikation war ein voller Erfolg. Meinungsführern und Medien wurde zu viel Raum zu Skepsis gelassen. Schwache steuerliche Anreize und damit kaum differenzierte Preisgestaltung waren nahezu unwirksam.



### 5.3 Dieselgate - die große Vertrauenskrise

Der Dieselmotor bei PKW-Neuzulassungen hatte 2014 in Deutschland einen Anteil von über 48 % (Kraftfahrt-Bundesamt 2015) erreicht, insbesondere wegen seines günstigen Verbrauchs. Gleichzeitig verschärfte sich die öffentliche Meinung zur Abgasbelastung und die Politik folgte dem mit entsprechenden Umweltstandards (z.B. Normen Euro 4 bis 6). Den Herstellern gelang es nur mit großem technischen Aufwand dieser Entwicklung zu folgen. Beim Dieselmotor hatten die Fachleute eine Abwägung zwischen dem Ausstoß von Stickoxiden und Rußpartikeln zu treffen. Dieses Dilemma ist nur mit sehr teuren Maßnahmen lösbar. Dazu gehört, neben dem Oxidationskatalysator und einem Partikelfilter, die Einspritzung einer Harnstofflösung (Markenname AdBlue) in einen nachgeschalteten zusätzlichen Katalysator zur Stickoxidreduktion.

Nicht nur die Scheu vor diesem Aufwand, sondern auch nicht mehr rückholbare Selbstläufer nach dem überzogenen Werbeversprechen vom 'sauberen Diesel' führten dazu, dass namhafte Hersteller die objektiven Probleme vertuschten. Lösungen hätte man durchaus anbieten können, sie wären aber technisch komplex und teuer gewesen. Vor allem aber wären sie wegen der notwendigen Entwicklungsarbeiten eine lange Zeit am Markt in der Diskussion gewesen<sup>22</sup>. Statt einer ehrlichen Offenbarung der technischen Zwickmühle haben sich führende Hersteller für die mutwillige Täuschung der Kunden entschieden. Diese Arroganz wurde begünstigt durch die 'verlässliche' Schwäche der staatlichen Kontrollbehörden.

Der Betrug geschah durch Verwendung von sogenannter Abschaltvorrichtungen in der Steuerungssoftware, welche die Abgasprüfung erkennen und überlisten konnten, nicht jedoch auf der Straße wirkten.

Die Aufdeckung des Abgasbetrugs erfolgte in den USA im Jahr 2015, etwa ein Jahr nach einer massiven Werbekampagne von Volkswagen für den sauberen Diesel, der in Amerika für PKW bis dahin noch kaum verbreitet war. Weil sie auf Betrug beruhte, drehte sich die Wirkung vielfach verstärkt in das Gegenteil. Später stellte sich heraus, dass dies nicht nur in Amerika erfolgt ist und weitere Hersteller ebenfalls die Abgasmessung gezielt manipuliert haben.

In Anlehnung an die Watergate-Affäre<sup>23</sup> wurde diese Aufdeckung der Vorgänge von den amerikanischen Medien knapp als **Dieselgate** bezeichnet.

Dieselgate war lange anhaltend medienwirksam. Der Betrug führte zu einem massiven

---

<sup>22</sup>Diese Abschnitte 2.3, 2.4 und 4.2 diskutieren eine vergleichbare Problematik: Das Abwägen von Vor- und Nachteilen bei der Elektromobilität ist stark erklärungsbedürftig. Es muss gelingen dies in der Kommunikation an die Kunden ungeschminkt heranzubringen.

<sup>23</sup>Die Aufdeckung von kriminellen Machenschaften mit Wahlkampf (Einbruch und Abhören beim politischen Gegner im Watergate Hotel) hatte den Rücktritt des US-Präsidenten Nixon nach einer Kette von Lügen und Vertuschungen zwischen 1972 und 1974 erzwungen. Sie führte zu einer breiten gesellschaftlichen Vertrauenskrise.

Vertrauensverlust bei den vorher sehr hoch angesehenen Automarken. Schlagartig wurden die gesamten Fortschritte bei den Verbrennungsmotoren, die anspruchsvollen technischen Entwicklungsarbeiten und die über Jahre aufgebauten Marketingstrategien diskreditiert.

Die Dieselkrise mag ein Indiz dafür sein, dass die Optimierungsmöglichkeiten beim Verbrennungsmotor hinsichtlich Verbrauch und Abgasen bereits weitgehend ausgeschöpft sind. Andererseits kann die gegenwärtig besonders kritische Haltung vieler Autokäufer eine Basis bilden, um zusätzliches Momentum für einen Umbruch aufzubauen. Das beginnt mit der Kaufreue (engl. buyer's remorse) einer zurückliegenden Entscheidung für den Dieselmotor. Über den Kreis der betroffenen Dieselmotorkäufer hinausgehend, greift der Betrug althergebrachte Präferenzen und vormals gefestigte Markenbilder an. Insgesamt führt es zur verstärkten Alternativensuche vor der Kaufentscheidung<sup>24</sup>.

Das Momentum aus der Dieselkrise geht sogar über die Auswahl des Antriebs für das nächste Auto hinaus. Zusammen mit anderen Faktoren wirkt es auch zugunsten der Mobilitätsalternativen, wie E-Bikes, Sharing-Angebote oder des öffentlichen Verkehrs. Es wird auch als Bedrohung der deutschen Autoindustrie stilisiert.

---

<sup>24</sup>Für den Umweltgedanken erscheint es widersinnig, dass kurzfristig der energetisch weniger effiziente Ottomotor ungeschoren bleibt und im Marktanteil profitiert.

**Bewertung der Kommunikationsmaßnahmen bei der Vertrauenskrise Dieselgate**

1. Mangelnde Verifikation von Regularien:  
Die stufenweise Verschärfung von Abgasnormen erscheint allzu schlüssig, um das politische Ziel der Umweltschonung zu erreichen. Das wurde aber nur „vom politischen Schreibtisch“ aus festgelegt und nicht mit technischem Wissensaufbau zur Motorentechnik begleitet. Mit unabhängiger Expertise wäre es sicherlich rechtzeitig aufgefallen, dass die relevante Fahrzeugausstattung der Abgasreinigung und die geforderten Abgaswerte nicht zusammenpassen können.
2. Kontrollaufgaben nicht erfüllt: Die staatlichen Kontrollbehörden- wie das Kraftfahrt-Bundesamt - haben ihre Aufgabe nicht erfüllt. Weitere herstellerunabhängige Instanzen, wie der TÜV, die Dekra oder der ADAC, sind nicht aktiv geworden, es fehlte die kritische Grundhaltung. Statt eigener Kontrollen und qualifizierter Prüfung haben sie die Angaben der Hersteller übernommen. Die Glaubwürdigkeit dieser Institutionen ist beschädigt, die Unfähigkeit blieb weitgehend folgenlos.
3. Festhalten an Formalismen statt offensichtlicher Praxisnähe: Die Erfüllung von ungeeigneten, tendenziös gestalteten Prüfvorschriften galt als ausreichend, Für jeden Laien naheliegende Straßentests wurden nicht herangezogen.
4. Kein Mut zum Fehler: Überzogene Werbeversprechen vom sauberen Diesel erschienen in den Unternehmen nicht mehr revidierbar. Trotz interner Erkenntnis von Fehlern wurde die kommunikative Initiative nicht proaktiv ergriffen. Der Ausweg zu Korrekturen war versperrt.
5. Betrug am Ende der Sackgasse: Die Situation wurde nochmals verschlimmert. Der Wissensvorsprung der Hersteller zum vorsätzlichen Betrug wurde mit Hilfe der sog. Abschaltvorrichtungen genutzt.
6. Keine entschlossene Aufarbeitung: Nach Aufdeckung wurde von den Unternehmen lange Zeit nicht proaktiv und umfassend kommuniziert. Die Verschleppung führte zur anhaltenden und medienverstärkten Vergrößerung des Vertrauensverlustes.
7. Keine Genugtuung: Das Kundenempfinden hat in der Schuldfrage wenig wahrgenommene Genugtuung erfahren. Die Bestrafung der Manager gilt als juristisch langwierig und wird damit aufgeweicht. Die empfundene Schuldfrage ist bei den Marken hängen geblieben. Die Politik hat versäumt, das Kontrollversagen zur Rechenschaft zu ziehen. So wären etwa beim Verkehrsministerium oder Kraftfahrtbundesamt sichtbare Konsequenzen erforderlich, um Vertrauen beim Kunden zurückzugewinnen.
8. Juristischer Kleinkrieg: Punktuelle lokale Fahrverbote werden überwiegend als willkürlich und widersinnig empfunden. Sie bieten vielfältige Angriffsflächen. Die Entscheidungsträger überlassen das Feld den jeweiligen Amtsrichtern.

Fazit: Vor der Aufdeckung wurde in den Unternehmen die Kommunikation von Fehlern nicht erlaubt, damit waren Korrekturen verhindert. Nach einem Weg in die Sackgasse überzogener Werbeversprechen wurde letztlich aktiver Betrug begangen. Sowohl den relevanten Unternehmen als auch den politisch Verantwortlichen für die Kontrolle ist Versagen vorzuwerfen. Ein extrem hoher Markenschaden, insbesondere für deutsche Hersteller, ist eingetreten. Die Zeit nach der Aufdeckung des Skandals war von zu wenig Entschlossenheit geprägt. Das Vertrauensvakuum senkt die Eintrittsbarrieren für neue Marktteilnehmer.

## 5.4 Norwegen - Pilotmarkt mit bester Kaufkraft

Norwegen nimmt eine Vorbildrolle in der europäischen Elektromobilität ein. Im Gegensatz zum gigantischen chinesischen Markt kann Norwegen aufgrund der kleinen Bevölkerungszahl (5.3 Mio.) einen Pilotcharakter entwickeln. Dazu trägt das sehr hohe Einkommensniveau und der durch große Einnahmenüberschüsse geprägte öffentliche Haushalt bei. Das relative Bruttoinlandsprodukt von 81.550 Dollar/Einwohner liegt an vierthöchster Stelle der Welt. Der Straßenverkehr ist in Norwegen von Besonderheiten geprägt. Norwegens Landschaft ist durch seine Fjorde und Berge zerteilt. Das dünne und umwegreiche Verkehrsnetz wurde aufwändig und kostenintensiv durch Brücken, kilometerlange Tunnel und Pässe modernisiert und hat im Verhältnis zur geringen Bevölkerungsdichte (13 Einwohner/km<sup>2</sup>) einen ausgezeichneten Standard. Die staatlichen Investitionen in die Verkehrswege bilden einen Schwerpunkt der norwegischen Politik. Der Ausbau öffentlicher Ladeinfrastruktur passt folgerichtig zu diesem Aufgabenverständnis.

In den ländlichen Regionen sind lange Pendelwege üblich. Strenge Winter belasten den Straßenverkehr besonders in den nördlichen Regionen zusätzlich. Dort sind Stromanschlüsse an Parkplätzen und in Garagen zur Vorheizung von Verbrennungsmotoren und des Passagierbereichs verbreitet.

Das Stromnetz Norwegens wird fast ausschließlich durch erneuerbare Energien gespeist, im Jahr 2018 rund 95% stammt dabei aus Wasserkraftwerken und 2.6% aus der Windenergie. Diese konstant verfügbare und preisgünstige Energiequelle spiegelt sich auch in einer Überschussproduktion wieder. 10,1 GWh, d.h. 9,3% des produzierten Stroms wurden exportiert (Statistik Senstralbyrå 2018).

Dies wirkt sich in mehrfacher Hinsicht positiv auf die Elektromobilität aus:

- Die Elektromobilität ist bereits heute aus nahezu komplett nachhaltigen Quellen zu versorgen. Im Gegensatz zum deutschen Strom-Mix wirkt sich die CO<sub>2</sub>-Einsparung bei der Energiequelle vollständig aus.
- Der heute bestehende Überschuss von etwa 10 GWh (Statistik Senstralbyrå 2018) könnte theoretisch 4,51 Millionen Elektrofahrzeuge<sup>25</sup> versorgen, weit mehr als die 5,3 Mio. Einwohnern des Landes überhaupt nutzen könnten.
- In Norwegen heizt die Mehrzahl der Haushalte mit Strom. Die Hausanschlüsse und Verteilnetze sind daher meist ausreichend dimensioniert, um eine leistungsstarke private Lademöglichkeit sicherzustellen (Figenbaum 2017).
- Der norwegische Strompreis ist generell günstig, insbesondere in Relation zur hohen Kaufkraft der Haushalte. Er beträgt mit 108 Öre nur ca. 11 Cent pro kWh für den Haushaltsstrom inkl. Steuern (Statistik Senstralbyrå 2018).

<sup>25</sup> Annahmen: 15000 km Laufleistung pro Jahr, 15 kWh/100km = 2250 kWh/a und E-Auto

Norwegen setzt gezielte Anreizmaßnahmen ein, um emissionsfreie Fahrzeuge für den Endverbraucher attraktiver als konventionelle Modelle zu machen. Seit den 1990er Jahren wird von staatlichen und kommunalen Stellen ein schrittweiser Übergang zu einer hohen Verbreitung der Elektromobilität gefördert. Es kann vermutet werden, dass der hohe Verbreitungsgrad der Elektromobilität in Norwegen auch auf diesen Anreizen beruht. Zu nennen sind (Figenbaum u. Kolbenstvedt 2013):

- Die Zulassungssteuer wurde 1996 dauerhaft eingeführt. Sie fällt bei erstmaliger Zulassung eines Fahrzeugs in Norwegen an. Sie wird nach Fahrzeuggewicht, Hubraum, CO<sub>2</sub>- und Stickoxid-Emissionen berechnet. Entfallen die Emissionen, dann sinkt der Steuergesamtbetrag erheblich, aber nicht vollständig.
- Norwegen berechnet eine jährliche Fahrzeuglizenzgebühr. Halter von Elektro- und Wasserstoffautos zahlen den geringsten Beitrag von rund 50 % des Regelsatzes. Bei konventionellem Antrieb fallen sieben- bis neunfache Gebühren an.
- Als starker Anreiz für Privatpersonen wirkt die Befreiung von der Mehrwertsteuer von 25 % beim Kauf eines Fahrzeugs. Seit 2001 sind Elektrofahrzeuge nicht mehr von der Mehrwertsteuer betroffen.
- Für geschäftliche Fahrzeuge mit Elektroantrieb ist die Dienstwagensteuer, die den geldwerten Vorteil von 30% des Listenpreises pro Jahr ansetzt, halbiert.

Auf lokaler Ebene gibt es weitere Anreize:

- Elektrofahrzeuge können kostenlos auf den Parkplätzen der Gemeinden parken.
- Mautgebühren für Straßen, Tunnel und Fähren entfallen für die Elektrofahrzeuge in der Regel.
- In Oslo wurden reservierte Busspuren für Elektro-Pkw geöffnet. Die Maßnahme wurde in Folge der mittlerweile starken Inanspruchnahme teilweise bereits zurückgenommen.

Durch die Anreizmaßnahmen werden Wettbewerbsvorteile für die Elektrofahrzeuge angestrebt. Ein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis wird nicht - wie in Deutschland - auf die Lebensdauerkosten verteilt und damit verschoben, sondern bereits bei der Kaufentscheidung wahrgenommen.

Der deutlich niedrigere Strompreis und der etwas höhere Kraftstoffpreis im Vergleich zu Deutschland lassen die Kosten-Vergleichs-Rechnung auch für die langfristiger kalkulierenden Kunden sehr attraktiv erscheinen.

Weil in Norwegen keine politische Rücksicht auf eine eigene Automobilindustrie genommen werden muss, wurden die importierten Verbrennungsfahrzeuge stark verteuert, so dass Elektrofahrzeuge im Vergleich günstig sind. Das gilt sogar für importierte Gebrauchtwagen.

Diese Besteuerung ist breit akzeptiert, weil die durch diese Steuern abgeschöpfte Kaufkraft zunächst allgemein vorhanden ist. Insbesondere gilt die Akzeptanz auch deshalb, weil mit dem vorbildlichen Ausbau von staatlichen Straßen, inklusive der Ladeinfrastruktur, argumentiert werden kann. Bei Clausen (Clausen 2019, S. 19) wird der parteiübergreifende Konsens der Aktivitäten betont.

Der Ausgangspunkt ist nach Ekeland (Ekeland, 2015, S. 6) eine „... sehr heterogene Koalition von BEV-Befürwortern, die sowohl Umweltaktivisten wie auch Industrielle und Akteure der öffentlichen Forschungsförderung umfasste“. Die Argumentation dieser Gruppe hätte genauso industriepolitische wie umweltpolitische Argumentationen aufgegriffen. Dieser Koalition sei es gelungen, wesentliche Schritte zugunsten der Elektromobilität durchzusetzen.

Die starken und diskriminierenden Anreize hätten Gegenkommunikation im Interesse des unmittelbaren Tagesgeschäftes vermuten lassen, offenbar hat die Autobranche wenig in dieser Richtung unternommen. Die klassische industriepolitische Argumentation mit Produktionsstandorten und Arbeitsplätzen bei Veränderungen der Industriestruktur betrifft Norwegen nicht, weil nahezu alle Fahrzeuge importiert werden.

Die Mineralölindustrie im Förder- und Exportland von Nordseeöl ist auf Konsens mit staatlichen Stellen in Norwegen angewiesen. Zudem ist die Regierung direkt an der Ölindustrie durch ihren Staatsfond beteiligt. Insofern hält sich dieser potentielle Antagonist in der Kommunikation weitgehend zurück.

Eine weitere interessante Besonderheit ist in Norwegen der aktive Verband der Elektroauto-Fahrer, dem Norsk Elbilforening<sup>26</sup>. Bemerkenswert ist die auf Elektrofahrzeuge konzentrierte Mitgliedergruppe dieses besonderen Automobilclubs, welcher dadurch gezielt die Interessen und Bedürfnisse vertritt. Dieser Verband braucht keine Rücksicht auf die Interessen von Fahrern mit Verbrennungsfahrzeugen zu nehmen. Denn dann müsste er beispielsweise gegen deren starke steuerliche Benachteiligung auftreten. Als landesweite Organisation übernimmt das Norsk Elbilforening einen wichtigen Teil der Lobby-Arbeit gegenüber der Politik. In Deutschland ist diese Position von den Automobilherstellern und ihrem Verband VDA stark besetzt.

Der Elbilforening ist in den Medien aktiv vertreten. Er tritt herstellerunabhängig auf und vergleicht nahezu alle Fahrzeuge, auch mit kritischen Meinungen und Bewertungen. Außerdem stellt er die verfügbaren Anreize entkoppelt von parteipolitischen Akteuren dar.

---

<sup>26</sup><https://elbil.no/>

Durch Mietwagenrabatte<sup>27</sup> unterstützt der Verband die Mitglieder für den Ausnahmefall, indem die Reichweite des E-Fahrzeugs nicht ausreicht. Der Elbilforening übernimmt zudem auch übliche Aufgabenfelder eines Automobilclubs, wie Stellungnahmen zur Verkehrspolitik oder technische qualifizierte Tipps aus Kundensicht und unterstützt durch neutrale Bewertung bei der Kaufentscheidung. Auch praktische Unterstützung im lokalen Bereich wird organisiert, dazu gehören E-Parkplätze und Ladeinfrastruktur. Diese kunden- oder verbraucherseitige Organisation trägt zum Vertrauen in die Innovation bei. Dies baut Skepsis besonders glaubwürdig ab, beispielsweise in Bezug auf praktikable Reichweiten. (Clausen ebenda).

Die Situation kann mit den Worten der Ministerpräsidentin Erna Solberg wie folgt zusammengefasst werden: „Norwegen hat eine starke und wirksame Politik für Elektrofahrzeuge [...]. Im vergangenen Jahr [gemeint ist 2018, der Verfasser] waren 31% (46 092)<sup>28</sup> aller verkauften Pkw emissionsfreie Fahrzeuge. Tatsächlich gab es mehrere Monate, in denen mehr emissionsfreie Fahrzeuge verkauft wurden als der kombinierte Verkauf von Benzin- und Dieselfahrzeugen. Wir sind auf dem besten Weg, unser Ziel zu erreichen, dass alle Neuwagenverkäufe bis 2025 emissionsfreie Fahrzeuge sind.“ (Solberg 2019)

---

<sup>27</sup>Das ist auch bei gewöhnlichen Automobilclubs wie dem ADAC beispielsweise für Auslandsreisen der Fall.

<sup>28</sup>Zum Vergleich: In Deutschland mit fast 16facher Bevölkerungszahl waren es im gleichen Zeitraum sogar weniger Zulassungen nur 36062 Elektrofahrzeuge (ohne Hybride). (Krafftahrt-Bundesamt 2018a)

#### Bewertung der Kommunikationsmaßnahmen zur E-Mobilität in Norwegen

1. Eine breite und heterogene Koalition in der Gesellschaft befürwortet die Elektromobilität. Es besteht parteipolitischer Konsens. Die Bevölkerung akzeptiert eine staatliche Lenkung und kostenintensive Maßnahmen, unter anderem aufgrund sichtbarer Investitionen und hohen Haushaltsüberschüssen.
2. Ein eigenständiger Verband vertritt die Interessen der Elektromobilfahrer.
3. Gut wahrgenommenes, starkes Anreizsystem ist aufgebaut worden:
  - Sehr hohe finanzielle Anreize beim Kauf, mit wettbewerbsfähigen Anschaffungskosten im Vergleich zum Verbrennungsantrieb.
  - Deutliche Anreizwirkung bei den Betriebskosten durch den deutlichen Abstand von Strom- zu Treibstoffpreisen.
  - Nachgelagerte Anreize, mit weiteren Reduzierungen der Betriebskosten (Maut, Parkgebühren). Sie haben eine tägliche Erinnerungswirkung für 'Noch-Nicht-Käufer'. Sie wirken bestätigend für den 'Bereits-Käufer' und erzeugen Kaufzufriedenheit.
4. Der norwegische Staat verzichtet überwiegend auf direkte Subventionen, sondern belegt die konventionellen Antriebe mit hohen Steuern und Abgaben. Damit wird eine unübersehbare Lenkungswirkung im Kaufentscheidungsprozess der Konsumenten erreicht, welche erstaunlich weitgehend akzeptiert wird.
5. Die Mineralölbranche tritt eher zurückhaltend auf. Sie kann durch verschiedene Verflechtungen und Abhängigkeiten eher nicht in den Konflikt mit der Regierungspolitik treten. Ihr Interesse an Förderkonzessionen und ungestörtem Export hat sicherlich den Vorrang vor dem kleinen norwegischen Kraftstoffmarkt.
6. Als Importbranche haben die Autohersteller wenig politischen Einfluss. Das gilt auch für die Gewerkschaften.
7. Ein Teil der Automobilbranche sieht offenbar die Chance, den weniger preissensitiven norwegischen Markt als Vorreiter für Elektromobilität zu nutzen und sich zu positionieren.
8. Der norwegische Autokäufer ist durch die Vielfalt der Importangebote weniger markenorientiert und hat keine nationalen Präferenzen.

Fazit: Die Kommunikation für die Elektromobilität ist in Norwegen besonders erfolgreich. Es gibt einen breiten gesellschaftlichen Konsens. Die politischen Maßnahmen sind deutlich wahrnehmbar. Konventionelle Automobile werden finanziell deutlich schlechter gestellt. Die Anreizwirkung betrifft die Kaufentscheidung als auch die Nutzung. Die Antagonisten treten faktisch nicht auf.



## 5.5 China - Riese mit strenger Lenkung

Bei einer Analyse zu Elektromobilität kann man China nicht umgehen. Die Volksrepublik China ist bereits durch den Umfang des Marktes entscheidend. Dort wird die Umstellung des Straßenverkehrs auf elektrisch betriebene Fahrzeuge auf beeindruckende Weise forciert. Während die Neuzulassungen rein batteriebetriebenen Elektrofahrzeuge und Plug-in-Hybriden im Jahr 2014 noch einen verschwindend geringen Prozentsatz von 0,32 Prozent des gesamten Marktanteils entsprachen, stieg der Marktanteil der E-Fahrzeuge an den Gesamtzulassungen 2018 bereits auf 4,5 Prozent (Proff und Fojcik 2016, S. 11). Im Jahr 2018 wurden in China rund 1,25 Millionen Elektroautomobile abgesetzt, davon etwa eine Million PKW (Schüler-Zhou 2019).

Dies ist letztlich auf eine starke und inhaltlich besonders breite Förderung der Zentralregierung zurückzuführen, welche neben der Forschungsförderung und Steuervergünstigungen vor allem Subventionen für Käufer und Hersteller beinhaltet. Diese Fördermaßnahmen richten sich aber nicht nur an Elektroautos.

Durch konsequente staatliche Eingriffe und Förderung haben chinesische Hersteller erreicht, die Wertschöpfungskette für die Elektromobilität im eigenen Land zu beherrschen. Dabei gab es wichtige Ausgangspunkte:

- der Aufbau einer eigenen Automobilindustrie mit staatlich kontrollierten Joint-Venture-Unternehmen mit westlichen Automobilherstellern wie SAIC Volkswagen, FAW- Volkswagen, SAIC-GM, BAIC Daimler und Dongfeng-Renault. Dabei war es ein zentrales Ziel, Know-How aufzubauen.
- der nachfolgende Aufbau eigener starker Automobilhersteller wie BYD, Geely, Great Wall Motors und JAC Motors. Diese Unternehmen sind Staatseigentum oder staatlich dominiert, Joint-Ventures spielen nicht mehr die zentrale Rolle.
- im Zusammenhang mit einer aggressiven Expansion der Konsumgüterelektronik unter Nutzung des Lohnkostenvorteils entstand in den letzten fünfzehn Jahren eine starke Batterieindustrie in Süd-China<sup>29</sup>. Diese Batterieindustrie ist von dem extremen Wachstum der Nachfrage nach mobilen Endgeräten getrieben worden. Zeitgleich stand die Lithium-Ionen-Technologie zur Verfügung, sodass diese Faktoren im Zusammenspiel strategisch ausgenutzt wurden. China dominiert neben Anbietern aus Japan und Südkorea die weltweite Batteriezellenproduktion (Schüler-Zhou 2019).

Große Autohersteller wie BYD sind selbst Batteriehersteller geworden. Dadurch sicherten sie Qualität und Verfügbarkeitsfragen ab.

<sup>29</sup>Zu nennen ist das führende Unternehmen Foxconn, das beispielsweise die Mobiltelefone der Marken Apple, Google und Blackberry sowie Computer der Marken Acer, Dell und Lenovo in China bzw. Taiwan fertigt.

Die chinesische Industrie kann eine geschlossene Wertschöpfungskette vorweisen. Sowohl die Batteriefertigung mit ihren Rohstoffen als auch die Automobilproduktion mit vielen Zulieferstufen sind weitgehend unabhängig (ebenda).

Die chinesische Regierung hat einen Pflichtanteil für Elektroautos über ein Punktesystem für lokale und ausländische Hersteller vorgeschrieben (Koch 2018). Deutsche Marken werden mit Erwerb von Quoten von anderen Elektro-Auto-Herstellern gezwungen oder zum Angebot von Elektrofahrzeugen (ebenda), selbst wenn diese nicht in das hochpreisige Markenportfolio passen.

Obwohl die gewachsenen chinesischen Städte meist über neue Straßeninfrastruktur verfügen, ist es chinesische Regierungspolitik, die Anzahl der privaten PKW zu begrenzen. Das wird über die Anzahl und hohe Gebühren für verfügbare Nummernschilder gesteuert. In Shenzhen kostet beispielsweise das PKW-Nummernschild bei der Zulassung bis zu 46000 RMB, entsprechend etwa 7000 US-Dollar (Lauer 2017,S.104). Bei diesen Gebühren gibt es für Elektroautos einen massiven Rabatt als Kaufanreiz. Wegen der hohen Luftverschmutzung in den meisten chinesischen Großstädten wird die Vergabe neuer Nummernschilder reglementiert.

Als weitere Besonderheiten sind in China ausschlaggebend:

- In China wird vorrangig auf den öffentlichen Nahverkehr gesetzt. Durch zentrale staatliche Beschlüsse sollen sämtliche Stadtbusse durch Elektrobusse abgelöst werden. 2018 fuhren 425000 Elektrobusse weltweit, davon 421000 Einheiten in China. Diese Zahl kann dort bis 600000 Einheiten anwachsen (Eckhouse 2019).<sup>30</sup>
- Die leichte Elektromobilität tritt in China in Form von elektrischen Motorrollern und Leichtkrafträdern unterschiedlicher Bauart auf. Die in Europa üblichen Bauformen der E-Bikes und Pedelecs sind weniger vertreten. Die leichte Elektromobilität ist der privatwirtschaftlichen Marktentwicklung überlassen worden. Sie wurden weniger gefördert. Damit wurde das sehr verbreitete Fahrrad als Massenverkehrsmittel ergänzt und bereits weitgehend abgelöst. Der staatliche Eingriff beschränkte sich auf das Verbot von benzinbetriebenen Motorrollern, Mopeds, Transporttrikes und kleinen Motorrädern (Proff und Fojcik 2016,S. 180ff), (Lauer 2017,S.98). Die leisen Elektroantriebe in China bilden einen deutlichen Gegensatz zu anderen asiatischen Ländern. Das dichte Straßenbild in Indien, in Vietnam, den Philippinen, in Thailand beherrschen vielseitige benzinbetriebene Leichtfahrzeuge das dichte Straßenbild unter den lautmalernen Namen Tuk-Tuk. Die einfachen Benzinmotoren der Mopeds und Tuk-Tuks tragen in anderen Ländern Asiens erheblich zur lokalen Luftverschmutzung bei.

<sup>30</sup>Zum Vergleich 2018 gab es 2250 Elektrobusse in Europa und nur 300 Einheiten in den USA

- In vielen chinesischen Städten erreicht die Luftverschmutzung ein unmittelbar gesundheitsschädigendes Ausmaß (Lauer 2017, S.38). Ursachen sind die Verfeuerung schwefelhaltiger heimischer Kohle mit hohen Emissionen in Kombination mit ungünstigen klimatischen Verhältnissen. In konkreten Smog-Situationen greift man gelegentlich bereits auf drastische Maßnahmen wie Produktionsstilllegungen und Fahrverbote zurück.
- Als weitere Besonderheit ist die nahezu vollständige Abhängigkeit des Landes von Erdölimporten zu nennen. Die chinesische Regierung strebt eine höhere Unabhängigkeit von den Förderländern an (Lauer 2017, S.22ff).

#### Bewertung der Kommunikationsmaßnahmen zur E-Mobilität in China

1. Die Einparteien-Regierung und die Wirtschaft treten als klare Protagonisten auf. Auch die Wirtschaft im Privateigentum hat sich der Partei-Meinung zu beugen.
2. Die hierarchische Struktur des politischen Systems findet sich in der Stadt- und Verkehrsplanung wieder, in restriktiven Eingriffen der Regional- und Zentralregierung mit klaren Verbotsergelungen.
3. Als Anreize für den Kauf von Elektroautos wirken die wegfallenden Gebühren und Zahlbegrenzungen für die Zulassung für private PKW.
4. Das Ziel der Reduzierung der lokalen Luftverschmutzung führt zu breiter Unterstützung.
5. Die leichte Elektromobilität wird sehr erfolgreich der privaten Wirtschaft überlassen.
6. Zivilgesellschaftliche Akteure sind wie in anderen gesellschaftlichen Bereichen auch bei der Elektromobilität untergeordnet und treten in der Kommunikation weniger auf. Damit sind kritische Stimmen nicht präsent.
7. Die Unabhängigkeit von Erdölressourcen stellt eine höhergestellte strategische Entscheidung dar.
8. Die erneuerbaren Energiequellen stehen nicht im Fokus, eine Ausnahme bildet die Wasserkraft.
9. Der Ausbau des ÖPNV erfolgt planmäßig. Der Wechsel zu E-Bussen wird vorrangig durchgesetzt. Die Komplett-Umstellung wird entschlossen kommuniziert und durchgeführt.

Fazit: Die Elektromobilität wird in China entschlossen und erfolgreich durchgesetzt. Der Umfang der Umsetzung ist weltweit führend, dies kann als Beispiel für die Machbarkeit dienen. Es wird nicht vor Verboten und stark restriktiven Eingriffen zurückgeschreckt. Dennoch erscheinen die Maßnahmen gut begründet und akzeptiert. Nicht alle Instrumente sind auf eine Gesellschaft mit politischem Pluralismus und freie Wirtschaft übertragbar. Dennoch können Erfahrungen genutzt werden.

## 5.6 Kopenhagen - Fokus auf Radfahren

Die dänische Hauptstadt Kopenhagen trägt seit einigen Jahren eine Vorreiterrolle in der Integration des Fahrrades und E-Bikes als Hauptverkehrsmittel in die Verkehrsinfrastruktur. Im starken Kontrast zu anderen Großstädten Europas, verfolgt Kopenhagen bereits seit den 1970er Jahren ein verkehrspolitisches Umdenken zugunsten des Fahrrades (Clausen et al. 2019). Seitdem orientiert Kopenhagen politische und infrastrukturelle Entscheidungen an den Bedürfnissen und dem Konsumverhalten von Fahrradfahrern.

Die im Dezember 2011 beschlossene Verkehrsinfrastrukturstrategie setzt das Fahrrad als zentrales Fortbewegungsmittel in den Fokus (City of Copenhagen 2011, S. 26). Die Vision für die Fahrradstadt Kopenhagen des Jahres 2025 beinhaltet mehr Straßen, die für die Bedürfnisse von Fußgängern und Radfahrern ausgerichtet sind. Dabei verfolgt die Fahrradstrategie Kopenhagens folgende Ansätze:

- **Komfort beim Radfahren:** die Fahrradstrategie argumentiert, dass komfortables Radfahren und eine Anpassung der bestehenden Infrastruktur und begleitende Angebote ein zentraler Aspekt für die Attraktivität von Fahrrädern als Hauptverkehrsmittel oder als Bestandteil eines intermodularen Splits sei. Maßnahmen reichen hier von radfreundlicher Gestaltung der Straßenbeläge, Intensivierung der Räumarbeiten im Winter, Anschluss- und Abstell- und Umkleide-Möglichkeiten bis hin zu Kooperationen mit Arbeitgebern oder Bildungsstätten.
- **Ein Gefühl von Sicherheit:** die Strategie sieht als eine wichtige Voraussetzung für die Wahl des Fahrrades als Verkehrsmittel ein wahrnehmbares Gefühl der Sicherheit. Eines der Ziele bis 2025 besteht deshalb darin, dass 90 Prozent der Radfahrer das Gefühl haben, im Verkehr sicher unterwegs zu sein. Dieses Gefühl der Sicherheit soll hauptsächlich durch infrastrukturelle Maßnahmen erzeugt werden. Die Radwege Kopenhagens sind durch hohe Bordsteine vom Rest des Verkehrs abgegrenzt. Daneben findet auch eine Anpassung der bereits bestehenden Straßenführung statt; viele Haltestreifen sind für PKW an Kreuzungen und Überführungen weit nach hinten versetzt, es findet eine Verbreiterung bestehender Radstreifen statt und zusätzliche Radstreifenmarkierungen auf stark frequentierten Streckenabschnitten werden angebracht. Eine Besonderheit stellen sogenannte grüne Radrouten dar, auf bestimmten Strecken werden Lichtanlagen auf die Durchschnittsgeschwindigkeit der Radfahrer angepasst. Flankiert werden diese Maßnahmen durch umfassende Rücksichts- und Verhaltens-Kampagnen sowie Verkehrsunterricht in Schulen.
- **Verkürzung von Fahrzeiten:** Um das Fahrrad attraktiver als den motorisierten Personenverkehr zu machen, muss laut der Kopenhagener Fahrradstrategie vor allem

eine Zeitersparnis im alltäglichen Pendelverkehr durch Nutzung des Fahrrades ermöglicht werden.

- **Bicycle Superhighways:** Als Fahrradstraßen aus den Vororten in die Stadt ermöglichen sie es, den Pendlern kreuzungsfrei und schnell zur Arbeit zu kommen. Diese Velorouten beinhalten teilweise auch lange Brückensysteme, um Abkürzungen für Radfahrer zu erlauben.
- **Kombination von ÖPNV und Fahrrädern:** Der Kopenhagener Verkehrsverbund erlaubt es, Fahrräder kostenfrei oder mit geringem Aufpreis im öffentlichen Nahverkehr zu transportieren. Ergänzt wird dieses Angebot mit Abstellmöglichkeiten für Räder an Haltestellen, Bahnstationen und Verkehrsknotenpunkten. Dies ermöglicht es besonders Pendlern, eine Kombination beider Fortbewegungsmittel nutzen zu können (City of Copenhagen 2019).
- **Infrastruktur für E-Bikes:** Für E-Bikes wurde eine spezifische Infrastruktur wie La-deanschlüsse hergestellt. Diese sollen E-Bikes als Lösung für etwas längere Wege attraktiv machen.

Neben genannten Maßnahmen verfolgt Kopenhagen auch den Ansatz des Bike-Sharing. Das Nutzen von Leihrädern soll in Kopenhagen hauptsächlich Pendlern als Last-Mile-Lösung dienen. Mit knapp 1.900 Leihrädern sollen flexible Individuallösungen für den Pendelverkehr mittels ÖPNV geboten werden.

Die Maßnahmen zeigen Erfolg. Der Anteil der mit Fahrrädern zur Arbeit oder Bildungseinrichtungen zurückgelegten Wege ist von 41% im Jahr 2016 auf 49% im Jahr 2018 gestiegen (ebenda).

Dies steht im Einklang mit dem allgemeinen Ziel der Stadt Kopenhagen, das Radfahren, Gehen oder den ÖPNV zu dem präferierten Fortbewegungsmittel zu machen. Diese drei Fortbewegungs-Modi waren 2018 für 68% aller Wege in Kopenhagen genutzt worden. Dabei stellt das gut ausgebaute Netz von Fahrradwegen den größten Anreiz dar.

In der Gestaltung der Fahrradverkehrsinfrastruktur tritt die Stadt Kopenhagen hauptsächlich selbst als Akteur in der Entwicklung zur Fahrradstadt auf. Dabei können als Bestandteile des Förderprogramms drei Themenschwerpunkte festgehalten werden (Clausen et al. 2019).

- **Steuerung durch ökonomische und ordnungspolitische Instrumente:** Das Auto ist in Kopenhagen durch diverse Instrumente und Regelungen eine für den Alltagsverkehr dem Fahrrad unterlegene Mobilitätslösung. So werden ursprünglich durch PKW genutzte Fahrstrecken und Stellflächen für die Nutzung durch Fahrräder (Fahrradstraßen oder Radwege) angepasst. Auch die Steuerung des Straßenverkehrs

priorisiert stets das Fahrrad. Zusätzlich greifen finanzielle Hebel zu Lasten des Automobils. Wie in Skandinavien üblich, wird auch in Dänemark eine Zulassungssteuer erhoben, welche 85% bis hin zu 150% des Wagenwertes beträgt (Danish Tax Administration 2020).

- **Anpassung der Straßeninfrastruktur an die Bedürfnisse von Fahrrädern:** Kopenhagen fokussiert bei der Planung und Umsetzung von Infrastrukturprojekten hauptsächlich die Bedürfnisse von Radfahrern. So realisierte die verabschiedete Fahrradstrategie für 2018 bereits 179.000 öffentliche Fahrradparkplätze und 382 Kilometer qualitativ hochwertiger Fahrradwege (City of Copenhagen 2019). Neben den Radwegen selbst verbessert Kopenhagen kontinuierlich die Ausstattung der Radwege. So werden z.B. Fahrradparkplätze und Reparaturstationen gebaut, Fahrradpumpen, spezielle Mülleimer für Radwege und Fußablagen an Ampeln installiert (City of Copenhagen 2013).
- **Aufklärung und Informationskampagnen:** Die Fahrradstrategie sieht verschiedene Werbe- und Aufklärungskampagnen mit Schwerpunkt Fahrrad vor. Es sollen vor allem unterstreichende Statistiken sowie gute Erfahrungen mit Hilfe der Bicycle Accounts veröffentlicht werden. Diese Kampagnen werden durch kommunikative Bemühungen verschiedener Interessenvertretungen wie der Danish Cycle Embassy und der Danish Cyclists Federation unterstützt.

#### Bewertung der Kommunikationsmaßnahmen zur E-Mobilität in Kopenhagen

1. Die Stadt Kopenhagen setzt klare Prioritäten. Neben den öffentlichen Verkehrsmitteln wird das Fahrrad priorisiert.
2. Verkehrsflächen werden sichtbar vom PKW zum Fahrrad umgewidmet. Neben Radwegen werden die Bedürfnisse von Radfahrern bei Stellflächen, Verkehrsampeln u.a. berücksichtigt. Aufwändige Brückenkonstruktionen gestalten die Radwege kreuzungsfrei.
3. In der Umsetzung findet eine starke Bürger-Einbindung und eine kritische Diskussion statt. Eine regelmäßige Berichterstattung erfolgt.
4. Es gibt einen parteiübergreifenden Konsens in der Politik. Die Politiker selbst sind Vorbilder.
5. E-Bikes werden als Erweiterung der Reichweite des konventionellen Fahrrades beworben.
6. Die Autobranche ist in Dänemark schwach vertreten. Import-PKW haben eine hohe Zulassungssteuer. Seit 2016 werden auch Elektro-PKW mit nur geringen Vorteilen versteuert.

Fazit: Die Stadt Kopenhagen setzt klare Zeichen für Fahrräder als Lösungsweg in der Verkehrswende. Durch den Ausbau der bedarfsgerechten Infrastruktur schafft die Stadt einen echten Mehrwert für das Fahrrad. Durch ordnungspolitische, infrastrukturelle sowie ökonomische Vorteile ist das Fahrrad dem Auto klar überlegen. Das E-Bike wird als logische Erweiterung des Konzepts betrachtet. Flankiert wird dies von guter Öffentlichkeitsarbeit.

## 5.7 Faktoren für Erfolg und Misserfolg

Trotz der Vielfalt und Gegensätzlichkeit der sechs Beispiele sollen Faktoren genannt werden, welche mit dem Erfolg oder Misserfolg in der Kommunikation zusammentrafen.

Bei den erfolgreichen Kommunikationsmaßnahmen waren folgende Merkmale zu finden:

- klare strategische Absichten, konkretes Vorgehen initiiert, erkennbare Führung
- vermittelbarer Anlass, plakative Maßnahmen
- entschlossene Umsetzung mit Einsatz von erheblichen Ressourcen und starken Durchsetzungsinstrumenten
- vollständige und undifferenzierte Verbote
- Benennung der Antagonisten, klare verständliche 'Schuldfrage'
- Aktivierung von Protagonisten
- Akzeptanz durch singuläre Fokussierung auf unmittelbare Probleme
- gesellschaftlicher Konsens, parteiübergreifend oder als Ein-Parteien-Vorgabe
- deutliche Benachteiligung der Alt-Technik

Bei nicht erfolgreicher Kommunikation waren folgende Erscheinungen zu finden: :

- unrichtige Einschätzung von Kundenpräferenzen und Vorkonditionierung
- Bürger- und Kundenferne Position der Akteure
- Vertrauen auf abstrakte Einsicht oder Unterschätzung des Kunden
- Überlassung von Kommunikationskanälen an Antagonisten
- kompromissbereite Umsetzung, komplizierte Gestaltung, Politik der kleinen Schritte
- schwache Anreize, keine direkten Verbote, schwache Kontrollen
- Herein-Manövrieren in argumentative Sackgassen bis hin zum aktiven Betrug
- taktierendes Vorgehen und Verschleierungs-Taktik bei eigenen Fehlern
- Relativierungen und Zweifeln wurde Raum ohne Antwort in der öffentlichen Diskussion gegeben

## 6 Kommunikationsansätze

*Es muss hip sein, ein E-Auto zu fahren.*

*Dr. Angela Merkel, Bundeskanzlerin<sup>31</sup>*

### 6.1 Hybride Motivationslage erfordert mehrdimensionale Strategie

Die Mobilität hat eine gewaltige Innovationsdynamik hervorgebracht und die Entwicklungen zweier Jahrhunderte maßgeblich geprägt. Nach wie vor mag das Auto wohl als eine der bedeutsamsten Maschinen in die Geschichte eingehen.

Die Mobilität verbindet auf besondere Art und Weise den technischen Fortschritt, menschliches Handeln und das Streben nach Effizienz. Dabei stellt Mobilität, somit auch die Elektromobilität, häufig eine Individuallösung dar. Aus unterschiedlichsten Gründen werden technische Entwicklungen in der Mobilität von Konsumenten begrüßt, relativiert oder abgelehnt.

Auch für die Elektromobilität steht für das Marketing das Schreckensbild des hybriden Kunden im Raum. Gleichzeitig erfolgt oftmals eine positive sowie negative ideologische und emotionale Aufladung dieser Innovationen.

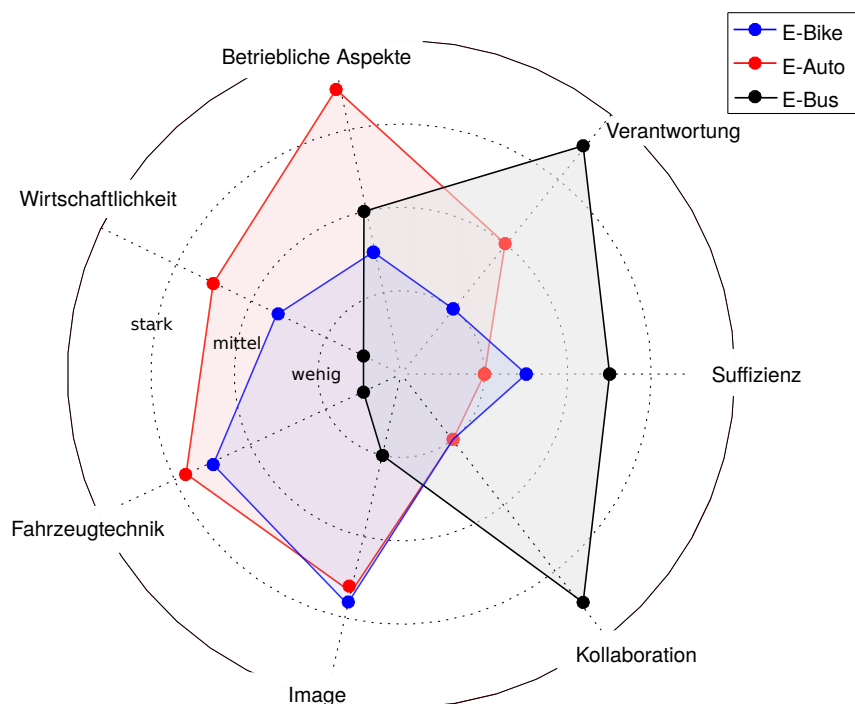
Die breite Motivationslage des Marktes zwingt die kommunikativen Ansätze für die Elektromobilität dazu, mehrere Dimensionen gleichzeitig anzusprechen. Der folgende Abschnitt soll kurze Stoßrichtungen dieser mehrdimensionalen Kommunikation aufzeigen:

- Suffizienz ansprechen (weniger ist mehr, Verzicht als Tugend, Besitzen und Konsumieren keine Zielsetzung)
- idealistische, verantwortungsbewusste Motivation (Klimaschutz, lokale Sauberkeit ohne Abgase, gesunde Lebensweise)
- Aspekte des Fahrzeugbetriebs betonen (Sicherheit, Zeitsparen, Parkplatzmangel)
- Wirtschaftlichkeit herausstellen (Lebensdauer, Anschaffungskosten, Nutzungs- und Betriebskosten)
- Fahrzeugtechnik bewerben (leistungsstarker, robuster E-Antrieb, Witterungsschutz, Platz für Gepäck)
- Imagebildung beachten (Leitbilder, Sportlichkeit, Hochwertigkeit, Fahrzeugmarke)
- kollaborative Aspekte hervorheben (wie gemeinschaftliche Nutzungen, vermeiden des Verkehrskollaps)

Als Diagramm verdichtet, ist in Abbildung 11 eine Bewertung der Prioritäten in der Kommunikation zu entnehmen. Anhand der Darstellung wird ersichtlich, dass gewisse Synergie aber auch eine Differenzierung erforderlich ist.

<sup>31</sup> Rede auf der Nationalen Konferenz für Elektromobilität, Juni 2015





**Abbildung 11:** Übersicht zu Kommunikations-Schwerpunkten in verschiedenen Dimensionen

## 6.2 Synergie oder Konkurrenz in der Kommunikation

Die Argumentation mit Prognosen und Zahlen hat mehrere Dimensionen: Energieeffizienz, Kosteneffizienz, Effizienz in der Verkehrsvermeidung, Klimawirkungen und mehr. Dabei treffen verschiedene Aussagen zusammen, sie verstärken sich oder stehen gegeneinander, selten sind sie unabhängig voneinander. Selbst wenn sie zueinander passen, kann jede Dimension individuell verschieden gewichtet werden, siehe Abbildung 12.

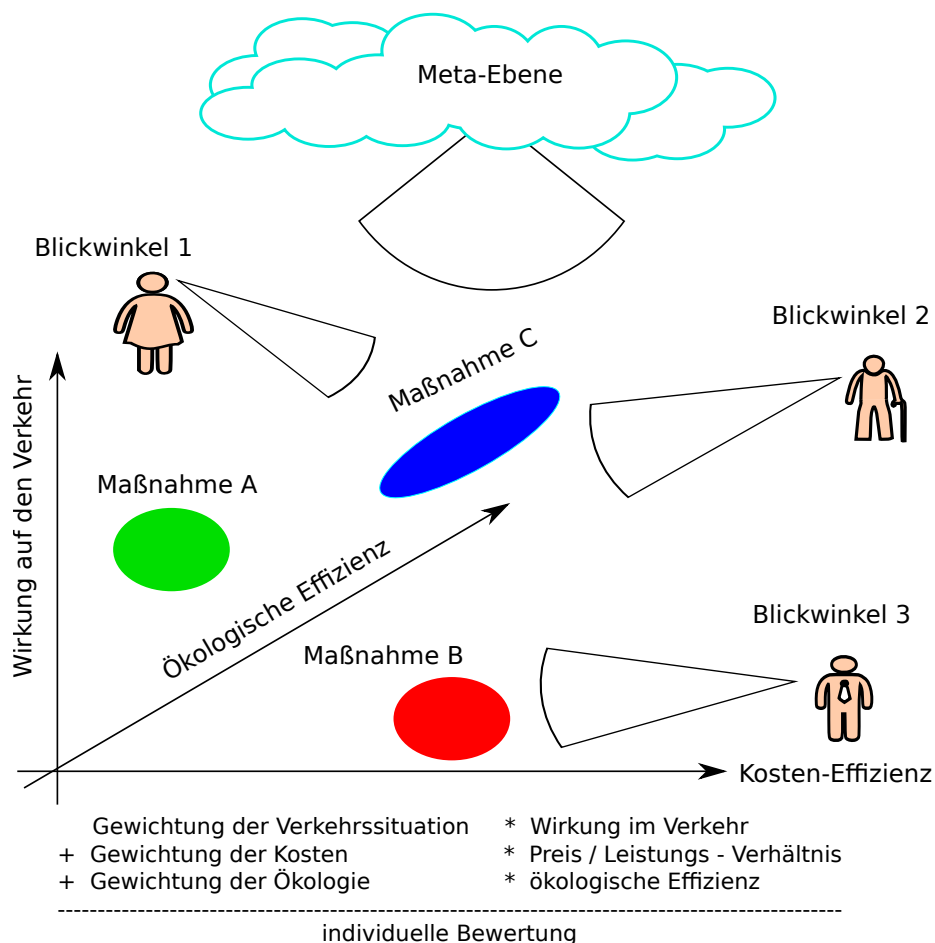
Um dennoch die Kunden zu erreichen, gibt es nur zwei Auswege:

- die stärkere Segmentierung der Zielgruppe
- die Ansprache auf einer Meta-Ebene

Dieser Abschnitt setzt sich mit der These auseinander, ob eine gemeinsame, auf einer Meta-Ebene geführte Kommunikation für alle Formen der Elektromobilität sinnvoll anwendbar ist. Wenn das nicht zutrifft, wäre eine frühe und weitgehende Differenzierung von Vorteil.

Die Elektromobilität als Bündel von innovativen Technologien spricht den Kunden auf einer Meta-Ebene an. Neuartige Mobilitätskonzepte unterschiedlicher Ausführung werden oftmals unter dem Sammelbegriff der Elektromobilität zusammengefasst. Die Assoziation zu diesem Sammelbegriff geht über die drei betrachteten Formen hinaus, auch leichte Elektro-Tretroller oder E-Mopeds gehören dazu, ebenso wie Nutzfahrzeuge mit Batteriebetrieb.

Es stellt sich die Frage, ob Anbieter und Hersteller einen vorgelagerten, gemeinsamen Standpunkt auf der Meta-Ebene des Sammelbegriffes mit Erfolg kommunizieren können.



**Abbildung 12:** Die Bewertung von Maßnahmen und Produkten hat mehrere Dimensionen. Jeder individuelle Blickwinkel ist mit eigenen Faktoren gewichtet. Die Ansprache auf der Meta-Ebene erreicht viele, bleibt aber abstrakt und ohne starke Botschaften.

Andererseits muss abgewogen werden, in welchem Maße eine Abgrenzung und Differenzierung der einzelnen Formen der Elektromobilität vorteilhaft ist.

Die Vorteile einer gemeinsamen Position, die von der Metaebene ausgeht, liegen:

- bei der Bündelung von Ressourcen (Medienarbeit, Werbung, Marketing-Budget) für die kommunikative Wirkung
- bei frühzeitiger Beteiligung wäre ein Pioniercharakter auf die eigene Marke übertragbar
- bei unabhängiger Einbeziehung von Meinungsführern und Politik, Öffentlichkeitsarbeit ohne direkte Urheberangabe
- beim Ansprechen von Merkmalen über ein bestimmtes, geformtes Markenbild hinaus

- bei der Unterstützung durch Einforderung eines Produktmerkmals (Pull) durch die Öffentlichkeit
- bei dem Aufbau einer wahrgenommenen Dringlichkeit, die anschließend mit dem Angebot konkret beantwortet werden kann.

Die Nachteile der Argumentation mit einer Meta-Ebene liegen in:

- dem geringen Einfluss eines Anbieters auf die Begriffsdeutung
- der Gefahr der Gleichstellung und Bedeutungslosigkeit eigener Produktmerkmale
- der Gefahr eines negativen Dachmarken-Effektes bei Einzelproblemen
- der begrifflichen Inflation bis hin zum leeren Buzzword

Weiterhin ist die Umsetzung einer koordinierten Langzeitaktivität auf der Meta-Ebene schwierig, da zu viele Interessenslagen vereint werden müssten. Ein ausschließlich durch Anbieter geführter Verbund wäre für den Kunden zu wenig objektiv. Denkbar wäre ein Dachverband als Zusammenschluss verschiedener einzelner Interessenverbände wegen seiner Medienstärke. Dort könnten fiktiv ein Verband der Radfahrer, ein Club der Elektroautofahrer und vielleicht eine Vertretung der Nutzer von öffentlichen Verkehrsmitteln zusammen medial auftreten. In Deutschland könnte eine Spezialisierung auf Elektromobilität den Vorteil haben, an die Stelle verschiedener Institutionen zu treten, welche in der Vergangenheit Vertrauen verloren haben. Ein Vorbild wäre der norwegische E-Automobilclub Norsk elbilforening, siehe Abschnitt 5.4 <sup>32</sup>.

Die Ansprache der Meta-Ebene in der Politik ist aber nur bis zu einer bestimmten, meist regulatorischen oder gesetzlichen Ebene sinnvoll. So könnten politische Grundsatzentscheidungen zu Gunsten der Elektromobilität beeinflusst werden, beispielsweise durch politische Programme. Auf dieser Ebene wirken Kommunikationsmaßnahmen dann jedoch aufgrund der großen Anzahl heterogener Gruppen nur vorgelagert oder in inhaltlichen Schnittmengen.

Auf den weitgehend gesättigten Märkten der Automobile und Fahrräder muss das eigene Wachstum und die damit einhergehende Umsatz- und Gewinnsteigerung zwangsläufig auf dem Verlust von Marktanteilen der Konkurrenz beruhen. Dass heißt auch, es muss sowohl das konventionelle Fahrzeug, ggf. auch der eigenen Marke bzw. des gleichen Konzerns als Wettbewerber angegriffen werden, als auch das Elektrofahrzeug eines anderen Anbieters.

---

<sup>32</sup>Der ADAC ist weniger geeignet, weil er derzeit sowohl konventionelle als auch E-Autofahrer vertreten und ansprechen muss. Außerdem wird die Herstellerunabhängigkeit, aufgrund von Manipulation von Testergebnissen in der Vergangenheit, noch von vielen bezweifelt.

Dieses Kämpfen an zwei Wettbewerbsfronten erscheint nur durch eine produkt- sowie markenspezifische Kundenansprache möglich. Sie muss die Differenzierung des einzelnen Produktes betonen. Durch eine starke Argumentation auf Meta-Ebene übersteuert diese Differenzierung und bindet zu viel Aufmerksamkeit beim Kunden.

Eine starke Meta-Ebene kann auch Kunden in der Kaufentscheidung verunsichern und diese verzögern. Ersatzweise kann eine Substitution mit geringerem Risiko erfolgen, welche das Bedürfnis auch oder teilweise befriedigt. Beispielsweise könnte ein E-Auto-Interessierter, den Ersatz seines konventionellen Fahrzeugs aufschieben, und durch den Kauf eines E-Bikes „auch erst mal etwas für die Umwelt tun“.

Zusammenfassend soll nach dem Zeitpunkt, nach dem Botschafter und der Interessenlage unterschieden werden. Die Meta-Ebene mit übergreifender Kommunikation passt zur Vor- und Frühphase konkreter Angebote. Die zeitlich anschließende Ansprache sollte konkret nach Zielgruppen und Produkten differenziert werden.

Die Meta-Botschaften passen in die politische Meinungsbildung, sie werden durch Meinungsführer propagiert. Sie dürfen eine Anschauung im allgemeinen Interesse bekunden, aber sollten keine spezifische, wirtschaftliche Interessenlage vertreten. Die Sub-Botschaften übernehmen die Hersteller oder regionale Akteure, es ist selbstverständlich, dass sie dabei Unternehmens- oder spezifische Gruppeninteressen vertreten.

### 6.3 Maßnahmen und Kommunikation nach Wirksamkeit staffeln

Für staatliche Förderungen stehen nur begrenzte Mittel zur Verfügung. Benachteiligende staatliche Eingriffe sind in der Summe begrenzt, weil sie sonst den Widerstand kritisch verstärken. Die Kommunikation möglichst vieler Aspekte kann leicht eine Sättigung und inhaltliche Verwässerung erreichen. Diese Begrenzungen erfordern eine Auswahl und das **Setzen von Prioritäten**. Dies soll an einem Beispiel verdeutlicht werden:

Ein typischer Stadtbuss würde nach Berechnungen des "Berliner Lernlabors Elektromobilität" der Reduzierung der CO<sub>2</sub> Emissionen um 260 t/Jahr entsprechen (Gräbner 2016,S.9). "Das ist äquivalent zur Substitution von 250 konventionellen PKW durch elektrische PKW."

Ein E-Bus hätte mit etwa 500 Tsd. Euro auf heutigem Preisniveau grob die Investitionskosten von 10 PKW<sup>33</sup>. Einen Effizienz-Vergleich hinsichtlich CO<sub>2</sub>-Einsparung kann man unmittelbar bei kommunalen Haushalten anstellen, die sowohl Busse und PKW anschaffen. Nimmt man den zehnfachen Preis für einen E-Bus gegenüber einem E-Auto an (500 zu 50 Tsd. Euro), fällt die Effizienz der Investition hinsichtlich der Emission klar zugunsten des Busses aus. Unter vorgenannter Annahme wäre das der theoretische Faktor 25. Möglicherweise etwas geringer, weil kommunale PKW relativ höhere Laufleistungen ha-

<sup>33</sup>Fast alle E-Auto liegen in der Spanne von 25 bis 100 Tsd. Euro Kaufpreis, mit einem angenommenen Mittelwert bei 50 Tsd. Euro

ben. Dennoch darf die Größenordnung der Emissionssenkung zwischen einem Faktor 10 bis Faktor 25 zugunsten des E-Busses angenommen werden, wenn die Stadt einen E-Bus statt eines elektrischen Pkw kauft. Eine Stadt mit guter Haushaltslage sollte sich selbstverständlich beides leisten.

Weil als Käufer der PKW typischerweise Privatpersonen auftreten, können nicht die gesamten Preise sondern nur die jeweiligen Kauf-Subventionen gegenübergestellt werden. Bei einer fiktiven Bundesförderung von 250 Tsd. Euro beim Bus (etwa der Differenz zum Dieselbus) könnte man mit der gleichen Summe Kaufprämien von 5000 Euro für 50 elektrische Privat-PKW ausschütten. Jeder Steuer-Euro wäre für diese Betrachtung dennoch beim E-Bus um den Faktor 5 effizienter eingesetzt, wenn man sich in der Betrachtung nur auf den eingesparten CO<sub>2</sub>-Ausstoß beschränkt. Hinzu kommen Verkehrseffekte aber auch industriepolitische Aspekte.

Vergleichbare Berechnungen können in der Kommunikation offensiv benutzt werden. Idealerweise müssten diese Aussagen nicht von Busherstellern oder Verkehrsbetrieben kommen. In der Interessenslage hätten unabhängige Stellen und bekanntermaßen kritische Personen mehr Gewicht. Gute Medienpräsenz wird in der Kopplung mit kritischen sozial orientierten Korrekturvorschlägen erreicht <sup>34</sup>.

#### 6.4 Marken-Kooperation

**Ingredient Branding:** Bei E-Bikes gibt es im allgemeinen eine schwache Markenbindung der Hersteller, im Einzelfall gibt es starke Zuliefermarken<sup>35</sup>. Dort gibt es durch die neuen Komponenten der Batterie auch die Möglichkeiten mit starken, bisher branchenfremden Marken<sup>36</sup> zu arbeiten.

Bei den E-Autos ist zu vermuten, dass das Ingredient Branding nur für Importmarken interessant wäre. Beispielsweise könnte eine chinesische E-Automarke auf eine vergleichbare Batterietechnologie, wie bei Apple-Smartphones oder europäischer Hersteller verweisen. Eine Kombination von einer deutschen Automarke mit einem chinesischen Batteriezellenhersteller trifft wohl nicht auf eine passende Kunden-Vorkonditionierung.

Für E-Busse ist der Ansatz des Ingredient Branding des Batterieherstellers wohl nicht vorrangig, mit der Ausnahme, dass denkbare Dumping-Importe (Seidel 2018) abgewehrt werden sollen. Dann könnten starke inländische Marken eine gewisse Rolle spielen.

**Co-Branding:** Für E-Bikes tritt Co-Branding mit den Herstellern kaum auf. Es beschränkt sich im Einzelfall auf Zubehör.

---

<sup>34</sup>Kritische Schlagzeilen mit gewisser Medienresonanz wären zum Beispiel: „Keine Steuergelder für SUV-Fahrer“, „Auch der Mieter hat ein Recht auf eine Ladesäule“ oder „Schlechte Luft für Bürger zweiter Klasse. Die Stadt A hat nur alte Diesel-Busse, in Stadt B fahren saubere.“

<sup>35</sup>Eine bekannte Marke für Fahrrad-Teile und Zubehör ist beispielsweise „Shimano“ -

<sup>36</sup>Denkbares Ingredient Branding mit Batterieherstellern „Panasonic Powered“ oder „Varta Battery inside“.

Bei den E-Autos ist diese Zusammenarbeit bei gegenseitiger Komplementarität und besonderer Markenstärke sinnvoll. Es wird hier vermutlich nicht favorisiert.

Für E-Busse kommt eher das Co-Branding mit starken Marken in Frage, wenn diese einen langfristigen Imageaufbau für ergänzende Zielgruppen verfolgen<sup>37</sup>. Auch Energieanbieter könnten zu Varianten des Co-Brandings greifen<sup>38</sup>.

### 6.5 Hohe Dynamik gegen schleichende Probleme einsetzen

Die Klimaerwärmung ist ein Prozess in der Zeitachse von Generationen, die Verkehrsprobleme sind nicht kurzfristig entstanden, Ressourcen erschöpfen langsam. Damit fehlt der unmittelbare Impuls zum kurzfristigen Handeln.

Die Dynamik der Wahrnehmung ist zu beachten. Eine sehr langfristige Kampagne, wie „in zehn Jahren emissionsfreie Busflotten“, sollte nicht ohne die Kopplung an ein zeitnahes Erlebnis bleiben<sup>39</sup>.

Die Kommunikations- und Fördermaßnahmen, welche eine Entschlossenheit ausdrücken, sollten den Vorrang vor dem sachlich-kompromissbereiten Konsens haben. Die stark idealistische Komponente und die starke Emotionalisierung der Frage nach Nachhaltigkeit spricht gegen die rational-abwägende Argumentation oder Teillösungen, die keinem wehtun. Auch die stufenweise Einführung und Parallelität mit konventionellen Angeboten kann problematisch ein.

**Krisen sind zu antizipieren, vorzubereiten und dann entschlossen zu nutzen.** Durch ein Szenario als Option geplant kann man den Faktor der Aktualität verwenden und die wahrgenommene Dringlichkeit gezielt einsetzen. Hierzu müssen die Anbieter und weiteren Akteure eine schnelle Reaktionsfähigkeit entwickeln. Denkbar sind vorbereitete Kampagnen und Massnahmenkataloge, die als Planspiele durchdacht und erarbeitet wurden und in Form von Templates bereitliegen. Viele Module dafür, wie die Kommunikationsmaßnahmen mit Klimabezug oder Zahlenwerke, können bereitgehalten werden.

Die zeitliche Reihenfolge der Markterschließung (Market-Pull) gilt auch bei der Elektromobilität (Aufmerksamkeit, Bedürfnisaufbau, Lösungsangebot, Marktpflege und Ausbau).

Die kommunikative Dynamik muss gezielt und entschlossen verwendet werden, ein Lehrbuchbeispiel war die Ölkrise.

### 6.6 Unsicherheit verhindern

Bei den Kunden ist nach den Innovatoren und frühen Adoptern, die Frage der Sicherheit für die richtige Entscheidung wichtig. Wegen geringerer persönlicher Erfahrung ist das

<sup>37</sup> Beispiel-Slogan Imageaufbau: „Mit dem Mercedes zur Uni - Die Hochbahn fährt Dich mit dem E-Citaro“.

<sup>38</sup> Beispiel-Slogan Co-Branding Windenergie und E-Bus: „Frische Brise beschleunigt die Hamburger Busse“.

<sup>39</sup> Andererseits wird erstaunlicherweise das Nichteinlösen von konkreten Zielen in der Politik – wie „eine Million Elektroautos bis 2020“ – offensichtlich schnell vergessen (FAZ 2013).

eher nicht gegeben. Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit bei der Kaufentscheidung sind vorrangig. Dazu gehören Rückgaberechte und Langzeit-Garantien, um das empfundene Kaufrisiko zu mindern. Dies ist auf die Kaufentscheidungen beim E-Bike und E-Auto beschränkt. Bei E-Bussen gilt ähnliches bei den Primärkunden, als Beispiel sei ein vom Fahrzeug separiertes Batterieleasing genannt. Insgesamt hat die Leasing-Finanzierung ein weniger empfundenes Kaufrisiko.

Ein „Wir-Gefühl“ im gesellschaftlichen Konsens zwischen Hersteller, Gesellschaft und Regierungen gegen den Klimawandel mag empfundene Sicherheit erzeugen.

Systemlösungen (All in One-Pakete) und geschlossene Ecosysteme könnten wie bisher das Fahrzeug und After-Sales-Service-Pakete, verbunden mit Mobilitätsgarantien, einschließen. Neu wäre es, die Ladeinfrastruktur und Energiebereitstellung einzubinden. Diese gilt vorrangig für E-Fahrzeuge und kaum für E-Bikes. Inwieweit dies auch für Verkehrsbetriebe attraktiv wäre, kann hier nicht beurteilt werden.

**Die Reichweiteproblematik der E-Autos** muss konsequent adressiert werden. Ein Relativieren mit der typischen, täglichen Fahrstrecke reicht nicht aus. Das Argument der Statistik hilft bei den meisten Menschen wenig gegen empfundene Unsicherheit. Die Methode des „Erlebens des Gegenteils“ ist bei selten auftretenden oder nur befürchteten Problemen nur sehr langfristig wirksam. Für den Ausnahmefall müssen überzeugende Langstreckenlösungen angeboten werden. Ein Ansatz wären z.B. Gutscheine für stark verbilligte Mietwagen (synthetische Kraftstoffe oder extragroße Batterien)<sup>40</sup> oder eine begrenzte Zahl Pauschaltickets für die Bahn.

Ein diffuses Wettrennen um die Reichweiteangaben sollte ein weitsichtiger Hersteller im Marketing unterbinden. Bei E-Autos hätte die Unglaubwürdigkeit von tendenziösen Testmethoden zur Reichweite, ähnlich bisherigen Angaben zum Benzinverbrauch, einen (weiteren) Vertrauensverlust zur Folge. Hier wäre es eine staatliche oder zumindest unabhängige Kontrollaufgabe mit einem realistischen und konservativ-strengen Test für Verlässlichkeit zu sorgen. Ein TÜV-Zertifikat auf garantierte (später verbliebene) Reichweite könnte den heutigen Abgastest ersetzen.

Unklare oder geschönte Reichweitenangaben wären spätestens für die zukünftigen Adopter der frühen Mehrheit ein Hindernis, weil sie ein erhöhtes Sicherheitsbedürfnis haben. Zudem stört jede Unglaubwürdigkeit derartiger Angaben den denkbaren Vertrauensrückgewinn nach der Dieselkrise.

Die Angst vor dem ungeplanten Liegenbleiben mit entladener Batterie muss aufmerksam beachtet werden. Eine passende Navigationlösung gekoppelt mit einer Batterieüber-

<sup>40</sup>Für einige Kunden wäre eine Reichweitenverlängerung als Batterie-Anhänger eine Lösung. Allerdings hat sich noch keine Lösung durchgesetzt. Diese Anhänger müssten für PKW-Autobahn tauglich sein und 130 km/h erlauben. Die Autohäuser könnten sowohl die mechanische und elektrische Kupplung als Standard dafür mit anbieten und auch die Bereitstellung von Batterieanhängern als ergänzendes Geschäft einsetzen. Dieser Service kommt einem „partiellen Sharing“ gleich.

wachung könnte dies in der Regel entschärfen. Eine mobile Schnelllade-Lösung betrieben durch einen Automobilclub („gelber Lade-Engel“) wäre eine Rettung aus der Not.

### **6.7 Ladestrombezahlung und Smart-Gridsteuerung in einer App**

Eine All-in-One-Lösung ist für E-Autos und deren Ladestrom-Zahlungsvorgänge entscheidend für die unkomplizierte Nutzung. Einfach und voll-kompatibel muss jeder Vorgang im Hintergrund ablaufen. Es darf keiner Überlegung bedürfen, ob an einer Schnellladesäule, einem Wallcharger im Parkhaus oder zu Hause geladen wird. Die Lösung sollte mit Schnittstellen zum Energieversorger ausgestattet sein, damit das Potential des zeitversetzten Ladens genutzt wird. Es bedarf Schnittstellen zur Batteriesteuerung des Fahrzeugs und zur Navigation. Regionale und kleingliedrige Lösungen erscheinen für eine Verkehrslösung kontraproduktiv. Eine herstellergebunde, geschlossene Lösung (BMW-App, Tesla-Datenschnittstelle) ist die zweitbeste Lösung. Ein stark verbreiteter Service (wie Paypal oder Applepay) hat wohl die umfassenden Vorteile. Dagegen spricht nur die Ausweitung der Monopolstellung der großen Internetfirmen.

Eine Ausnahme ist die private Ladestrom-Erzeugung, welche wahrgenommene oder auch wirtschaftliche Unabhängigkeitsvorteile verlieren kann, wenn sie über eine zentrale App verwaltet würde.

Der Megatrend der Digitalisierung kann und muss genutzt werden.



## 7 Zusammenfassung und Ausblick

### 7.1 Zusammenfassung

In dieser Arbeit konnten verschiedene Themenbereiche der Kommunikation der Elektromobilität untersucht werden. Die zentralen Erkenntnisse und Untersuchungsschwerpunkte sollen im Folgenden dargestellt werden:

Der **Abschnitt 2** setzte sich mit den besonderen Produkteigenschaften der Elektromobilität auseinander. Es wurde festgestellt, dass die Produkteigenschaften der Elektromobilität das Bedürfnis nach Mobilität befriedigen. Das E-Bike überzeugt dadurch, dass es die Gebrauchseigenschaften des Fahrrades deutlich steigert. Bei dem E-Auto ist die Situation komplex, da viele Gebrauchseigenschaften uneingeschränkt verfügbar sind oder verbessert werden, jedoch Besonderheiten wie die begrenzte Reichweite hinzukommen. Diese Reichweite kann nicht wie gewohnt durch minutenschnelles Tanken ergänzt werden. Weiterhin bedarf das E-Auto einer Ladeinfrastruktur, hierbei sind sowohl die öffentliche Hand als auch private Akteure gefragt. Für den Benutzer eines Elektro-Stadtbusses ändern sich die Gebrauchseigenschaften nicht, jedoch hat der Verkehrsbetrieb die Ladephase und die dafür notwendigen Einrichtungen zu planen. Festzuhalten ist, dass Elektrofahrzeuge als emissionsfrei gelten. Hierbei ist jedoch nicht nur die lokale Emissionsfreiheit zu beachten, auch die Emissionen der Stromerzeugung und der Herstellung müssen behandelt werden. Weiterhin werden Alternativen wie Wasserstoff und die Brennstoffzelle, sowie synthetische Kraftstoffe angesprochen.

Es wurde im **Abschnitt 3** analysiert, wer die Akteure der Kommunikation für die Elektromobilität sind. Hierbei treten nicht nur die Vertriebsorganisationen auf, sondern auch der Handel und die eigenen starken Marken der Hersteller. Bei den Elektrobussen erfolgt die Kommunikation zweistufig, da sowohl Verkehrsbetriebe als auch Bus-Benutzer in die Kundenrolle treten.

Es konnte gezeigt werden, dass die jeweilige Motivationslage mehrschichtig ist und instrumentelle, symbolische und affektive Komponenten umfasst. Ausführlich wurde die Diffusionstheorie für Innovationen in Bezug auf die Elektromobilität diskutiert. Mit Hilfe von ermittelten Zahlen wurde festgestellt, dass die E-Bikes sich bereits der mittleren Phase der frühen Mehrheit nähern und sich damit die Kommunikationsschwerpunkte verschieben. Für die E-Autos wurde festgestellt, dass der gegenwärtige Zustand erst die Kundenkategorie der Innovatoren erreicht. Für die E-Busse kann die Diffusionstheorie wegen der Zweistufigkeit nur bedingt angewandt werden. Auch hier liegt ein früher Zustand vor.

Ergänzend wurde in **Abschnitt 4** besprochen, inwieweit die Elektromobilität und gesellschaftliche, wirtschaftliche und technische Rahmenbedingungen zusammentreffen oder diese verändern. Es konnte gezeigt werden, dass die erforderliche Ladeinfrastruktur der E-Autos über die Kaufentscheidung einer Einzelperson weit hinausgeht. Es erwächst eine

gesellschaftliche Aufgabe. Als weitere Rahmenbedingung ist der Wertewandel von Besitz zur Benutzung festzustellen. Diese Entwicklung geht über die Elektromobilität hinaus und tritt nur teilweise synergetisch auf. Eine wichtige Motivationsquelle für die Elektromobilität ist das Gefühl von Verantwortung, das mit der gesellschaftlichen Meinungshaltung zum Klimawandel übereinstimmt. Hierzu passt die Elektromobilität.

Als weiterer Aspekt wurde die Synergie der E-Autos und E-Busse mit der Energiewende analysiert. Erstaunlicherweise wird darauf in den Verkaufsgesprächen vom Kunden nicht Bezug genommen, siehe Befragungen. Ebenso wird die Frage der Nachhaltigkeit durch den Rohstoffbedarf der Produktion, insbesondere durch die Batterieherstellung, berührt. Für die Hersteller ist es wichtig, ihre Lieferketten dahingehend zu kontrollieren, um ihr Image nicht zu gefährden.

Sowohl die Fahrradindustrie, als auch die Automobilindustrie sind international aufgestellt. Somit wirken die Effekte der Globalisierung stark. Die Arbeit kann diese Frage der Weltwirtschaft nicht umfassend diskutieren, spricht jedoch einen Teilaspekt an. Mit der technischen Innovation wird das Fahrzeug stark vereinfacht und industrielle Schwerpunkte werden von dem Verbrennungsantrieb auf die Batterietechnologie verschoben. Damit werden gewachsene Kompetenzen, die in Deutschland über Jahrzehnte aufgebaut wurden, nicht mehr benötigt. Es besteht die Befürchtung des Verlustes der Technologieführerschaft und damit vieler Arbeitsplätze. Die Politik ist daher bestrebt, Batterie-Kompetenz aus Asien zurückzugewinnen.

Sechs Beispiele aus Vergangenheit und Gegenwart zeigen im **Abschnitt 5** die Erfolge und die Misserfolge vergleichbarer Kommunikationsszenarien in der Verkehrsbranche auf. Alle Akteure können diese Beispiele heranziehen, um ihre Maßnahmen zu gestalten. Sie können als Vorbilder und Referenzen dienen, zeigen aber auch unmittelbare, strategische als auch strukturelle Fehler auf. Jede Kommunikationsstruktur sollte in der Planung diese Beispiele daraufhin überprüfen.

Abschließend werden in **Abschnitt 6** mögliche Ansätze der Kommunikation der Elektromobilität diskutiert. Dabei wird festgestellt, dass die Meta-Ebene im Wesentlichen nur auf die Vor-Konditionierung wirken kann. Der Kern der Kommunikation muss spezifisch auf das Produkt gelenkt werden, weil widersprüchliche Vor-Konditionierungen beachtet werden müssen. Eine ungeschickte Werbung für eine Form der Elektromobilität kann das Selbstverständnis der anderen Kundengruppe treffen und negativ emotional aktivieren. Außerdem wird diskutiert, dass Kommunikationsmaßnahmen nach dem Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu priorisieren sind. Die Frage der Markenkooperation spielt auch in der Elektromobilität eine Rolle, für das E-Auto wird man vermutlich weniger darauf zurückgreifen.

Wegen der langen Zeiträume der Produktlebenszyklen als auch der Wirkung auf klimatische Veränderungen entsteht ein kommunikatives Vakuum im Tagesgeschäft. Es ist schwer möglich, die notwendige Dynamik aufzubauen. Wie bei der Energiewende kann

keine sehr schnelle Umstellung erfolgen, was der üblichen Wahrnehmung widerspricht. Es wird festgestellt, dass eine zentrale Aufgabe der Kommunikation auf die Reduzierung von Unsicherheiten fällt.

## 7.2 Bewertung

In der vorliegenden Arbeit wurde aufgrund des Umfangs der Thematik der Elektromobilität ein Fokus auf die Kommunikationspolitik gesetzt. Mit diesem Schwerpunkt sind folgende Beiträge erfolgreich erarbeitet worden:

Die Elektromobilität wurde im Gegensatz zu der Mehrzahl der Literaturquellen nicht nur auf das E-Auto bezogen. Vielmehr wurde versucht, eine gemeinsame Betrachtungsebene für verschiedene Formen der Elektromobilität zu finden. Dieser Ansatz wurde mit den Besonderheiten bei den drei wichtigen Formen konfrontiert. Als Ergebnis zeigte sich, dass keine universell-gültige Kommunikation effektiv wäre. Vielmehr muss sich diese gemeinsame Betrachtungsebene auf Teilaspekte beschränken. Der überwiegende Teil der Kommunikation muss spezifisch bleiben und differenziert die Kundensicht betrachten.

Theorien zu Motivationen wurden auf die Situation der Elektromobilität in den drei Formen konkretisiert. Auch hier zeigte sich, dass eine differenzierte Betrachtung erforderlich ist. Eine umfangreiche Listung realer Kaufkriterien zeigte, dass die Kategorisierung der Theorie nicht immer trennscharf anwendbar ist.

Weiterhin wurde die Innovation der Elektromobilität mit der bekannten Diffusionstheorie nach Rogers reflektiert. Es zeigte sich, dass die Kategorisierung der Kundengruppen dieser Theorie anhand von Marktzahlen möglich ist. In Bezug auf die E-Bikes, welche bereits mehrere Schritte der Diffusion vollzogen haben, scheint die Folgerung für die Kundenpräferenzen gut passend zu sein. Die Marktzahlen für E-Autos und E-Busse lassen noch keine stabile Ableitung von Kundenpräferenzen zu. Anhand eines praktischen Beispiels mit Verkaufszahlen für E-Bikes kann die Theorie gut bestätigt werden.

Der Ansatz eine Reihe von Beispielen aus dem Verkehrssektor vergleichend auf kommunikative Stärken und Schwächen zu untersuchen, um damit Faktoren und Prüfsteine für eine Kommunikationsstrategie zur Elektromobilität zu extrahieren, ist nach Kenntnis des Verfassers bisher nicht in der Literatur durchgeführt worden.

Eine reale Kommunikationsstrategie muss dringend Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten des Marketing-Mixes berücksichtigen. Für die Arbeit ist hier vor allem die Preispolitik zu nennen, da diese eng mit kommunikativen Maßnahmen verwoben ist. Der Wert der Analyse wird durch die fehlende Berücksichtigung der Preispolitik beeinträchtigt. Dies ist als eine Schwäche der Arbeit zu nennen, welche bewusst in Kauf genommen werden musste. Sie ist dem Umfang der dazu notwendigen Recherchen und der Komplexität der Preispolitik geschuldet.

### 7.3 Ausblick

Der Verfasser konnte in diesem breit angelegten Thema der Arbeit an vielen Stellen nicht vertiefend auf Aspekte eingehen, welche jeder für sich eine nähere Analyse und Diskussion verdient hätten. Das gewählte Thema erforderte zunächst eine übergreifende Betrachtungsebene. Es bietet sich an, Einzelthemen herauszulösen und zu vertiefen. Mögliche Fragestellungen für zukünftige Untersuchungen wären beispielsweise:

- Wirtschaftliche und soziale Aspekte der Elektromobilität mit Wirkungen und Zusammenhängen im globalen Maßstab
- Die Umstrukturierung der Industrie entlang der Wertschöpfungsketten.
- Die Schwerpunktsetzung bei der Ladeinfrastruktur. Soll hier private Initiative oder die öffentliche Aufgabe Vorrang haben ?
- Fragen der städtebaulichen Planung zur Förderung des Radverkehrs.
- Die Gestaltung des öffentlichen Nahverkehrs vor dem Hintergrund der Elektromobilität.
- Die Zusammenwirkung von Digitalisierung und Elektromobilität für die Einbindung in das Smart-Grid.
- Die Strategie einer langfristig angelegten Kommunikation, um die Konversion über Jahrzehnte zu stützen.
- Veränderung der Geschäftsmodelle vor dem Hintergrund von Marktsättigung und Shared-Economies.

Der Aufbruch zur Elektromobilität zeigt das aktuelle Potential tiefgreifender gesellschaftlicher und technischer Veränderungsprozesse. Sie kann als einer der Ausgangspunkte eines nachhaltigen Wandels der Konsummuster dienen. Ebenso wie den kommenden Herausforderungen nur durch individuelle Bereitschaft zur Veränderung begegnet werden können, müssen auch neue Formen der Kommunikation gesucht werden.

**Das Ziel bleibt, gleichzeitig mit der „Energiewende“ auch die „Verkehrswende“ voranzutreiben.**

## **Anhang A: Notizen exemplarischer Interviews**

Zur Erkundung von Standpunkten und zur Erfassung von Informationen wurden einige exemplarische Interviews im Januar und Februar 2020 geführt. Sie haben nicht den Anspruch, repräsentative und belastbare Analysen darzustellen, sondern dienen dem Verfasser als Meinungskompass zu Fragen der Einordnung und Schwerpunktsetzung.

Die Ansichten von Personen mit direktem Bezug zur Thematik sollten eingeholt werden. Es wurden Personen befragt, die sich als Verkäufer bereits beruflich mit der Elektromobilität beschäftigt haben und in direktem Kundenkontakt stehen. Sie waren in der Lage, bereits vor-verdichtete Informationen zu geben. Auf Interviews mit Endkunden wurde verzichtet, weil eine große heterogene Personengruppe mit sehr verschiedenen Ausgangspositionen einbezogen werden müsste.

### **A1 Befragung Fahrradverkäufer**

Es wurden vier Hamburger Fahrrad-Anbieter mit sehr verschiedenem Geschäftsumfeld besucht und im Gespräch mit Verkäufern ein Fragebogen ausgefüllt. Auf die Fragen sollte in fünf Abstufungen geantwortet werden (maximal negativ bis maximal positiv). Die individuellen Antworten geben spontane geäußerte Meinungen des Gesprächspartners wieder, ein Rückschluss auf eine offizielle Markenposition kann nicht gefolgert werden. Bei den Formulierungen wurde bewusst zwischen der Frage nach Meinung des Kunden und der Frage der Ansprache durch den Verkäufer gewechselt. Der Fragebogen hatte auch die Funktion, ein inhaltliches Gespräch zu eröffnen, was in allen Fällen gelang. Die Notizen dazu finden sich nach der Fragenaufstellung.

Die Verkäufer sind durch folgende Kürzel in der nachfolgenden Darstellung benannt:

B1	großer Budgetanbieter	Markenvielfalt u. zahlreiche Hersteller
B2	großer Budgetanbieter	Markenvielfalt u. zahlreiche Hersteller
M1	mittleres Fahrradhaus	mehrere Marken u. Hersteller
P1	Premium/Spezialist	Einzelstücke, designorientiert, nur E-Bikes im Angebot

⊖ ⊖ nein/nie	⊖ kaum	⊕/⊖ teils/teils	⊖ erheblich	⊕ ⊕ sehr wichtig
1) Relativer Vorteil des Elektro-Antriebs				
Stellt Ihr Kunde beim E-Bike den <b>Fahrspaß (Federung, Schwerpunkt, Antrieb ..)</b> in den Vordergrund ?				
			B1,M1	B2,P1
Hat der Kunde auch beim E-Bike Wunsch nach <b>guter Ausstattung</b> ?				
			B1,B2	M1,P1
Geht die zentrale Erwartung des Kunden an den <b>Kaufpreis</b> ?				
	P1	M1	B1	B2
Erwähnen Ihre Kunden, dass sie einen <b>persönlichen Beitrag zur Nachhaltigkeit</b> leisten wollen ?				
		B1,B2,M1		P1
2) Kompatibilität zu bisherigen Fahrzeugen und betonte Produktmerkmale				
Stellen Sie als Verkäufer die guten <b>Fahr- und Gebrauchseigenschaften</b> in den Vordergrund der Kundenansprache?				
		M1	B1,B2,P1	
Wird die <b>Quelle des Ladestroms</b> von Ihren Kunden diskutiert (Strom-Mix, Ökostrom, eigene Solaranlage) ?				
B1,B2,M1		P1		
Erlauben Sie Ihren Kunden besonders umfangreiches <b>Ausprobieren und Probefahren</b> ?				
		P1	M1	B1,B2
Äußern Ihre Kunden, dass das angebotene <b>E-Bike für seine Zwecke passt</b> (Reichweite, Antrieb, Gepäcklösungen)? ?				
			B1,B2,P1	
Äußern Ihre Kunden, dass Sie ein E-Bike gern von Ihrer <b>gewohnten/bewährten Marke</b> kaufen würden ?				
B1	B2,M1			P1
Legen Ihre Kunden, besonderen Wert auf eine bekannte Marke bei den Zulieferteilen?				
			M1	B1,B2,P1
3) Komplexität der Innovation E-Fahrzeug				
Empfinden Sie als Verkäufer das E-Bike als stärker <b>erklärungsbedürftig</b> als konventionelle Fahrräder ?				
			B1, B2, M1	
Steht für Ihre Kunden die <b>Reichweite</b> als besonders kritischer Aspekt im Vordergrund?				
		B1	B2,M1,P1	
Sehen Ihre Kunden den Wiederverkaufswert und die <b>Batterielebensdauer</b> als kritisch an ?				
P1		B2	B1,M1	
Reicht Ihren Kunden eine Haushaltsteckdose zum Laden in der Regel aus?				
	P1	B1	B2,M1	
Steht die <b>öffentliche Ladeinfrastruktur</b> im besonderen Fokus?				
			B2	B1,M1,P1
Erwarten Ihre Kunden in der Zukunft eine weitere <b>Verbesserung der Batteriekapazität?</b>				
	M1	B2	B1	
Sind Ihre Kunden <b>technisch besonders interessiert</b> (im Vergleich zu Kunden gewöhnlicher Fahrräder) ?				
M1,B2	B1	P1		
4) Beobachtbarkeit der Innovation E-Fahrzeug				
Möchte der Kunde eine <b>besondere Kennzeichnung seines E-Bikes</b> (Typenschilder, sichtbare Symbole?)				
B1	B2,M1			
Möchte der Kunde ein besonderes und <b>unterscheidbares Design</b> seines E-Bikes, z.B. spezifische Rahmenformen ?				
B1,M1	B2			
Wie stark beeinflussen bereits <b>im Straßenbild sichtbare E-Bike</b> das Kaufinteresse?				
	B1	M1	B2,P1	
Wie stark beeinflussen persönliche Empfehlungen oder <b>Vorerfahrungen</b> mit E-Autos den Kaufwunsch?				
			B1,B2,M1,P1	
Für Ihre Kunden ist wichtig, ein E-Auto zu fahren, um <b>persönlich als verantwortungsbewußt</b> akzeptiert zu werden.				
M1	B2		B1	P1
5) Bezugnahme zu anderen Formen der E-Mobilität:				
Könnten Sie sich vorstellen, dass im Gespräch ein <b>Bezug auf E-Bikes und Elektro-Stadtbusse</b> hergestellt wird?				
	M1,P1	B1,B2		

#### Allerwichtigste Verkaufsargumente beim E-Bike

- bequemes Fahren, weniger Anstrengung, Mobilität auch für ältere Menschen
- Fahrspass, Sport, weniger Stress als Auto
- Symbol der Nachhaltigkeit, Fahrradfahren generell positiv bewertet
- Ausstattung: Unterschied sportliche oder praktische Lösung

#### Generelle Wünsche als E-Bike-Verkäufer

- preisgünstige Räder, Low-Budget Räder, versteckte Batterien/Motor
- mehr differenzierte Varianten
- vor allem günstige Einsteigermodelle
- Nachrüstset für normale Fahrräder, E-Bike spezifische Anbauteile

#### Weitere Anmerkungen der Verkäufer im Bereich Budget/Volumen

- Kunden sind nicht markenaffin (außer ältere Kunden mit Markenpräferenz für deutsche Marken)
- Ein E-Bike ist gut an verschiedene Anforderungen anpassbar
- Das E-Bike ist eher eine praktische Lösung (kein Parkplatzbedarf, geringe Kosten und sportliche Betätigung) als „ernster“ Umweltschutz
- Über den Motor machen sich Kunden keine Gedanken, allenfalls das Drehmoment scheint der einzige bekannte Parameter zu sein.
- Kunden sehen die Batterielebensdauer kritisch. Widerspricht relativ langer Lebensdauer, es gelten typ. 500 Ladezyklen und 5 Jahre Lebensdauer.
- Ein Fahrrad wird als langfristige Lösung (mehr als 10 Jahre) angesehen
- Das E-Bike darf bei einigen Kunden nicht als solches wahrgenommen werden. Hersteller reagieren mit Maßnahmen wie internen Batterien.

#### Weitere Anmerkungen des Verkäufers im mittleren Fahrradhaus

- Ökonomische und technische Vorteile überwiegen Nachhaltigkeit im Kaufprozess
- Das E-Bike ist auf individuelle Präferenzen anpassbar
- Wartung wichtig, guter Service der Motorenhersteller, hohe Qualität bei einer auch aus anderen Bereichen bekannten deutschen Marke
- Batteriepflege, Handhabung ist Diskussionsthema
- Marke des Rades spielt beim Kauf kaum eine Rolle
- Kombination E-Buss/E-Auto bei Falträdern im Gespräch

#### Weitere Anmerkungen des Verkäufers im Bereich Premiumklasse und E-Bike-Spezialist

- E-Auto nicht als Referenz sondern als negativer Vergleich genutzt
- Nachhaltigkeit ist den Kunden wichtig
- Preis spielt eigentlich keine Rolle
- oftmals ist der Kunde markentreu und besitzt bereits zwei oder drei Räder von diesem Anbieter

## A2 Befragung Autoverkäufer

Es wurden sieben Hamburger Autohäuser mit Markenbindung besucht und im Gespräch mit Verkäufern ein Fragebogen ausgefüllt, die Ergebnisse sind auf Seite 98 zu finden. Die Fragen sind ähnlich wie die Fragen zum E-Bike strukturiert. Es sollte ebenfalls in fünf Abstufungen geantwortet werden (maximal negativ bis maximal positiv). Die Antworten geben spontan geäußerte Meinungen wieder, auch hier ist keine offizielle Markenposition abgefragt worden. Wieder wurde zwischen der Frage nach Meinung des Kunden und der Frage der Ansprache durch den Verkäufer gewechselt. Auf diese Weise wurden ähnliche Themen vertieft. Ob hier Hinweise auf Unterschiede in der Sichtweise zwischen Verkäufer und Kunden vorliegen, kann bei der geringen Zahl an Antworten nicht separat betrachtet werden. Wiederum wurden zwei zu formulierende Antworten abschließend erfragt (Verkaufsargumente und Wünsche des Verkäufers). Weiterhin wurden wichtige Anmerkungen aus dem Gespräch als Stichpunkte im Anschluss notiert, diese finden sich nach der Tabelle aufgelistet.

Ein Filialleiter einer für Elektromobilität bekannte Automarke lehnte mit Hinweis auf strenge Firmenrichtlinien eine Interview-Auskunft ab. Ein weiteres Autohaus konnte keine Auskünfte geben, weil noch keine Verkäufe von Elektrofahrzeugen erfolgt sind. Die verbleibenden fünf Autohäuser sind jeweils an verschiedene Marken und Hersteller gebunden. Die angebotenen E-Elektrofahrzeuge decken die Klassen vom Kleinwagen bis zum Premiumfahrzeug ab. Nach der Besprechung des Fragebogens sollte sich ein erweitertes Gespräch anschließen. Das war in vier der fünf Fälle erfolgreich.

Die Antworten sollen in der Auswertung wie folgt benannt werden:

K1	Kleinwagen	Importmarke
K2	Kleinwagen	Importmarke
M1	Mittelklasse	Deutsche Marke
M2	Mittelklasse	Deutsche Marke
P1	Premiummarke	Deutsche Marke



⊖ ⊖ nein/nie	⊖ kaum	⊕/⊖ teils/teils	⊖ erheblich	⊕ ⊕ sehr wichtig
1) Relativer Vorteil des Elektro-Fahrzeugs				
Stellt Ihr Kunde den <b>Fahrspaß (Antriebsleistung)</b> in den Vordergrund ?				
		K1	K2,M1,M2	P1
Hat der Kunde auch beim E-Auto den Wunsch nach <b>Ausstattung, hohem Komfort, großem Platzangebot</b> ?				
			K1,K2,M1,M2	P1
Geht die zentrale Erwartung des Kunden an den <b>Kaufpreis</b> (ggf. mit staatlichen Förderungen) ?				
	P1		M1	M2,K1,K2
Spielen <b>Betriebs- und Energiekosten</b> im Vergleich zu konv. Fahrzeugen eine zentrale Rolle ?				
M2	K1,K2	P1,M1		
Erwähnen Ihre Kunden, dass sie einen <b>persönlichen Beitrag zur Nachhaltigkeit</b> leisten wollen ?				
			K2,P1, M1,M2	K1
2) Kompatibilität zu bisherigen Fahrzeugen und betonte Produktmerkmale				
Stellen Sie als Verkäufer die guten <b>Fahr- und Gebrauchseigenschaften</b> in den Vordergrund der Kundenansprache?				
	K1,K2	P1	M1,M2	
Stellen Sie als Verkäufer die <b>Emissionsfreiheit</b> in den Vordergrund der Kundenansprache?				
		M1	K1,K2,P1	M2
Wird die <b>Quelle des Ladestroms</b> von Ihren Kunden diskutiert (Strom-Mix, Ökostrom, eigene Solaranlage) ?				
K2,M2	P1	M1,K1		
Erlauben Sie Ihren Kunden besonders umfangreiches <b>Ausprobieren und Probefahren</b> ?				
	M2	K2,P1		K1,M1
Äußern Ihre Kunden, dass das angebotene <b>E-Fahrzeug für seine Zweck passt</b> (Reichweite, Größe, Antrieb)? ?				
			K1,K2,M1,M2,P1	
Äußern Ihre Kunden, dass Sie ein E-Fahrzeug gern von Ihrer <b>gewohnten/bewährten Marke</b> kaufen würden ?				
	K1,K2	M1		M2,P1
3) Komplexität der Innovation E-Fahrzeug				
Empfinden Sie als Verkäufer das E-Auto als stärker <b>erklärungsbedürftig</b> als konventionelle Autos ?				
M2	K2	K1	M1, P1	
Steht für Ihre Kunden die <b>Reichweite</b> als besonders kritischer Aspekt im Vordergrund?				
	K1			,K2, M1,M2,P1
Sehen Ihre Kunden den Wiederverkaufswert und die <b>Batterielebensdauer</b> als kritisch an ?				
K2,P1	K1,M1,M2			
Reicht Ihren Kunden eine <b>private/firmenseitige Ladeinfrastruktur</b> (Wallcharger) in der Regel aus?				
	K2,M1,M2	P1,K1		
Steht die <b>öffentliche Ladeinfrastruktur</b> und Verfügbarkeit von Schnellladern im besonderen Fokus?				
			K2, M1, P1	K1,M2
Erwarten Ihre Kunden in der Zukunft eine weitere <b>Verbesserung der Batteriekapazität?</b>				
	P1,M2	K2	K1,M1	
Sind Ihre Kunden <b>technisch besonders interessiert</b> (im Vergleich zu Kunden gewöhnlicher Autos) ?				
M1,P1	K1,K2,M2			
4) Beobachtbarkeit der Innovation E-Fahrzeug				
Möchte der Kunde eine <b>besondere Kennzeichnung seines E-Fahrzeuges</b> (Typenschilder, sichtbare Symbole)?				
	M2	K1	K2,M1, P1	
Möchte der Kunde ein besonderes und <b>unterscheidbares Design</b> seines E-Fahrzeuges?				
	M2	K1	K2	M2,P1
Wie stark beeinflussen bereits <b>im Straßenbild sichtbare E-Autos</b> das Kaufinteresse?				
M2			K1,K2,M1,P1	
Wie stark beeinflussen persönliche Empfehlungen oder <b>Vorerfahrungen</b> mit E-Autos den Kaufwunsch?				
	M2		K2,M1,P1	K1
Für Ihre Kunden ist wichtig, ein E-Auto zu fahren, um <b>persönlich als verantwortungsbewusst</b> akzeptiert zu werden.				
	M2		K1,K2,M1	P1
5) Bezugnahme zu anderen Formen der E-Mobilität:				
Könnten Sie sich vorstellen, dass im Gespräch ein <b>Bezug auf E-Bikes und Elektro-Stadtbusse</b> hergestellt wird?				
K1,K2,M1,M2	P1			

### Allerwichtigste Verkaufsargumente beim E-Auto

- **Design**
- **Reichweite** im Vergleich, schnelle Ladung, Konnektivität (Handy usw.)
- Nachhaltigkeit, Gefühl etwas zu tun, Emissionsfreiheit
- Subventionen, Benzinpreise
- Fahrspaß, Symbol der Nachhaltigkeit, Abgrenzung durch Vorreiterrolle, Statussymbol

### Generelle Wünsche als Verkäufer von E-Fahrzeugen

- **Ausreichend verfügbare Elektro-Fahrzeuge (Mehr Kundennachfrage als Fahrzeuge im Angebot)**
- preisgünstige Varianten
- mehr differenzierte Varianten
- vor allem günstige Stadtmobile
- mehr Umweltprämie, einfache/einheitliche Maßnahmen der Politik
- Ausstattung mit Anhängerkupplung fehlt, Anhängelast nicht vorgegeben, nur an Stadtbewohner gedacht

### Weitere Kommentare der Verkäufer mit E-Autos im Bereich Kleinwagen / Mittelklasse

- Gegen Kundenunsicherheit gibt es eine Herstellergarantie, „Der Kunde will sich keine Sorgen machen“
- Kunde sieht hohes Risiko und scheut es - Antwort: 5 Jahre Vollgarantie ohne km-Limit und 8 Jahre Batterie-Garantie
- Mobilitätsgarantien werden gefordert
- E-Auto kaum Statussymbol, oft auch Nutzung im Kleingewerbe
- Nachhaltigkeitsinteresse vor allem beim Kundentyp „Handwerker oder selbstständige Unternehmer“ mit viel täglicher Fahrstrecke
- Emissionsfreiheit und Nachhaltigkeit als echtes Bedürfnis
- Woher der Strom kommt, ist dem Kunden egal.
- **Das E-Auto ist oftmals erstes Fahrzeug der ausländischen Marke, vorher wurden nur deutsche Marken gefahren. Das zweimal unabhängig voneinander betont**
- viele Finanzierungen, Mittelschicht aber keine „wirklich reichen Kunden“
- Antriebs-Technik einfach aufgebaut und leicht bedienbar (keine Schaltung/Kupplung)
- es fehlen verschiedene Varianten, wie ein Hochdachkombi
- oft schon einmal ein E-Auto gefahren und positiv beeindruckt
- komplette Ausstattung muss auch im E-Auto vorhanden sein (Klima, Assistenten, Navi, Handy-Apps, Internet usw.)
- Batteriebensdauer ist als Problem nicht bewusst
- „**Reichweite ist die neue PS-Zahl**“

## Weitere Kommentare des Verkäufers von E-Autos einer Premiummarke

- meist gutverdienende Kunden, **Kaufpreis nicht im Fokus** bei Interesse E-Auto
- **Fahreigenschaften, Fahrspaß** wichtig bei Kunden die das wollen, meist Männer
- Emissionsfreiheit und Nachhaltigkeit könnte ein „neuer Trend zum Angeben“ werden, ähnlich wie die Sportwagen früher
- Kunden haben meist schon Ökostrom
- Angebot eines zweiwöchiges Rückgaberechtes nur als Antwort auf ähnliche Rückgaberechte bei einem Wettbewerber: „Kunden mögen das, wird aber selten beansprucht“
- E-Autos der Premiummarke oft als Zweitwagen oder Spaßmobil, Kunde vertraut nicht allein auf das E-Auto und besitzt noch ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor
- „Kunden fragen nach sehr viel Reichweite, fahren aber nur zehn Kilometer am Tag“

## Anhang B: Modellparameter und Darstellung

Das freie Softwaretool Octave (Octave V5.2) wurde für die grafischen Darstellung in den Abbildungen 5,7 und 11 genutzt, ebenso zur Parametersuche in Abschnitt 3.7.

Das folgende Script sucht hierzu die am besten passende Normalverteilung zu vorgegebenen Datenpunkten durch Ausprobieren. Die Datenpunkte wurden als Verkaufszahlen in die sechste Zeile der Vektorvariablen  $s$  eingetragen, sie stammen z.B. aus Tabelle 5 auf Seite 38 oder 6 auf Seite 38. Hierzu werden in drei geschachtelten Schleifendurchläufen jeweils von `for` bis `endfor` die Funktion `normpdf` mit drei Parameter (`year`, `sigma`, `max_rate`) fortlaufend ausprobiert. Die Startwerte und Endwerte sowie die Schrittweite wurde grob geschätzt und später eingeeengt. Bei jedem Schleifendurchlauf wird ein Abstandsmaß zu den vorhandenen Daten als Summe kleinster Quadrate auf Variable `lsq` errechnet. Es wird geprüft, ob es kleiner als das bisher kleinste Abstandsmaß geworden ist. Bei einer Verkleinerung des Abstandmaßes werden sich jeweils die drei Parameter auf geeigneten Variablen gemerkt. Am Ende sind damit die Parameter der am besten passenden Normalverteilung gefunden. Die im Softwaretool Octave vorhandenen Funktionen `normpdf` für die Normalverteilung (Verkaufsrate) und für das Integral `cumtrapez` (kumulative Verkäufe) werden benutzt. Für die grafischen Ausgaben mit den Octave-Funktionen `plotxy`, `stem`, `print` wurde die Online-Dokumentation und dortige Beispiele verwendet.

Die abschließende Ausgabe erfolgte als Datei im SVG-Format. Die Datei wurde in das freie Zeichenprogramm Inkscape (Inkscape V0.92) eingelesen und zusätzlicher Text manuell ergänzt. Mit diesem Zeichenprogramm sind auch die Abbildung 2 bis 8 sowie 11 und 12 erstellt worden.

```
% Script zum Finden und Ausgabe der passenden Normalverteilung
% nach der Diffusionstheorie nach Rogers 1983 fuer GNU Octave
clear all, close all; % Alle Ausgaben und Variabeln loeschen
x=[2000:1:2050];      % modellierte Zeitraum in Jahresschriften
t=[2014:1:2019];     % Zeitraum in Jahresschritten mit vorh. Daten
s=[480000 535000 605000 720000 980000 1100000]; % Jaehrliche Verkaeufe E-Bikes
min_lsq= 1.0000e+28; % Variable fuer das KLEINSTES Abstandsmass
                    % Normalverteilung und Verkaufszahlen
                    % Startwert sehr gross waehlen !
lsq=0;               % Variable fuer das AKTUELLE Abstandsmass jedes Versuchs
%%%%%%%%%%%%%%%%%% Beginn der Versuchsdurchlaeufe
for year =2023:1:2028 % Jahr des max. Verkaufs durchlaufen lassen
for sigma =6.5:0.1:7.8 % Bereich der Streuung durchlaufen lassen
for stock =25000000:10000:33000000 % kumulative Verkaeufe durchlaufen lassen
% Errechnen der Verteilung mit jeweils durchlaufenden Parameter
n=normpdf(t,year,sigma)*stock;
%Errechnen des AKTUELLEN Abstandsmasses als Summe der Differenzenquadrate
lsq=(s(1)-n(1))^2 +(s(2)-n(2))^2 + (s(3)-n(3))^2 + ...
    (s(4)-n(4))^2 +(s(5)-n(5))^2 + (s(6)-n(6))^2;
% Test, ob KLEINSTES Abstandsmass im Durchlauf vorliegt
if (lsq<min_lsq) % Vergleich: Wenn AKTUELLES Abstandsmass kleiner als das bisherige
    min_lsq=lsq; % Dann merken: KLEINSTES Abstandsmass u. dazugehoerigen Parameter:
    min_year=year; % Jahr
```

```

    min_sigma=sigma; % Streuung
    min_stock=stock; % kumulative Verkaeufe
endif % Überspringen bis hier, Wenn die Bedingung (if) nicht zutrifft

endfor % Ende des durchlaufenden Versuchsschrittes Maximalbestand
endfor % Ende des durchlaufenden Versuchsschrittes Streuung
endfor % Ende des durchlaufenden Versuchsschrittes Jahr max. Verkauf
%%%%%% Ausgabe des Ergebnisses der Versuchsdurchlaeufe
% Zahlen-Ausgaben der am besten passenden Parameter
min_lsq, min_year, min_sigma, min_stock
% Fuer die Darstellung als Diagramm
% Normalverteilung mit am besten passenden Parametern
y=normpdf(x,min_year,min_sigma)*min_stock;
% Kumulative Verkaeufe
z=cumtrapz(y);
%%%%%% Plot der Kurven Normalverteilung und kumulative Verkaeufe
[AX,h1,h2]=plotyy(x,y,x,z); hold on;
% Setzen der Grenzen der Diagrammachsen
set(AX(1),'XLim',[2013 2035]);
set(AX(2),'xlim',[2013 2035]);
%%%%%% Darstellung der Grenzen -2,-1,0,1 Sigma
zweisigma_minus=-2*min_sigma+min_year
einsigma_minus=-1*min_sigma+min_year
einsigma_plus=1*min_sigma+min_year
max_rate=normpdf(min_year,min_year,min_sigma)*min_stock
krit_rate=normpdf(einsigma_minus,min_year,min_sigma)*min_stock
%%%%%% Plot von Linien bei den Grenzen der Kundenkategorien
plot([zweisigma_minus zweisigma_minus],...
[0 normpdf(zweisigma_minus,min_year,min_sigma)*min_stock],'xb-'); hold on;
plot([einsigma_minus einsigma_minus],...
[0 normpdf(einsigma_minus,min_year,min_sigma)*min_stock],'xb-'); hold on;
plot([min_year min_year],...
[0 normpdf(min_year,min_year,min_sigma)*min_stock],'xb-'); hold on;
plot([einsigma_plus einsigma_plus],...
[0 normpdf(einsigma_plus,min_year,min_sigma)*min_stock],'xb-'); hold on;
%%%%%% Plot der bekannten Verkaufszahlen
stem([2014:1:2019],s,'r');hold on
%%%%%% Gitter des Diagramms ausgeben
grid on;
%%%%%% Ausgabe als svg-Datei fuer die Textergaenzung mit Inkscape
% ggf. Kommentarzeichen entfernen
% print -dsvg rogersziv.svg

```

## Glossar und spezifische Begriffe

**Brennstoffzelle:** (engl. Fuel Cell) wird zur Erzeugung von elektrischer Energie für den Fahrzeugantrieb verwendet. Die Energie wird der Zelle in chemisch gebundener Form mit dem Brennstoff zugeführt. Brennstoff kann Wasserstoff, aber auch Methanol, Butan oder gereinigtes Erdgas, sein. Im Fahrzeug dominierte bisher der Brennstoff Wasserstoff. Die dort üblichen Zellen arbeiten mit niedrigen Temperaturen bis etwa 100°C. In der Brennstoffzelle erfolgt ein Oxidationsvorgang mit dem Luftsauerstoff. Dabei werden Ionen durch eine halbdurchlässige Membran transportiert, welche technologisch anspruchsvoll ist. Der energetische Wirkungsgrad erreicht bisher nur maximal 60 Prozent, es steht Abwärme zur Fahrzeugheizung zur Verfügung. Oftmals wird ein im Betrieb konstanter Lastpunkt angestrebt, die Brennstoffzelle wird auch daher im Fahrzeug vorteilhaft mit einer Batterie als Puffer kombiniert. Lokal wird nur unbedenklicher Wasserdampf emittiert.

**Batteriezellen:** Die Zelle ist ein elektrochemischer Energiespeicher. Sie tritt beim Entladen als Energiewandler von chemischer zu elektrischer Energie auf. Beim Laden wird die Energieform in umgekehrter Richtung gewandelt. Im Fahrzeug spielen nur wiederaufladbare Zellen eine Rolle, sie werden Sekundarzellen oder Akkumulatoren genannt. In der Zelle gibt es aktives, speicherndes Material und weitere Bestandteile die konstruktiv oder funktional notwendig sind. Das in der Speicherfunktion nicht-aktive Material hat erheblichen Anteil am Gewicht und an den Materialkosten. Das aktive Material liegt in den Elektroden vor. Sie bestimmen die Nennspannung der Zelle. Sie liegt zwischen 1.2 und 4.2 Volt. In der Elektromobilität werden gegenwärtig Batterien verschiedener Varianten der Lithium-Ionen-Technologie verwendet, mit Nennspannungen der Zellen zwischen 3.5 und 4.2 Volt. Im Fahrzeug werden zylindrisch, prismatische (quaderförmige) Bauformen mit Metallgehäuse und Pouchzellen verwendet. Letztere sind in Folien eingeschweißt, erfordern ein externes festes Gehäuse für die Gesamtbatterie und haben daher den Spitznamen Coffee-Bag-Zelle.

**Batteriewechsel:** Das Konzept hierbei ist, die Batterie aus dem Fahrzeug als Ganzes zu entnehmen und auch wieder einzusetzen. Das ist beim E-Bike einfach lösbar, weil die Batterie nur einige Kilogramm wiegt und tragbar ist. Nur ein Teil der E-Bikes hat entnehmbare Batteriemodule. Bei E-Autos wird das Konzept des Batteriewechsels für die Erhöhung der Reichweite ohne zwischendurch erforderliche Ladezeiten vorgeschlagen. Es ist aber bisher nicht über verschiedene Demonstrationen und den Versuchsbetrieb hinaus gekommen. Um die entladene Batterie zu entfernen und eine bereitgestellte, geladene Batterie einzusetzen, wird beim E-Auto oder E-Bus eine automatisierte Schwerlast-Vorrichtung benötigt. Außerdem ist eine geeignete Bauform des Fahrzeugs notwendig. Übliche Elektro-

PKW haben diese Bauform nicht, dort wurde die Batterie in die Karosserie integriert. Die Batteriegehäuse sind zur Gewichts- und Raumersparnis gleichzeitig tragende Teile des Fahrzeugs.

**E-Auto:** In der vorliegenden Arbeit soll an die gesetzliche Begriffsdefinition angelehnt werden. Elektrofahrzeuge sind ausschließlich mit einem oder mehreren Elektromotoren ausgestattet und erhalten ihre Energie aus einer Batterie im Fahrzeug. Diese wird fast ausschließlich im Stillstand aufgeladen, meist aus dem öffentlichen Stromnetz. In der vorliegenden Arbeit werden unter dem Begriff E-Autos nur Fahrzeuge mit Batteriespeicher als ausschließlicher Energiequelle für den Antrieb verstanden, in der Literatur oft als BEV abgekürzt. Für hybride Antriebstechnologien mit einem weiteren Verbrennungsmotor gelten die Merkmale und Folgerungen nur teilweise. Aus Vereinfachungsgründen sind sie nicht im Fokus der vorliegenden Arbeit. Folgende Abkürzungen sind üblich:

**EV** Electric Vehicle, Fahrzeug mit Elektroantrieb, mit den Differenzierungen:

**BEV** Battery Electric Vehicle, Fahrzeug mit Elektroantrieb und Batteriespeicher

**HEV** Hybrid Electric Vehicle, Fahrzeug mit Elektro- und Verbrennungsmotor

**PHEV** Plug in Hybrid Electric Vehicle, Hybrid-Fahrzeug bei dem die Batterie regelmäßig im Stillstand nachgeladen wird

**E-Bike:** Beim Fahrrad mit elektrischem Hilfsmotor, unterscheidet der deutsche Gesetzgeber zwischen Pedelecs (Pedal Electric Cycle) und E-Bikes. Pedelecs unterstützen das Pedalieren in unterschiedlichen Stufen bis zu einer Geschwindigkeit von 25km/h. Bei einem E-Bike ist das Pedalieren zur Steuerung der Unterstützung nicht nötig, ähnlich einem Moped. Letztere Lösung ist auf dem deutschen Markt nicht relevant, der deutsche Sprachraum bezeichnet fälschlicherweise das Pedelec als E-Bike. Diese Bezeichnung wird in der Arbeit zum leichteren Verständnis ebenfalls genutzt, weil sie in Deutschland so gebräuchlich geworden ist.

**E-Bus:** Mit einem oder mehreren Elektromotoren angetriebener Omnibus wird als E-Bus bezeichnet. Die Elektromotoren werden durch eine wiederaufladbare Batterie gespeist. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Begriff E-Bus ausschließlich für Fahrzeuge des öffentlichen Nahverkehrs genutzt, welche der Personenbeförderung dienen.

**Elbilforening** auch Norsk Elbilforening, Verband und Interessenvertretung norwegischer Elektroautofahrer.

**Elektrolyse:** Einsatz von elektrischer Energie zur Spaltung von Wasser in die Elemente Sauerstoff und Wasserstoff. Mit dem Konzept Power to Gas kann ein überschüssiges Energieangebot aus fluktuierender Erzeugung genutzt werden.

**FCEV:** (Fuel Cell Electric Vehicle) Elektrisch angetriebene Fahrzeuge mit Brennstoffzelle. Sie benötigen weiterhin den Tank für den Brennstoff, im typischen Fall von Wasserstoff ist das meist ein Hochdrucktank, eine Batterie, die kleiner als beim typischen BEV sein kann, und den elektromotorischen Antrieb.

**ÖPNV:** (Öffentlicher Personen Nahverkehr) Die Personenbeförderung erfolgt als öffentliche Dienstleistung im urbanen und regionalen Raum. Die Entfernungen für die Beförderung sind typisch unter 20 km, selten mehr 70 km Entfernung. Die Dienstleistungsunternehmen sind in der Regel kommunale oder teil-private Verkehrsbetriebe. In Deutschland gibt es mindestens 470 Verkehrsbetriebe und etwa 50 Verkehrsverbünde aus mehreren Verkehrsbetrieben einer Region. Verkehrsverbünde haben ein gemeinsames Tarifsystem und abgestimmte Fahrpläne.

#### **Ladesysteme und Ladeleistung für Elektrofahrzeuge:**

- **Haushaltssteckdose:** Dieser Anschluss ist für E-Bikes geeignet, aber auch für E-Autos in privaten Garagen und Stellplätzen. Sie hat eine Wechselstromphase bei 230 V Spannung (nur Europa) und wird meist mit 16 Ampere abgesichert. Das Ladesystem an Bord des Autos kann damit etwa 3.5 kW entnehmen, fast alle E-Autos sind mit passendem Adapterkabel an Haushaltssteckdosen anschließbar. Eine Schutzschaltung in der Installation ist erforderlich.
- **Kraftstromsteckdose:** Dieser Anschluss hat eine runde Bauform, meist rote Farbe und ist an fünf Kontakten erkennbar. Sie liefert Drei-Phasen-Wechselstrom (auch Kraft- oder Drehstrom genannt). Zwischen den Leitern zweier Phasen sind 400 Volt verfügbar, von jeder Phase zum Nullleiter sind 230 V Spannung gegeben. Verbreitet sind Ausführungen für 16, 32 und 64 Ampere je Phase. Die Leistung ist fahrzeugseitig abhängig und liegt typisch zwischen 10 und 22kW. Eine Schutzschaltung in der Installation ist erforderlich.
- **Typ 2** Der Lade-Stecker dieser Norm ähnelt einem Kraftstromstecker, ist aber nicht kompatibel. Nach der Entwicklerfirma wird er auch Meneckes Typ-2 genannt. Er liefert Wechselstrom mit drei Phasen, er ist in Deutschland und Teilen Europas vorgeschrieben.
- **On-board-Charger** Die meisten E-Autos können aus den kostengünstigen Anschlüssen mit Wechselstromstecker geladen werden. Sie nutzen im Fahrzeug eingebaute Leistungselektronik zur Ladesteuerung. Aus Kostengründen und wegen der Verlustwärme wurde diese bisher aber bis zu bestimmten Ladeleistungen ausgelegt, typische Werte liegen zwischen 7kW und 20kW. Oftmals passt diese Leistung gut zur



empfohlenen Standardladung. Premiunfahrzeuge mit großen Batterien haben höhere Leistungen der On-Board-Charger.

- **Wallbox** Diese kompakte Bauform ist eine Ladestation mit Leistungen zwischen 10 und 22kW. Sie liefert Wechselstrom. Wallboxen werden sowohl nicht öffentlich als auch öffentlich als auch mit und ohne Abrechnungssystem installiert.
- **CCS** Das Combined Charging System, auch Combo-2, ist ein Schnellladesystem. Der Typ-2-Stecker ist um zwei Gleichstrom-Pole ergänzt. CCS ist Pflicht bei (finanziell geförderten) öffentlichen Ladesäule in Deutschland. Die typische Ladeleistungen liegen im Bereich bis 50KW, im Ausnahmefall bis 170 kW.
- **Chademo** Japanischer Standardstecker für Gleichstrom, den auch einige französische Hersteller verwenden. Die Ladeleistung beträgt typisch bis 50KW. Das System und Stecker sind nicht kompatibel zu CCS. Ladesäulen sind daher oft doppelt mit CCS und Chademo ausgerüstet.
- **Tesla Supercharger** beliefert nur Fahrzeuge der Marke Tesla, besitzt einen modifizierten Typ 2 Stecker und stellt Gleichstrom mit bis zu 135 kW Leistung bereit. Die Markenbindung ist einseitig, Tesla-Modelle können an Typ-2-Steckern anderer Ladestationen aufladen.
- **Ultraschnellladung** Mit einem CCS-Stecker sollen Ladesysteme bis 350kW Maximalleistung aufgebaut werden. Die tatsächliche Aufnahme hängt vom Fahrzeug ab, die Maximalleistung wird selten erreicht.
- **Normal- und Schnellladepunkt** Als Schnellladepunkt werden meist Systeme über 22 kW Ladeleistung bezeichnet.
- **Pantograph** Eine Form des automatischen Ladeanschlusses von oben auf das Dach von Stadtbussen. Ab 2017 in Hamburg erprobt.
- **Induktionsladung** Eine Form des Ladeanschlusses über Spulen in der Fahrbahn und im Fahrzeug ohne elektromechanische Kontakte und Steckverbindungen. Induktionssysteme sind in der Versuchsphase.
- **Gelegenheitsladung** Eine Form des Ladebetriebs bei E-Bussen, welche kurze Betriebspausen an Haltestellen zum teilweisen Nachladen nutzen.
- **Depotladung** (auch Nachtladung). Eine Form des Ladebetriebs bei E-Bussen, welche im Betriebshof oder Busdepot über mehrere Stunden erfolgt.

**OPEC** (Organization of the Petroleum Exporting Countries) Die Mitgliedsstaaten fördern etwa 40 Prozent des weltweiten Erdöls und verfügen über drei Viertel der bekannten Ölreserven. Sie nutzen die Absprache und Festlegung von Förderquoten zur Gestaltung des Ölpreises in ihrem Interesse. Die OPEC gilt als Rohstoffkartell auf Angebotsseite, in der OPEC sind nur Staaten Mitglied keine Mineralölunternehmen.

**One-Pedal-Driving** E-Autos haben ein Fahrpedal, ähnlich dem „Gaspedal,“ und ein Bremspedal. Das Treten des Fahrpedals bewirkt die Beschleunigung, Das Loslassen eine leichte Verzögerung mit Energierückgewinnung (Rekuperation). Das Fahrpedal ist im Normalverkehr meist ausreichend. Das Bremspedal bewirkt je nach Betätigung zunächst Energierückgewinnung oder bei starker Betätigung zusätzlich konventionelle Bremsbetätigung.

**Pedelec** siehe E-Bike.

**Range Extender** ist eine zweite Energiequelle, die nur bei erschöpfter Reichweite oder bei besonders hoher Dauer-Leistungsanforderung zusätzlich zur Batterie zugeschaltet wird. Als Range Extender kommen kompakte Verbrennungsmotoren (z.B. Motorradmotoren) mit Generatoren oder Brennstoffzellen in Betracht. Sie sind entweder eingebaut oder modular einbaubar, letzteres ist bei Nutzfahrzeugen günstig möglich. Eine besondere Form sind Anhänger mit Batterien, auch Dachgepäckträger werden vorgeschlagen. Range Extender sind bisher wenig verbreitet. Als Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lösung haben sie derzeit noch ein Versorgungsproblem. Als Range-Extender mit Verbrennungsmotor sind sie nicht lokal emissionsfrei.

**Rekuperation** Ein Elektromotor kann elektrische Energie in mechanische Antriebsenergie wandeln. Genauso kann er zugeführte mechanische Energie in elektrische Energie wandeln. Das kann durch einfaches elektrisches Umschalten geschehen. Dieselbe Maschine wirkt dann als Generator. Die Entnahme mechanischer Energie beim Fahrzeug bedeutet Verzögerung, also einen Bremsvorgang. Damit kann man bisher als Wärme in dem Bremsen verlorene kinetische Energie bei der Verzögerung in die Batterie zurückspeisen. Das Energieangebot aus der Verzögerung kann größer als die Aufnahmemöglichkeit der Batterie sein. Eine vollständig geladene Batterie kann keine Energie aufnehmen, erst eine teilentladene Batterie kann Energie aus der Rekuperation aufnehmen. Im Stadtverkehr, besonders bei Stadtbussen, sind ein nennenswerter Teil der Energie aus den Bremsvorgängen zurückzugewinnen. Die Systeme zur Rekuperation werden stets durch konventionelle Bremsen ergänzt, diese wird aber seltener benötigt.

**Reichweite** Die Reichweite eines E-Fahrzeugs hängt von vielen Bedingungen ab. Zunächst sind Batteriekapazität und Motorleistung vorgegeben. Viele Steigungen und vor allem schnelles Fahren vermindern die Reichweite. Gleiches gilt für Heizung und Klimatisierung. Im E-Bike liegt die Reichweite meist bei 50km und mehr. Das ist im Normalfall ausreichend. Eine Fahrstrecke von 100km benötigt typisch 15 bis 20 kWh Energie beim PKW. Die Reichweiten von E-Autos liegen typischerweise im Bereich von über 70 km bis zu 500km.

**Reichenweitenangst** ist ein Schlagwort im Zusammenhang mit dem Verkaufsprozess von Elektro-Pkw. Diese Befürchtung stellt ein sehr wichtiges Kaufhemmnis dar. Der Begriff ist auch in anderen Sprachen bekannt (range anxiety). Der Reichenweitenangst kann nur teilweise mit technischen Maßnahmen (insbesondere Batteriekapazität, Ladeinfrastruktur, Schnellladung, Rangeextender) begegnet werden. Im Falle geplanter Reichweitenüberschreitung könnten Ergänzungsangebote helfen, z.B. Mietwagen. Im Falle ungeplanter Reichweitenüberschreitung kann eine Notlaufreserve mit niedriger Leistung und Geschwindigkeit helfen. Sie sollte mit diesen Nachteilen nicht zur Nutzung verführen. Auch der Fahrspaß am elektrischen Hochleistungsantrieb geht verloren, wenn gleichzeitig die Reichweite besorglich schnell abnimmt.

Obwohl die Reichweite selten erschöpfend ausgenutzt wird, stellt die Reichenweitenangst eine schwere Herausforderung für die Kommunikation dar, weil eine wichtige Produkteigenschaft betroffen ist. Die Verminderung der Reichenweitenangst wird nach dem Diffusionstheorie für Innovationen nach Rogers (siehe Abschnitt 3.6) eine verstärkte Rolle spielen, wenn die Sicherheit anstrebenden Kunden aus der Kategorie der „frühen Mehrheit“ dominieren werden.

**Wasserstoff** wird als stark komprimiertes Gas für den Fahrzeugantrieb verwendet. Er wird heute vorwiegend mit einer Brennstoffzelle eingesetzt. Er kann mit elektrischer Energie durch Elektrolyse aus Wasser hergestellt werden, aber auch durch Spaltung von Kohlenwasserstoffen, wie Erdöl oder Erdgas.

**Wasserstofffahrzeug, Wasserstoffbus** siehe FCEV.

**Wasserstofftankstelle** Einrichtung zum Nachtanken von Wasserstoff. Wasserstoff wird dort durch Elektrolyse örtlich hergestellt und in wärmeisolierten Tanks oder Hochdruckspeichern gelagert. Er wird in flüssiger Form bei niedriger Temperatur oder als hoch verdichtetes Gas angeliefert. Bei Lagerung in flüssiger Form treten Verdampfungsverluste auf. Die Wasserstofftankstelle als Infrastruktur ist noch wenig verbreitet.

**Abbildungsverzeichnis**

1	Elektrisches Fahrrad - Zeichnung aus Patentschrift, A. Hänsel 1900. . . . .	6
2	Kommunikationsebenen und Akteure bei der Elektromobilität . . . . .	18
3	Motivation im Kaufentscheidungsprozess . . . . .	22
4	Zielgruppen der Kommunikation für die Formen der Elektromobilität . . . . .	25
5	Käuferkategorien . . . . .	28
6	Entscheidungsprozess für Innovationen . . . . .	30
7	Kundenkategorie an Hand von Verkaufszahlen für E-Bikes . . . . .	39
8	Übersicht zur Erzeugung, Verteilung und Abrechnung der Ladeenergie .	53
9	Tanksäule mit Hinweisaufkleber, welcher die Kunden verunsichert . . . . .	60
10	Preisabstand der Kraftstoffe Super E10 und Super E5 . . . . .	61
11	Übersicht zu Kommunikations-Schwerpunkten . . . . .	81
12	Bewertung in mehreren Dimensionen . . . . .	82

**Tabellenverzeichnis**

1	Vergleich wichtiger Produkteigenschaften . . . . .	9
2	Wirkungsgrad und Verbrauchsangaben Kraftstoff-Alternativen . . . . .	15
3	Ausgewählte Aspekte in der Kundenwahrnehmung . . . . .	24
4	Einordnung der Kundenkategorie . . . . .	34
5	Verkaufszahlen eines Fahrradmarktes: Auswertung nach Diffusionsmodell .	36
6	Verkaufszahlen des Zweirad Industrie Verbandes . . . . .	38
7	Notwendige Fahrleistung E-Auto zur Amortisation der CO <sub>2</sub> -Bilanz . . . . .	46

**Literatur**

- Amtsblatt der Europäischen Union (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen ..., Vol 140/16
- Autobild (2019): Vorsicht an der Bio-Säule Beitrag in der Zeitschrift Autobild 26.11.2010 <https://www.autobild.de/artikel/kraftstoff-e10-1300546.html>, Axel Springer Auto-Verlag, Zugriff 20.1.2020
- Bartz, Franzisca Manuela (2015): Mobilitätsbedürfnisse und ihre Satisfaktoren. Die Analyse von Mobilitätstypen im Rahmen eines internationalen Segmentierungsmodells. Disseration, Univ. Köln
- Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft (BDB) (2019): Marktdaten 2018 Publikation im Internet, Berlin <https://www.bdbe.de/daten/marktdaten-deutschland> Zugriff: 14.02.2020
- Beba, Werner (2017): NEW 4.0 ? Das Energiesystem der Zukunft für Hamburg und Schleswig-Holstein Präsentation im Internet, Hrsg. Projektbüro NEW 4.0 <https://www.hamburg.de/contentblob/8284964/f23067f4dedb5788b552b704bb2b41e5/data/d-top-5-new4-0.pdf> Zugriff: 11.01.2020
- Benz, Carl (1886): Fahrzeug mit Gasmotorenbetrieb, Benz & Co. in Mannheim, Patentschrift Nr. 37435, Kaiserliches Patentamt, erteilt 29. Januar 1886, <https://depatisnet.dpma.de/DepatisNet/depatisnet?action=pdf&docid=DE000000037435A>, Zugriff: 22. 12. 2019
- Bollschweiler, Michael (2014): Fahrradmonitor 2014 - Kampf um Preise und Kunden in RadMarkt, Ausgabe 02/2014 BVA BikeMedia GmbH, München <https://www.splendid-research.com/Marktforschung/Radmarkt-02-2014-Fahrradstudie.pdf> Zugriff: 10.02.2020
- Bolte, Ekkehard (2018): Elektrische Maschinen: Grundlagen· Magnetfelder· Erwärmung· Funktionsprinzipien· Betriebsarten· Einsatz· Entwurf· Wirtschaftlichkeit Springer-Verlag, Heidelberg
- Bracher, Tilmann; Hertel, Martina (Hrsg.), Diekelmann, Patrick (Red.) (2014): Radverkehr in Deutschland, Zahlen, Daten, Fakten Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) <https://difu.de/publikationen/2014/radverkehr-in-deutschland.html-0> Zugriff: 12. 1. 2020
- Bundesanzeiger Nr.89 vom 10. Nov. (1973): Gesetz zur Sicherung der Energieversorgung bei Gefährdung oder Störung der Einfuhren von Mineralöl oder Erdgas, Bundesanzeiger Verlag GmbH [https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#\\_bgbl\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl173089.pdf%27%5D\\_\\_1577061963903](https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#_bgbl_%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl173089.pdf%27%5D__1577061963903), Zugriff: 26. 12. 2019
- Bundesregierung Deutschland, (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität. Hrsg. Publikationsversand der Bundesregierung, im Internetverfügbar unter: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Verkehr/regierungsprogramm\\_emob\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/regierungsprogramm_emob_bf.pdf) Zugriff: 26. 12. 2019
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018): Klimaschutz in Zahlen. Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik Broschüre, Berlin [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz\\_in\\_zahlen\\_2018\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_2018_bf.pdf) Zugriff: 30.01.2020
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019): Wie umweltfreundlich sind Elektroautos? Eine ganzheitliche Bilanz Broschüre, Berlin <https://www.bmu.de/publikation/wie-umweltfreundlich-sind-elektroautos/> Zugriff 30.01.2020
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020): Kurzinformation Elektromobilität bzgl. Strom- und Ressourcenbedarf Broschüre, Berlin [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Verkehr/emob\\_strom\\_ressourcen\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_strom_ressourcen_bf.pdf) Zugriff: 10.02.2020
- Deutscher Bundestag (2018): Schriftliche Antwort auf schriftliche Anfrage des Abgeordneten Marcel Luthé (FDP) zum Thema Kraftfahrzeuge des BVG, Drucksache BT-Drs-18/13709
- Deutscher Bundestag, Wissenschaftlicher Dienst (2019): Grenzwerte für Wasserstoff (H<sub>2</sub>) in der Erdgasinfrastruktur Sachstand Aktenzeichen WD 8 - 3000 - 066/19. Berlin, 2019 <https://www.bundestag.de/resource/blob/646488/a89bbd41acf3b90f8a5fbfbc8616df4/WD-8-066-19-pdf-data.pdf>
- Busack, Volker; Veenker, Manfred; Hoffmann, Ulrich; Großmann, Albert (2014): Power to Gas: Neues Gas in alten Leitungen - Werkstofffragen Fachaufsatz aus DVGW Energie / Wasser-Praxis, 09/2014 [https://www.dvgw.de/medien/dvgw/gas/infrastruktur/ptg\\_werkstofffragen\\_1409.pdf](https://www.dvgw.de/medien/dvgw/gas/infrastruktur/ptg_werkstofffragen_1409.pdf) Zugriff: 11.02.2020
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2016): Regierungsprogramm

- Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016-2026 - von der Marktorbereitung zu wettbewerbsfähigen Produkten [https://www.now-gmbh.de/content/2-bundesfoerderung-wasserstoff-und-brennstoffzelle/1-foerderrichtlinien/regierungsprogramm\\_h2bz.pdf](https://www.now-gmbh.de/content/2-bundesfoerderung-wasserstoff-und-brennstoffzelle/1-foerderrichtlinien/regierungsprogramm_h2bz.pdf) Zugriff: 16.01.2020
- Clausen, Jens (2019): Verbreitung radikaler Systeminnovationen. Fallbeispiel Elektromobilität Norwegen, Studie im Auftrag des Bundesministerium für Bildung und Forschung [https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2019/9/08/AP1Go-Fall-Norwegen\\_20190808.pdf](https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2019/9/08/AP1Go-Fall-Norwegen_20190808.pdf) Borderstep Institut, Berlin Zugriff 22. 1. 2020
- Clausen, Jens, Warnecke, Nicolai, Schramm, Stefanie (2019): Governance radikaler Systeminnovationen. Fallbeispiel Fahrradstadt Kopenhagen, Studie im Auftrag des Bundesministerium für Bildung und Forschung <https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2019/06/Fahrradstadt-Kopenhagen-Go20-06-2019-1.pdf> Borderstep Institut, Berlin, 2019 Zugriff 22. 1. 2020
- City of Copenhagen (2019): The Bicycle Account 2018 Copenhagen - City of Cyclists Präsentation im Internet der City of Copenhagen Technical and Environmental Administration (TMF), Mobility [https://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1962](https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1962), Zugriff 22. 1. 2020
- City of Copenhagen (2013): Focus on Cycling - Copenhagen Guidelines for the Design of Road Projects Präsentation im Internet der City of Copenhagen Technical and Environmental Administration. Traffic Department, the Bicycle Programme <http://www.cycling-embassy.dk/2014/04/10/new-publication-from-the-city-of-copenhagen/> Zugriff 22. 1. 2020
- City of Copenhagen (2011): Good, better, best: the city of Copenhagens bicycle strategy 2011-2025 Präsentation im Internet <http://www.cycling-embassy.dk/2012/01/20/good-better-best-the-city-of-copenhagens-bicycle-strategy-2011-2025/>, Zugriff 22. 1. 2020
- Coburger Zeitung (1888): Digitales Archiv, Ausgabe 229, Seite 2, 28. Sept. 1888, [https://digipress-beta.digitale-sammlungen.de/de/fs1/calendar/1888-09-28.1396849-x/bsb00001126\\_01103.html](https://digipress-beta.digitale-sammlungen.de/de/fs1/calendar/1888-09-28.1396849-x/bsb00001126_01103.html), Zugriff: 22. 12. 2019
- Coleman, Clyde J.(1901): Means for OAxel Springer Auto Verlagoperating Motor Vehicles, US Patent 745,157, filed Feb. 11, 1901, patented Nov. 24, 1903 United States Patent and Trademark Office <http://patft.uspto.gov/netathtml/PTO/patimg.htm> Zugriff: 22. 12. 2019
- Danish Tax Administration (2020): Registration tax Internetseite der Danish Customs and Tax Administration (Skatteforvaltningen) <https://skat.dk/skat.aspx?oid=2244599>, Zugriff 22. 1. 2020
- Diez, Willi (2015): Automobil-Marketing - erfolgreiche Strategien, praxisorientierte Konzepte, effektive Instrumente Vahlen, München
- Drive Sustainability (2018), Selbstauskunftsfragebogen zum Thema Soziale Verantwortung der Unternehmen (CSR)/ Nachhaltigkeit für Zulieferer in der Automobilbranche Initiative DRIVE Sustainability [www.drivesustainability.org/wp-content/uploads/2018/10/CSR-DriveSustainability\\_SAQ-FORM\\_A4\\_DE\\_FINAL\\_hq\\_copyright.pdf](http://www.drivesustainability.org/wp-content/uploads/2018/10/CSR-DriveSustainability_SAQ-FORM_A4_DE_FINAL_hq_copyright.pdf) Zugriff: 18. 1. 2020
- Dudenhöffer, Ferdinand (2017): Stetige Verbesserung macht müde: das Auto Wirtschaftsdienst, Zeitschrift für Wirtschaftspolitik. Springer, Heidelberg <http://hdl.handle.net/10419/172728> Zugriff: 12.02.2020
- Dütschke, Elisabeth; Schneider, Uta; Schlosser,Christian; Sevin, Dominique; Wilhelm, Tilman (2016): Elektromobile Sharing-Angebote: Wer nutzt sie und wie werden sie bewertet? Studie des Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, erstellt und koordiniert durch NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH [http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn\\_nbn\\_de\\_0011-n-3820948.pdf](http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-3820948.pdf) Zugriff: 11.02.2020
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (2018): Braunkohleverstromung kann sicher durch Gaskraftwerke ersetzt werden Presseinformation. Berlin, 2018 [https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/aktuelles/presse/pi\\_dvgw-moser-studie-30-07-18.pdf](https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/aktuelles/presse/pi_dvgw-moser-studie-30-07-18.pdf) Zugriff 08.02.2020
- Eckhouse, Brian (2019): The U.S. Has a Fleet of 300 Electric Buses. China Has 421,000 in Bloomberg Media Services, 15. May 2019, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-05-15/in-shift-to-electric-bus-it-s-china-ahead-of-u-s-421-000-to-300> Zugriff: 2. 1. 2020
- EMCEL (2020): Internetauftritt des EMCEL Ingenieurbüro für Brennstoffzelle, Wasserstofftechnologie und Elektromobilität, Köln <https://emcel.com/de/> Zugriff: 8. 2. 2020

- Ehret, Oliver (2018): Wasserstoff und Brennstoffzellen: Antworten auf wichtige Fragen Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)1 [https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/180502\\_dossier-wasserstoff-und-brennstoffzellen\\_de\\_web.pdf](https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/180502_dossier-wasserstoff-und-brennstoffzellen_de_web.pdf) Zugriff: 9.2.2020
- Esch, Franz-Rudolf; Herrmann Andreas; Sattler, Henrik (2013): Marketing - Eine managementorientierte Einführung Vahlen, München
- Frankfurter Allgemeine Zeitung (2013), Ausgabe 27.05.2013: Eine Million Elektroautos bis 2020 - Merkel hält an Absatzziel fest <https://www.faz.net/-gqg-79evm> Zugriff 2.2.2020
- Figenbaum, Erik (2017): Perspectives on Norway's supercharged electric vehicle policy Institute of Transport Economics, Norway [https://www.researchgate.net/publication/310613694\\_Perspectives\\_on\\_Norway's\\_supercharged\\_electric\\_vehicle\\_policy](https://www.researchgate.net/publication/310613694_Perspectives_on_Norway's_supercharged_electric_vehicle_policy) Zugriff 18. 01. 2020
- Figenbaum, Erik, Kolbenstvedt, Marika (2013): Electromobility in Norway-experiences and opportunities with Electric Vehicles <https://www.toi.no/getfile.php/1333828/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2013/1281-2013/1281-2013-elektronisk.pdf> Zugriff 18. 01. 2020
- Gemis, Carsten (2019): VW stockt Investitionen ins Elektroauto deutlich auf Zeitungsartikel im Internet, Frankfurter Allgemeine (F.A.Z.), 15.11.2019, Frankfurt am Main <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/vw-stockt-investitionen-ins-elektroauto-deutlich-auf-16487281.html> Zugriff: 27.01.2020
- Gräbner, Sven (2016): Elektrifizierung des Bus- und Wirtschaftsverkehr - Methoden der Produktentwicklung und Mechatronik Präsentation im Internet Lernlabor Flottenelektrifizierung, TU Berlin. [https://www.e-mob-lernwelt-berlin.org/assets/images/PDF/Lernlabor\\_Flottenelektrifizierung\\_160419\\_SG\\_Versand.pdf](https://www.e-mob-lernwelt-berlin.org/assets/images/PDF/Lernlabor_Flottenelektrifizierung_160419_SG_Versand.pdf) Zugriff: 14.02.2020
- Handelsblatt (2018): Daimler will 20 Milliarden Euro in Batteriezellen investieren Zeitungsartikel im Internet, Handelsblatt vom 11.12.2018, Düsseldorf <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/auto-von-morgen/elektromobilitaet-daimler-will-20-milliarden-euro-in-batteriezellen-investieren/23745210.html> Zugriff: 27.01.2020
- Hardy, Anne (2011): Fünf gute Gründe, E10 in den Tank zu füllen Pressemitteilung im Internet Goethe-Universität, Frankfurt am Main <https://idw-online.de/de/news418158> Zugriff: 10.01.2020
- Held, Michael (16. Aug. 2019): Elektromotor vs. Verbrennungsmotor, Online-Magazin e-auto-Journal.de <https://e-auto-journal.de/elektromotor-vs-verbrennungsmotor/> Zugriff: 22. 12. 2019
- Herrmann, Ulrike (2019): Angriffe in Saudi-Arabien - Es gab nie eine Ölkrise, Die Tageszeitung TAZ, 21.9.2019, <https://taz.de/Angriffe-in-Saudi-Arabien/!5622984/> Zugriff 25. 1. 2020
- Hofbauer, Günter; Körner, Rene; Nikolaus, Uwe; Poost, Andreas (2006): Marketing von Innovationen: Strategien und Mechanismen zur Durchsetzung von Innovationen W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart
- Hohensee, Jens (1996): Der erste Ölpreisschock 1973-74: die politischen und gesellschaftlichen Auswirkungen der arabischen Erdölpolitik auf die Bundesrepublik Deutschland und Westeuropa Franz Steiner Verlag, Stuttgart
- Inkscape Software Version 5.2, GNU General Public License, <https://inkscape.org> Zugriff 2.1.2020
- Jung, Holger; v. Matt, Jean-Remy (2002): Momentum - Die Kraft die Werbung heute braucht, Lardon Verlag, Berlin
- Karnowski, Veronika (2011): Diffusionstheorien Nomos Verlag, Baden-Baden
- Karnowski, Veronika; Kümpel, Anna Sophie (2016): Diffusion of innovations. Schlüsselwerke der Medienwirkungsforschung Springer Verlag, Wiesbaden <https://www.tu-chemnitz.de/mathematik/wima/deutsch/lehre/shared/MathMod/MMlektuere14.pdf> Zugriff: 05.05.2020
- Keichel, Marcus; Schwedes, Oliver (2013): Das Elektroauto: Mobilität im Umbruch Springer Vieweg, Wiesbaden
- Kleinmanns, Joachim (2002): Super, voll! Kleine Kulturgeschichte der Tankstelle Jonas Verlag, Marburg
- Knote, Thoralf, Haufe, Beate; Saroch, Lars (2017): E-Bus-Standard - Ansätze zur Standardisierung und Zielkosten für Elektrobusse Fraunhofer IVI, Dresden
- Koch, Alexander (2018): E-Autos: Elektroquote in China ab 2019, China verbietet erste Verbrenner Auto-Zeitung, <https://www.autozeitung.de/china-elektroquote-136922.html> Zugriff: 4.2.2020
- Korthauer, Reiner (2013): Handbuch Lithium-Ionen-Batterie Springer Verlag, Berlin Heidelberg

- Kraftfahrt-Bundesamt (2015): Neuzulassungen von Pkw im Jahr 2018 nach ausgewählten Kraftstoffarten Statistische Aufstellung auf der Internetseite des Kraftfahrt-Bundesamtes [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Umwelt/2015\\_n\\_umwelt\\_dus1.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Umwelt/2015_n_umwelt_dus1.html) Zugriff: 1.2.2020
- Kraftfahrt-Bundesamt (2018a): Neuzulassungen von Pkw im Jahr 2018 nach ausgewählten Kraftstoffarten Statistische Aufstellung auf der Internetseite des Kraftfahrt-Bundesamtes [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Umwelt/2018\\_n\\_umwelt\\_dus1.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Umwelt/2018_n_umwelt_dus1.html) Zugriff: 1.2.2020
- Kraftfahrt-Bundesamt (2018b): Fahrerlaubnisbestand im Zentralen Fahrerlaubnisregister Statistische Aufstellungen auf der Internetseite des Kraftfahrt-Bundesamtes [https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftfahrer/Fahrerlaubnisse/Fahrerlaubnisbestand/2018/2018\\_fahrerlaubnisbestand\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftfahrer/Fahrerlaubnisse/Fahrerlaubnisbestand/2018/2018_fahrerlaubnisbestand_node.html) Zugriff: 6.2.2020
- Kreyenberg, D.; Lischke, A. (DLR) Bergk, F.; Duennebeil, F.; Heidt, C.; Knörr, W. (IFEU) Raksha, T.; Schmidt, P.; Weindorf, W. (LBST) Naumann, K.; Majer, S.; Müller-Langer, F. (DBFZ) (2015): Erneuerbare Energien im Verkehr: Potenziale und Entwicklungsperspektiven verschiedener erneuerbarer Energieträger und Energieverbrauch der Verkehrsträger Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Verkehrsforschung; Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU), Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST), Deutsches Biomasseforschungszentrum GmbH (DBFZ), Studie für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), AZ Z14/SeV/288.3/1179/UI40 [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/mks-kurzstudie-ee-im-verkehr.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/mks-kurzstudie-ee-im-verkehr.pdf?__blob=publicationFile) Zugriff: 26. 12. 2019
- Kurzweil, Peter; Dietmeier, Otto (2015): Elektrochemische Speicher: Superkondensatoren, Batterien, Elektrolyse-Wasserstoff, rechtliche Grundlagen Springer Vieweg, Wiesbaden
- Lauer, Johannes (2017): Elektromobilität als Baustein nachhaltiger Stadtentwicklung in chinesischen Megastädten Strukturen, Prozesse und Instrumente zur Förderung von Elektromobilität in der Modellregion Shenzhen Dissertation Hafencity Universität Hamburg 2017 [http://edoc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2017/381/pdf/Dissertation\\_Johannes\\_Lauer.pdf](http://edoc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2017/381/pdf/Dissertation_Johannes_Lauer.pdf) Zugriff: 21. 1. 2020
- Lehmann, Jochen; Luschtinetz, Thomas (2014): Wasserstoff und Brennstoffzellen: Unterwegs mit dem saubersten Kraftstoff Springer Verlag, Berlin
- Lesch, Harald (2019): Brennstoffzelle im Auto: Besser als Lithiumakkus ? ZDF-Mediathek, <https://www.zdf.de/dokumentation/terra-x/lesch-und-co-litiumakku-vs-brennstoffzelle-100.html> Zugriff: 21. 1. 2020
- Lienkamp, Markus (2012): Elektromobilität: Hype oder Revolution? Springer Vieweg, Berlin
- Liedtke, Maren; Elsner, Harald (2010): Seltene Erden Commodity Top News Nr. 31. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Zugriff: 12. 1. 2020 [http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity\\_Top\\_News/Rohstoffwirtschaft/31\\_erden.pdf](http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/31_erden.pdf) Zugriff: 21. 1. 2020
- Lossau, Norbert (2019): Die Superbatterie wird es niemals geben Pinnberger Tageblatt Ausgabe 02.11.2019, Schleswig-Holsteinischer Zeitungsverlag A. Beig
- Meffert, Heribert; Burmann, Christoph; Kirchgeorg, Manfred; Eisenbeiß, Maik (2018): Marketing: Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung Konzepte - Instrumente - Praxisbeispiele, Springer
- Mercedes Benz (2018): Der neue eCitaro. Technische Information und Beschreibung Mercedes Benz Technik Broschüre: Überblick der technischen Daten des neuen Mercedes-Benz eCitaro sku: MB-EC-2-DE-06/18 Stand 06/2018 <https://daimlerbuses-printshop.com/de/der-neue-ecitaro-technische-information-de-0718.html>, Zugriff: 30. 12. 2019
- Meyer, Kerstin; Helms, Hinrich; Kämper, Claudia; Biemann, Kirsten; Lambrecht Udo; Jöhrens, Julius (2019) Klimabilanz von Elektroautos ? Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial Agora Verkehrswende, Berlin. [https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Klimabilanz\\_von\\_Elektroautos/Agora-Verkehrswende\\_22\\_Klimabilanz-von-Elektroautos\\_WEB.pdf](https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Klimabilanz_von_Elektroautos/Agora-Verkehrswende_22_Klimabilanz-von-Elektroautos_WEB.pdf) Zugriff: 30.01.2020
- Mittelständische Energiewirtschaft Deutschland (2017): Die steuerliche Belastung von Benzin und Diesel Kurzstudie des Instituts ETR, Berlin [https://www.afm-verband.de/files/2714/9855/4362/MEW\\_Studie\\_01\\_17\\_Komplett.pdf](https://www.afm-verband.de/files/2714/9855/4362/MEW_Studie_01_17_Komplett.pdf) Zugriff: 14.02.2020
- Mönning, A. (2012): Die Automobilindustrie - Gute Wachstumsperspektiven trotz zukünftiger Herausforderungen: GWS Themenreport 12/2. Osnabrück [http://papers.gws-os.com/tbericht\\_auto\\_final\\_2012-q1.pdf](http://papers.gws-os.com/tbericht_auto_final_2012-q1.pdf), Zugriff: 4. 1. 2020



- Mönnig, A., Schneemann, Ch., Weber, E., Zika, G., Helmrich, R. (2018): Elektromobilität 2035 ? Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs von Personenkraftwagen Nürnberg, IAB-Forschungsbericht 8/2018 <http://www.gws-os.com/downloads/fb0818.pdf> Zugriff: 4. 1. 2020
- Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, Arbeitsgruppe 4 (2020): Sicherung des Mobilitäts- und Produktionsstandortes, Batteriezellproduktion, Rohstoffe und Recycling, Bildung und Qualifizierung Zwischenbericht Januar 2020 der Fokusgruppe Strategische Personalplanung und -entwicklung [https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/01/NPM\\_AG-4\\_FG-Personalplanung\\_Zwischenbericht\\_2020.pdf](https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/01/NPM_AG-4_FG-Personalplanung_Zwischenbericht_2020.pdf) Zugriff 8.2.2020
- Noack, Hans-Joachim (2008): Helmut Schmidt - Die Biographie, Rowohlt Verlag, Berlin
- NOW (2018), Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie : Jahresbericht 2018 NOW GmbH, Berlin [https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/7-now-jahresberichte/now\\_jahresbericht\\_2018.pdf](https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/7-now-jahresberichte/now_jahresbericht_2018.pdf) Zugriff: 12.01.2020
- Nuhn, Helmut, Hesse, Markus (2006): Verkehrsgeographie Verlag Schöningh UTB GmbH, Stuttgart
- Octave Software Version 5.2, GNU Open Source and freely redistributable Software, <https://www.gnu.org/software/octave/download.html> Zugriff 2.1.2020
- Paine, Chris (2006): Buch und Regie des Dokumentarfilms Who killed the electric car? Sony Pictures Classics, New York dt. Fassung als youtube-playlist <https://www.youtube.com/watch?v=wq0Rc1EHruU&list=PLckOLDoh9LHPvoCvZEcoi0BiEphBH0T7J> Zugriff 20.1.2020
- Pischinger, Stefan, Seifert, Ullrich (2016): Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, 8. Auflage. Springer
- Proff, Heike, Fojcik, Thomas Martin (Hrsg.) (2016): Nationale und internationale Trends in der Mobilität: Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte Springer
- Proff, Heike; Brand, Matthias; Mehnert, Kurt; Schmidt, Johannes Alexander; Schramm, Dieter (2016): Elektrofahrzeuge für die Städte von morgen : interdisziplinärer Entwurf und Test im DesignStudio NRW Springer Gabler, Wiesbaden
- PWC - Price Waterhouse Coopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (2019): E-Bus-Radar Wie elektrisch wird der öffentliche Nahverkehr? Präsentation im Internet, Frankfurt am Main <https://www.pwc.de/de/offentliche-unternehmen/e-bus-radar-0819.pdf> Zugriff: 05.02.2020
- Radke, S. (2017): Verkehr in Zahlen 2017/2018. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), DVV Media Group, Hamburg <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-pdf-2017-2018.pdf>, Zugriff: 30. 12. 2019
- Randeloff, Martin (2013): Die Finanzierung des öffentlichen Verkehrs in Deutschland: Struktur, Probleme und Alternativen Internetplattform zukunft-mobilität, <https://www.zukunft-mobilitaet.net/28179/analyse/finanzierung-des-oePNV-in-deutschland/> Zugriff: 30. 12. 2019
- Reinhart, Gunther (2017): Handbuch Industrie 4.0: Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik, Carl Hanser Verlag, München
- Rid, Wolfgang; Parzinger, Gerhard; Grausam, Michael; Müller, Ulrich; Herdtle, Carolin (2018): Carsharing in Deutschland: Potenziale und Herausforderungen, Geschäftsmodelle und Elektromobilität Springer Vieweg, Wiesbaden
- Rogers, Everett M. (1983): Diffusion of innovations The Free Press, New York
- Röttgen, Norbert im Interview in einem Zeitungsartikel im Internet vom 08. März. 2011 der Süddeutsche Zeitung (2011): Regierung klammert sich an E10 Süddeutscher Verlag, München
- Sachverständigenkreis Globale Umweltaspekte (SV GUA) des Bundesministerium für Bildung und Forschung (2003): <http://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/staff/claussenmartin/publications/bmbf-klimawandel.pdf> Zugriff: 24. 1. 2020
- Schneider, Florian und Thurn, Valentin (2019) (Buch und Regie): WDR TV-Sendung 29.01.2020 18:30-19.15 Elektroautos: Wie umweltfreundlich sind sie wirklich? in der ARD-Mediathek <https://www.ardmediathek.de/ard/> als Video verfügbar bis 29.01.2021
- Schnettler, Armin; Kampker, Achim; Vallee, Dirk (2013) Elektromobilität Grundlagen einer Zukunftstechnologie Springer Vieweg, Berlin
- Schmidt, Helmut (2009), TV-Sendung des Senders Phoenix: Die Bonner Republik 1949-1998 Teil 3/6: 1969-1974

- Sozial-liberale Koalition Brandt / Scheel Interview ab Minute 39:00ff abrufbarer Video-Mitschnitt unter youtube <https://www.youtube.com/watch?v=EHgeKUG3d2Q> Zugriff 25. 1. 2020
- Schulz, Holger; Karrasch, Stefan; Bölke, Georg; Cyrus, Josef; Hornberg, Claudia; Pickford, Regina; Schneider, Alexandra; Witt, Christian; Hoffmann, Barbara (2018): Atmen: Luftschadstoffe und Gesundheit Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V., Berlin
- Schüler-Zhou, Yun (2019): China treibt den globalen Wettbewerb für Elektromobilität an GIGA German Institute of Global and Area Studies Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien, GIGA German Institute of Global and Area Studies <https://www.giga-hamburg.de/de/publikation/china-treibt-den-globalen-wettbewerb-f%C3%BCr-elektromobilit%C3%A4t-an>
- Schwiebert, Andre (2019): Erfolgsfaktoren und Konzepte für Elektromobilität im Gewerbegebiet Masterthesis, HAW Hamburg <http://edoc.sub.uni-hamburg.de/haw/volltexte/2019/4807/> Zugriff 3. 1. 2020
- Seidel, Pia (2018): Warum wir nicht einfach E-Busse aus China kaufen Hochbahn Blog, 26. Okt. 2018 <https://dialog.hochbahn.de/bus-in-zukunft/warum-wir-nicht-einfach-e-busse-aus-china-kaufen/> Zugriff 3. 1. 2020
- Seiwert, Martin (2019): VW-Chef Herbert Diess über Wasserstoff-Autos: Das ist einfach Unsinn? Wirtschaftswoche, Artikel im Internet Handelsblatt GmbH, Düsseldorf <https://www.wiwo.de/unternehmen/auto/iaa2019/iaa-vw-chef-herbert-diess-ueber-wasserstoff-autos-das-ist-einfach-unsinn-/25009062.html> Zugriff: 11.01.2020
- Sinus Markt- und Sozialforschung GmbH, N.N. (2019): Fahrrad-Monitor Deutschland 2019 Online-Befragung, gefördert durch Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Heidelberg. [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/fahrradmonitor-2019-ergebnisse.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/fahrradmonitor-2019-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile) Zugriff: 11.02.2020
- Solberg, Erna (2019): From political ambitions to zero emissions Speech at the opening ceremony of Siemens' new battery factory in Trondheim, 28 January 2019. <https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/from-political-ambitions-to-zero-emissions/id2626995/> Zugriff: 18. 1. 2020
- Spektrum Lexikon der Chemie, Eintrag Online-Lexikon (2020): Synthesegas <https://www.spektrum.de/lexikon/chemie/synthesegas/8953> Zugriff: 8. 2. 2020
- Stan, Cornel (2015): Alternative Antriebe für Automobile: Hybridsysteme, Brennstoffzellen, alternative Energieträger Springer Vieweg, Berlin
- Statistik Senstralbyrå - National Statistical Institute of Norway (2018): Energy and Manufacturing - annually Statistics 2018 <https://www.ssb.no/en/energi-og-industri> Zugriff: 18. 1. 2020
- Steg, Linda (2005): Car use lust and must - Instrumental, symbolic and affective motives for car use. in Transportation Research Part A: Policy and Practice Vol. 39, Issues 23, February-March 2005, P. 147-162, Elsevier ScienceDirect
- Steg, Linda; Vlek, Charles; Slotegraaf, Goos (1999): Instrumental-reasoned and symbolic-affective motives for using a motor car. Transportation Research Part F Vol. 4: 2001 P. 151-169, Elsevier <https://www.rug.nl/staff/e.m.steg/stegvlekslotegraaf.pdf> Zugriff 2.2.2020
- Strathmann, Timo (2019): Elektromobilität als disruptive Innovation Springer Fachmedien, Wiesbaden.
- Umweltbundesamt (2017): Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe nach Quellkategorien Tabelle auf der Internetseite, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Dessau-Roßlau <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland#entwicklung-der-luftschadstoffbelastung-> Zugriff 30.01.2020
- Umweltbundesamt (2020): Nutzung von Flüssen: Wasserkraft Tabelle auf der Internetseite, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Dessau-Roßlau <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft#wasserkraft-und-klimawandel> Zugriff 10.02.2020
- United States Geological Survey (2020): Mineral Commodity Summaries Scientific Agency of United States Government, Reston/ <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020.pdf> Zugriff: 8. 2. 2020
- Vadium, I; Das, R; Wang, Y.; Putrus, G.; Kotter, R (2019): Electric vehicle Carbon footprint reduction via intelligent charging strategies 8th Int. Conf. on Modern Power Systems (MPS), Cluj Napoca, Romania, pp. 1-6.
- Verband der Automobilindustrie (VDA) (2011): Jahresbericht 2011 Publikation im Internet, Berlin <https://www.vda.de/de/services/Publikationen/jahresbericht-2011.html> Zugriff: 10.01.2020

- Wallentowitz, Henning; Freialdenhoven, Arndt; Olschewski, Ingo (2010): Strategien zur Elektrifizierung des Antriebsstranges: Technologien, Märkte und Implikationen Vieweg u. Teubner, Wiesbaden
- Witzke, Sarah (2016): Carsharing und die Gesellschaft von Morgen: Ein umweltbewusster Umgang mit Automobilität? Dissertation. Springer Gabler, Wiesbaden
- Wietschel, Martin; Kühnbach, Matthias; Rüdiger, David (2019): Die aktuelle Treibhausgasemissionsbilanz von Elektrofahrzeugen in Deutschland. No. S02/2019. Working Paper Sustainability and Innovation, 2019. Fraunhofer ISI, Karlsruhe. [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2019/WP02-2019\\_Treibhausgasemissionsbilanz\\_von\\_Fahrzeugen.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2019/WP02-2019_Treibhausgasemissionsbilanz_von_Fahrzeugen.pdf) Zugriff: 30.01.2020
- ZIV (2019), Zweirad-Industrie-Verband: Zahlen-Daten-Fakten zum Deutschen Fahrradmarkt 2018 Absatz und Umsatz der Branche steigen kräftig Pressemitteilung, Bad Soden. 2019 [https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PM\\_2019\\_21.03.\\_Fahrradmarkt\\_und\\_E-Bike\\_Markt\\_2018.pdf](https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PM_2019_21.03._Fahrradmarkt_und_E-Bike_Markt_2018.pdf) Zugriff: 05.02.2020

Ich versichere, die vorliegende Arbeit selbstständig ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt zu haben. Die aus anderen Werken wörtlich entnommenen Stellen oder dem Sinn nach entlehnten Passagen sind durch Quellenangaben eindeutig kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Thor Ragnar Paul Riemschneider