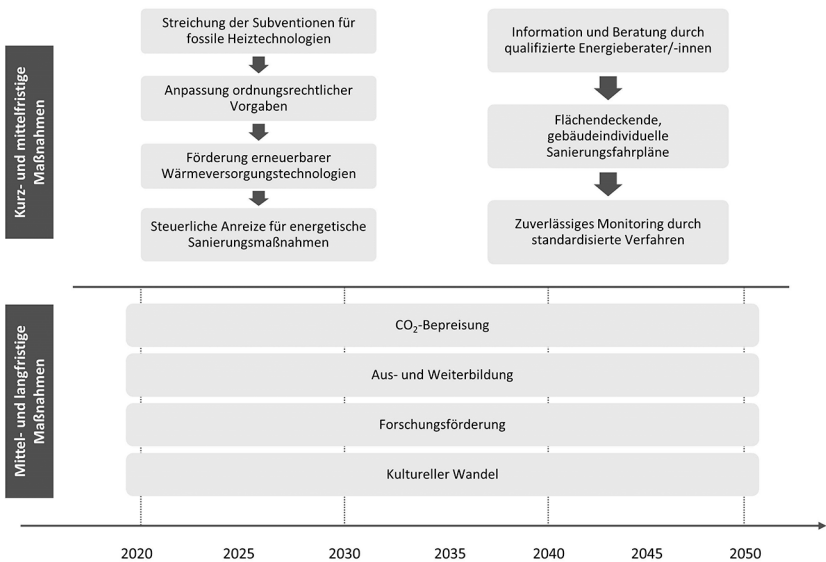


damit zusammenhängend der jeweiligen Mietergruppen scheint zentral, um die verschiedenen Interessen im Kontext der Gebäudesanierung besser bedienen zu können. Mit Umweltverbänden und ökologisch motivierten Immobilieneigentümerinnen und -eigentümern bestehen intrinsisch motivierte Akteursgruppen, die es für Kooperationen zu berücksichtigen gilt. Ebenso sind Baugewerbe und -industrie, Fachkräfte aus dem Handwerk und der Energieberatung mit ihrem ökonomischen Eigeninteresse an einer erhöhten Sanierungstätigkeit wichtige Verbündete bei der Erhöhung der Sanierungsrate.

Die Klimaschutzziele der Bundesregierung werden außerdem nur erreicht werden, wenn energetische Quartiers- und Stadtentwicklung, Fragen des umwelt- und klimafreundlichen Wohnens und Bauens sowie der Energieeffizienz und der Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäudebereich zukünftig Hand in Hand gehen.

Abbildung 47: Roadmap für eine Wärmewende im Gebäudesektor im Überblick



Quelle: Eigene Darstellung, adelphi.

5.3 Roadmap E-Mobilität

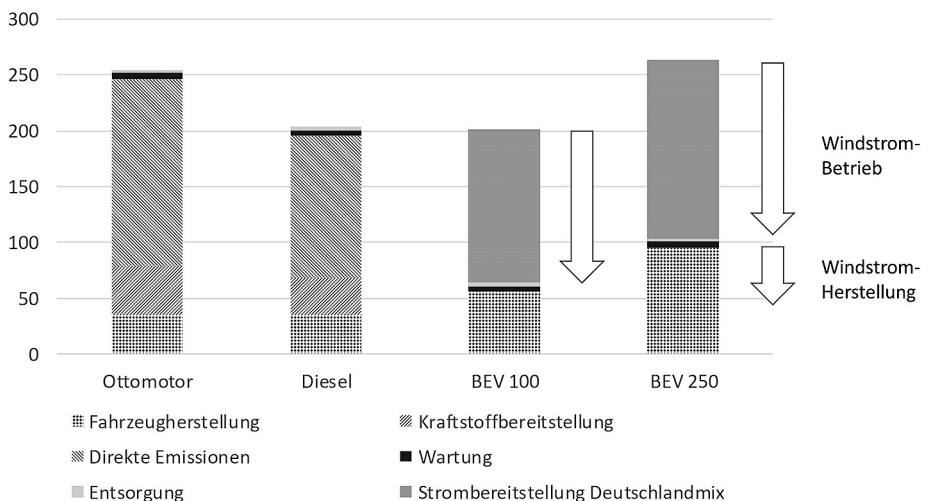
Um die deutschen Klimaziele zu erreichen ist ein zu 100 Prozent klimaneutraler Pkw-Verkehr bis 2050 notwendig. Die einfachen Hybrid-Pkw wie auch verbesserte Benziner und Diesel oder Erdgasfahrzeuge stellen dabei keinen Beitrag zu wirklich klimaneutralen Pkw-Antrieben dar. Die Gruppe der Plug-in-Hybride ist dagegen schon eher geeignet, die Durchschnittsverbräuche an Energie sowie die

Emissionen in einer Übergangsphase zu reduzieren. Brennstoffzellenfahrzeuge sind zwar potenziell klimaneutral zu betreiben und man kann sie schon zu hohen Preisen kaufen. Ihre Produktion in großen, den Markt verändernden Stückzahlen scheint jedoch vor Ende der 2020er-Jahre eher unwahrscheinlich (Clausen 2017d). Die vorliegende Roadmap fokussiert daher auf batterieelektrische Fahrzeuge (BEV), die zum einen in Kombination mit regenerativer Stromerzeugung zumindest für die Zukunft klimaneutrale Automobilität ermöglichen werden und die zum anderen mit heute schon weltweit in die Millionen gehenden Produktionszahlen auch von der Verfügbarkeit am Markt her am ehesten eine marktverändernde Alternative sind.

5.3.1 Batterieelektrische Fahrzeuge

Das Umweltbundesamt (Helms et al. 2016, S. 19) sieht beim Pkw ein Kontinuum vom konventionellen Antrieb durch Verbrennungsmotor über verschiedene Hybridvarianten (Hybrid, Plug-In, Range Extender) bis zum reinen Elektrofahrzeug. Für die Beurteilung der Klimawirkung von BEV ist dabei neben der Batteriegröße die Frage, ob der Strom aus dem Deutschlandmix oder aus erneuerbaren Quellen, z. B. Windstrom, kommt, entscheidend. Weitere Verbesserungen können durch die Versorgung der Fahrzeug- wie der Batteriezellproduktion mit erneuerbarem Strom erzielt werden.

Abbildung 48: Treibhausgasemissionen verschiedener Fahrzeugkonzepte unter heute durchschnittlichen Bedingungen in Deutschland in g CO₂/km



Quelle: In Anlehnung an Helms et al. (2016, S. 19).

Für den reinen Elektroantrieb eines Pkw wird der Verbrennungsmotor mit seinen Komponenten fortgelassen und stattdessen ein oder zwei Elektromotoren an den Achsen oder in den Radnaben sowie eine Leistungselektronik zur Motorsteuerung und eine Batterie eingebaut. Obwohl Leistungselektronik und Elektromotoren erheblich leichter sind als ein Verbrennungsmotor, ergibt sich ein Gewichtsnachteil, da die Batterien noch sehr schwer sind. Die Herstellung einer Batterie ist zudem teuer und mit erheblichem Energie- und Ressourcenaufwand verbunden. Vielfältige Studien untersuchen die Herstellung von Li-Ionen Batterien ökobilanziell, zuletzt die von Romare und Dahllöf (2017), die bei der Batterieherstellung aus Umweltsicht einen erheblichen Bedarf zur Steigerung der Öko-Effizienz sehen. Mit Blick auf die Vielfalt der gegenwärtig in Entwicklung befindlichen Batteriesysteme, beispielhaft das Konzept einer Natrium-Glas-Batterie mit deutlich gesteigerter Kapazität pro Kilogramm (Braga et al. 2017) sowie eine Batterie mit ultrakurzer Ladezeit von sechs Minuten für 32 kWh (Toshiba Corp Japan 2017), ist es nicht unwahrscheinlich, dass bei dieser Technologie noch erhebliche Effizienzpotenziale erschlossen werden können.

Helms et al. (2016) kommen aktuell zu dem Schluss, dass Elektrofahrzeuge, wenn sie mit erneuerbarem Strom betrieben werden, sowohl in der Nutzungsphase als auch in der Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus klare Klimavorteile haben und der heute noch erforderliche Aufwand der Fahrzeugherstellung durch Verbesserung spezifischer Batterieeigenschaften, Folgenutzungen (*second life*) und verstärktes Recycling auch aus ökonomischen Gründen deutlich effizienter werden wird. Durch die Herstellung unter Nutzung regenerativer Energie kann dieser Vorteil weiter ausgebaut werden.

Elektrofahrzeuge stoßen in der Nutzung keine Emissionen wie NO_x oder Feinstaub aus. Schädliche Emissionen sind eher mit der Herstellung verbunden, die Innenstädte würden also deutlich entlastet. Da die Geräuscentwicklung des Pkw-Antriebs neben den Windgeräuschen und den Reifen nur eine von drei wichtigen Ursachen ist, wirkt sich der leise Elektroantrieb auf die Lärmemissionen nur bei niedrigen Geschwindigkeiten bis zu 30 km/h aus.

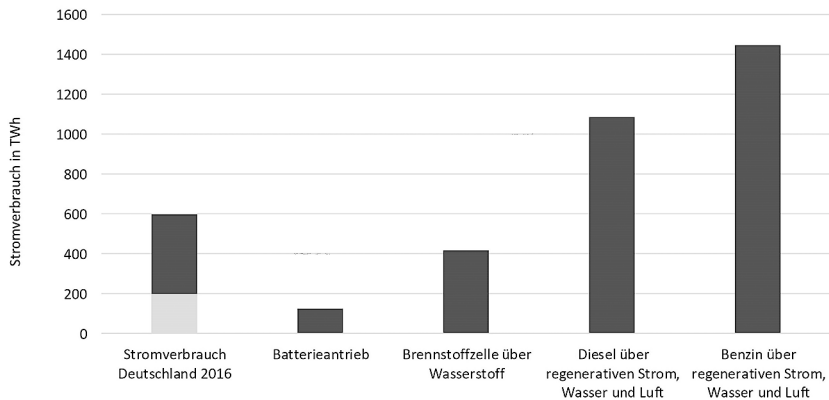
Nachdem erste im Vergleich zu Verbrennern wirtschaftlichere Elektrofahrzeuge bereits verfügbar sind (ADAC Fahrzeugtechnik 2018), ist mit ihrer Verbreitung relativ bald zu rechnen. Kostenvorteile entwickeln diese Fahrzeuge zunächst auf der Kurzstrecke. Ihre kleinen und damit preiswerten Batterien ermöglichen Reichweiten von 100 bis 150 Kilometern.

Parallel wird das Netz an Ladesäulen intensiv ausgebaut; die Reichweite der verfügbaren Fahrzeuge wird bis 2020 deutlich ansteigen, womit sich die Vorteilhaftigkeit der Elektrofahrzeuge auf weitere Marktsegmente ausdehnen wird. Auch die Fahrdynamik der Elektrofahrzeuge dürfte bei ihrer weiteren Diffusion eine wesentliche Rolle spielen (Clausen 2017d, S. 27; Valentine-Urbschat und Valentine-Urbschat 2014, S. 22).

5.3.2 Beurteilung der alternativen Antriebe mit Blick auf das Jahr 2050

Im Zentrum des folgenden Szenarios stehen batterieelektrische Fahrzeuge. Brennstoffzellenfahrzeuge haben neben den noch sehr niedrigen Produktionszahlen den Nachteil einer im Vergleich zum batterieelektrischen Fahrzeug etwa um den Faktor 2,5 schlechteren Systemeffizienz. Eine solche niedrige Systemeffizienz weisen ebenso alle Technologien für die Herstellung flüssiger Kraftstoffe auf Basis von regenerativer Elektrizität, Wasser und Luft auf. So ist es zwar theoretisch möglich, klimaneutrale Kraftstoffe herzustellen, der kumulierte Energieaufwand ist aber sehr groß (Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen 2013). Dies zeigt sich bei der Errechnung der Stromerzeugung, die notwendig ist, um genügend Energie für die gegenwärtig 626 Milliarden Kilometer Fahrleistung von Pkw in Deutschland (Kraftfahrtbundesamt 2017) zu haben. Für die verschiedenen klimaneutralen Antriebsarten wäre für den Betrieb der gesamten Pkw-Flotte in 2050 – gleiche Fahrleistung wie heute vorausgesetzt – die Erhöhung der Stromerzeugung um ca. 23 Prozent für den Batterieantrieb, um ca. 60 Prozent für eine Brennstoffzellenflotte und um bis zu 230 Prozent für den Antrieb durch »regeneratives Benzin« notwendig. Diese Steigerung der Stromerzeugung muss grundsätzlich auf Basis regenerativer Technologien erfolgen.

Abbildung 49: Notwendige Stromerzeugung für 626 Milliarden Kilometer Fahrleistung von Pkw (2016) für verschiedene klimaneutrale Antriebsarten



Quelle: Eigene Berechnung, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit.

Die Transformation der Pkw-Antriebe hin zu verbrauchseffizienten und schadstoffarmen Antrieben muss daher aus energiepolitischer Sicht im Wesentlichen durch batterieelektrische Fahrzeuge erfolgen.

Dabei dürfte die Batterie mit der durch sie bestimmten Reichweite und Ladezeit, ihren Kosten und dem notwendigen Aufwand zur Herstellung das zentrale

Bauteil sein. Die Frage der Rohstoffsicherheit für die Batterieproduktion wird dabei gegenwärtig intensiv diskutiert. Aber parallel werden sehr unterschiedliche, leistungsfähige Batteriekonzepte entwickelt, die jeweils unterschiedliche Rohstoffe erfordern. Es wird nötig sein, bei der Auswahl der Batteriekonzepte für die Großserie nicht nur deren Leistung und Kosten, sondern auch deren Rohstoffbasis und Umweltverträglichkeit sowie die sozialen Aspekte der Rohstoffproduktion ins Kalkül zu ziehen.

5.3.2.1 Ziele und Trends in der Elektromobilität

Das zentrale Ziel der Transformation der Pkw-Antriebe in Richtung Nachhaltigkeit besteht darin, drei wesentliche Umweltauswirkungen zu reduzieren:

- Geringere CO₂-Emissionen durch höhere Systemeffizienz sowie das Potenzial zur effizienten Nutzung regenerativer Energie
- Schadstofffreiheit im Fahrzeugbetrieb
- Reduktion der innerörtlichen Lärmemission

Das Ziel der Klimaneutralität in 2050 ist aus Sicht der Umweltpolitik imperativ und aus heutiger Sicht nur mit BEV erreichbar.

Die radikalste Lösung ist dabei die Umstellung auf einen reinen Elektroantrieb, langfristig immer im Zusammenhang mit einer Versorgung mit 100 Prozent Regenerativstrom gedacht. Im auf die Einhaltung des 2° C-Ziels hin entwickelten Szenario 450 der Internationalen Energieagentur errechnete die IEA schon 2009 die Notwendigkeit, in 2030 im globalen Mittel im Neuwagenmarkt einen Anteil von 7 Prozent BEV, 21 Prozent Plug-in electric vehicles (PEV) und 29 Prozent hybrid electric vehicles (HEV) abzusetzen (Valentine-Urbschat und Valentine-Urbschat 2014, S. 145). Schon 2030 sollten in diesem Szenario nur noch 43 Prozent des globalen Marktes bei Benzin- und Dieselfahrzeugen verbleiben.

Valentine-Urbschat und Valentine-Urbschat (2014, S. 145) leiten aus den Zahlen zur Reduktion des Energieeinsatzes für die Mobilität im Szenario 450 die plausible Notwendigkeit ab, bis 2030 einen Anteil von ca. 25 Prozent BEV im Fahrzeugbestand der OECD-Länder zu etablieren. Das deutsche Ziel lautet seit 2009, in 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen (Bundesregierung 2009). Das Szenario 450 würde es erforderlich machen, dass es schon 2030 ungefähr 10 Millionen Elektrofahrzeuge sind.

Auch die zivilgesellschaftlichen Kräfte in der Klima-Allianz Deutschland (2016, S. 20) fordern den Markthochlauf alternativer Antriebe. Aus der Sicht der Umweltverbände verspricht die Elektromobilität als Element einer Transformation zur Nachhaltigkeit nur dann eine wirklich umweltentlastende Wirkung, wenn sie Teil einer Verkehrswende ist und die Energiewende parallel und erfolgreich fortgesetzt wird (Lottsiepen 2014). Nur durch den Erfolg der Energie-

wende lässt sich eine erneuerbare Stromversorgung der Elektromobile sichern und nur durch eine erfolgreiche Verkehrswende lässt sich der Modal Split soweit vom Pkw weg verlagern, dass wir in der Lage sein könnten, die Materialkreisläufe rund um die große Zahl schwerer Wagen zu bewältigen. Canzler und Knie (2014) gehen in ihrem Zukunftsbild sogar noch weiter und sehen sowohl Strom als auch Wärme und Verkehr als Teile einer gesellschaftlichen Versorgungsstruktur, die zu einem synergetischen »Gesamtkunstwerk« weiter entwickelt werden muss.

Die Bundesregierung hat lange Zeit ihr Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen in 2020 betont (Nationale Plattform Elektromobilität 2016), welches aber von Jahr zu Jahr unrealistischer und zunehmend in Frage gestellt wird. Andere Länder treiben die Elektromobilität deutlich entschlossener voran, z. B. Norwegen (Clausen 2017c), Kalifornien (Clausen 2017b) und die Niederlande (Perleberg und Clausen 2017). Aber in diesen drei Ländern gibt es kaum eine Automobilbranche, die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor herstellt und gegen eine Politik der Elektromobilität Widerstand leisten würde; es existieren dort keine *veto player*.

Anders ist es in China. Nach dem aktuellen chinesischen »Development Plan for Fuel-efficient and New Energy Vehicles« im Zeitraum 2016 bis 2020 soll die Entwicklung von Elektro- und Hybridfahrzeugen in China entschlossen vorangetrieben werden (Beigang und Clausen 2017). Bis 2020 sollen chinesische Hersteller die weltweite Technologieführerschaft erlangen und an die Spitze der Verkaufszahlen von *new energy vehicles* aufsteigen (Tagscherer 2012, S. 4). In China sollen in 2020 schon 2,1 Millionen, fünf Jahre später 5,25 Millionen und 2030 dann 15,2 Millionen Elektrofahrzeuge abgesetzt werden, was 2030 einem Marktanteil von 40 Prozent entsprechen würde (Mizuho Bank 2017).

Chinesische Hersteller wie BYD führen schon heute die Liste der Unternehmen mit der höchsten Produktionszahl an BEV an. Zusammen mit Tesla, Streetscooter, Sono Motors und der e.Go Mobile AG wächst damit die neue Start-up-Szene in der Automobilbranche zusehends.

Die deutschen Hersteller Volkswagen, BMW, Audi und Mercedes haben im Herbst 2018 alle schon vollelektrische Autos im Angebot. BMW will 2018 schon 140.000 Elektroautos verkaufen, in 2025 plant Volkswagen 2 bis 2,5 Millionen, BMW 500.000 und Daimler 400.000 Elektroautos zu produzieren. Zusammen wären das 2,9 bis 3,4 Millionen Wagen. Bei einer Batteriekapazität von 35 bis 50 kWh pro Auto errechnet sich ein Batteriebedarf von 100 bis 170 GWh, während die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) für 2025 eine nationale Produktion von 13 GWh anstrebt (Nationale Plattform Elektromobilität 2016, S. 13). Ziel der NPE wäre damit ein Importanteil bei Batterien von 85 bis 93 Prozent.

5.3.3 Pfadabhängigkeiten und Hemmnisse

Durch die zunehmende Zahl von Automobilen in der Gesellschaft verschob sich seit den 1950er-Jahren der Modal Split immer mehr zum motorisierten Individualverkehr. Parallel wuchsen die Größe der Automobilhersteller und Zulieferer sowie die Zahl der Beschäftigten in Produktion und Werkstätten. Dabei ist die (Pfad-)Abhängigkeit vom Automobil selbst größer als die vom »Bauteil« Verbrennungsmotor. Als bedeutendste Pfadabhängigkeiten des Verbrennungsmotors als Pkw-Antrieb sehen wir die folgenden (Clausen 2017d, S. 40):

Technologische Pfadabhängigkeiten

Deutschland hat (auch aus chinesischer Sicht) einen kaum einholbaren Technologievorsprung bei der Konstruktion und dem Bau von Verbrennungsmotoren. Nicht zuletzt durch anspruchsvolle Kundinnen und Kunden hierzulande haben sich die deutschen Automobile der Mittel- und Oberklasse zu internationalen Exportschlagern entwickelt. Der Pfadwechsel zum Elektrofahrzeug gefährdet diese Position. Nicht nur, dass es hierzulande noch kaum Kundschaft für Elektrofahrzeuge gibt, deren Reaktion und Feedback für die Hersteller zur Realisierung internationaler Top-Qualität unverzichtbar sind, auch die Zahl der Patente für viele der Schlüsseltechnologien der Elektromobilität war in Deutschland im internationalen Vergleich noch vor wenigen Jahren eher klein (e-mobil bw 2015); der Verband der Automobilindustrie (VDA) berichtete 2017 allerdings von einer deutlichen Trendwende (Wilkins 2017). Die Lieferkette weist zumindest im Batteriebau deutliche Lücken auf. Das durch die Nationale Plattform Elektromobilität aufgestellte Ziel, bis 2020 in Deutschland einen internationalen Leitmarkt für Elektromobilität aufzubauen, scheint mit dieser Ausgangsposition kaum erreichbar (Nationale Plattform Elektromobilität 2016, S. 14).

Denn bis in die 1990er-Jahre hinein wurden keine ernsthaften Anstrengungen zur Entwicklung alternativer Antriebe gemacht. Elektroantriebe wurden zwar für stationäre Anwendungen in der Industrie gebraucht und daher kontinuierlich verbessert; da sie aber nicht mobil eingesetzt wurden, verschwand die Batterietechnik langsam aus der universitären wie privaten deutschen Forschungslandschaft. Heute wird ein Großteil der Patente für den elektrischen Antriebsstrang von Unternehmen in Ostasien gehalten (Clausen 2017d, S. 19). Auch das Start-up Tesla in Kalifornien ist aktiv. Die deutsche Automobilbranche hat zwar ein wenig in Wasserstoffantriebe und Brennstoffzellen investiert, bietet aber im Gegensatz zu Toyota und Honda noch keine verkaufsfähigen Produkte an. Auch beim Verkauf von Fahrzeugen mit Elektroantrieben lag sie in Europa 2017 keineswegs an der Spitze.

Weitere Hemmnisse für batterieelektrische Fahrzeuge liegen in der begrenzten Reichweite in Verbindung mit einer erst im Aufbau befindlichen Ladeinfra-

struktur. Batterien, die heute einigermaßen bezahlbar sind, bieten bis zu 100 oder 150 Kilometer Reichweite. Höhere Reichweiten sind mit höheren Kosten und höheren Umweltbelastungen in der Herstellung verbunden. Je kleiner aber die Reichweite, desto bedeutender das Problem der Ladeinfrastruktur, wobei nicht nur die Zahl der Säulen noch zu gering ist, auch die Bezahlssysteme sind noch nicht so weit entwickelt, dass wirklich jedes Elektrofahrzeug an jeder Säule laden kann.

Ökonomische Pfadabhängigkeiten

Niedrige Preise für Benzin und Diesel ermöglichen das Autofahren – mit Verbrenner – zu einem Preis, den die Autofahrerinnen und Autofahrer offensichtlich zu zahlen bereit sind. Auch die Zahlungsbereitschaft für den Kauf des Automobils selbst ist im breiten Publikum vorhanden. Flossen 1970 noch 12,5 Prozent der Konsumausgaben privater Haushalte in den Verkehr, so waren es 1990 schon 20,3 Prozent und 2010 24,9 Prozent (Statistisches Bundesamt 2019).

Etwa ein Viertel der Arbeitsplätze in der Zulieferbranche sind konkret an den Antriebsstrang für Verbrennungsmaschinen gebunden. Mit den hochmotorisierten Premiummodellen verdienen Hersteller und Zulieferer viel Geld. Auch volkswirtschaftlich besteht eine hohe Bedeutung und damit eine Abhängigkeit von der Automobilbranche mit ihren 471.300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zzgl. 302.700 Mitarbeitenden in deutschen Zulieferbetrieben. Die Automobilindustrie hat im Jahr 2016 ihren Umsatz auf 404,6 Mrd. Euro gesteigert und damit einen neuen Rekord erreicht. Mit 256,3 Mrd. Euro kamen fast zwei Drittel des Umsatzes aus dem Export (Verband der Automobilindustrie 2018). Die Exporte von Autos machen über 20 Prozent aller deutschen Exporte aus. Erfolg und Wettbewerbsfähigkeit der Automobilbranche sind damit wesentliche Faktoren für den nationalen Wohlstand.

Organisationale Pfadabhängigkeiten

Die Bindung der Hersteller wie auch der Zulieferer an den Verbrennungsmotor ist stark. Der große Hersteller Volkswagen konnte noch vor wenigen Jahren nicht glauben, dass die Post wirklich ein elektrisch angetriebenes Lieferfahrzeug wollte, worauf die Post es dann eigenständig mit einem Start-up der RWTH Aachen auf die Beine stellte (Clausen 2017a). Noch Ende 2017 erwarteten 54 Prozent der europäischen Automanager/-innen ein Scheitern des Elektroautos und 69 Prozent stimmten der Erwartung zu, dass erst die Brennstoffzelle mit dem »Brennstoff« H_2 den Durchbruch der Elektromobilität bringen werde (KPMG 2018).

Nutzerspezifische Pfadabhängigkeiten

Das Automobil – mit Verbrennungsmotor – entwickelte sich zum selbstverständlichen Element des Alltags, und schrittweise wurden Infrastrukturen in eine bestimmte Richtung verändert: Wohnungen wurden fern von Arbeitsplätzen und

Schulen gebaut oder gemietet, Geschäfte entstanden auf der grünen Wiese statt in den Innenstädten. Der Pfad des motorisierten Individualverkehrs stabilisierte sich kontinuierlich (Clausen 2017e).

Spezifische Hemmnisse für batterieelektrische Fahrzeuge liegen in der Einschränkung der Nutzung aufgrund der begrenzten Reichweite in Verbindung mit einer erst im Aufbau befindlichen Ladeinfrastruktur. Unsicherheiten bezüglich der Reichweitenplanung, der praktischen Durchführung des Ladevorgangs und der Bezahlung sowie der durch das Fahrzeug real möglichen Reichweite wurden durch die Presse phasenweise so stark geschürt, dass sie schon fast wie eine Scheindebatte wirkten. Der Mythos, dass nur mit einem »Brennstoff« gefahren werden kann, scheint sich nicht nur in der Autobranche, sondern auch in der Presse hartnäckig zu halten.

Rechtliche Pfadabhängigkeiten

Dem Wechsel vom Verbrenner zum Elektroantrieb stehen keine wesentlichen Vorschriften entgegen. Wenig wirksame umweltrechtliche Vorschriften zur Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen, Stickoxiden und Feinstaub und die über Jahre fehlende Kontrolle machten es aber für die Hersteller attraktiv, kleinschrittige Verbesserungen durchzuführen anstatt auf grundsätzliche Änderungen des Antriebskonzeptes zu setzen (Clausen 2017d).

Zusammenhänge

Zwischen den verschiedenen Pfadabhängigkeiten bestehen insoweit Zusammenhänge, als sie nur zusammen die hohe Stabilität des sozio-technischen Systems »Automobilität mit Verbrennungsmotor« erklären können. Niedrige Treibstoffpreise zusammen mit der durch immense Werbeausgaben geförderten hohen Zahlungsbereitschaft der Kundschaft und einem komplett fehlenden bzw. wenig wirksamen umweltpolitischen Druck zur Veränderung ließen Hersteller und Zulieferer immer mehr immer leistungsstärkere Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor entwickeln und erfolgreich vermarkten.

Auf die Verbreitung alternativer Antriebe wirken sich die Pfadabhängigkeiten mit unterschiedlicher Intensität aus. Herstellung und Nutzung von Hybrid-Pkw, die den bisher üblichen Verbrennern recht ähnlich – also »anschlussfähig« – sind, werden weniger stark behindert als die Vermarktung von batterieelektrischen Fahrzeugen und solchen mit Brennstoffzelle.

5.3.4 Ansatzpunkte eines Pfadwechsels

5.3.4.1 Chancen

Mit einem grundlegenden Pfadwechsel vom Antrieb durch Verbrennungsmotoren zur Elektromobilität sind Chancen in der Umwelt- wie in der Wirtschaftspolitik verbunden.

Wirtschaftspolitisch besteht eine Chance darin, Deutschland in den nächsten Jahren zu einem Leitmarkt der Elektromobilität zu entwickeln. Ein solcher Leitmarkt müsste die normative Idee eines über den gesamten Pkw-Lebenszyklus wirksamen klimaneutralen Pkw-Verkehrs mit dem großen Vorsprung zusammenführen, den die deutsche Automobilbranche in der Produktion qualitativ hochwertiger Pkw hat. In Anlehnung an das Verständnis von Clustern bei Porter (1998, S. 6) ist hier darauf hinzuweisen, dass Cluster und Leitmärkte leistungsstarker Forschung, Hersteller und Zulieferer bedürfen, aber ebenso ohne eine Gruppe anspruchsvoller Kundinnen und Kunden nicht denkbar sind. Die Realisierung eines deutschen Leitmarktes für Elektromobilität und damit die angestrebte Technologieführerschaft deutscher Hersteller bedarf daher eines schnellen Wachstums des nationalen Absatzmarktes.

Umweltpolitisch kann die Elektromobilität aus heutiger Sicht einen großen und vergleichsweise rasch wirkenden Beitrag zur Bekämpfung des Treibhauseffektes, zur Reduktion der Schadstoffbelastung in Innenstädten sowie auch zur Reduktion der innerörtlichen Lärmemissionen leisten.

Bezogen auf den Anstoß eines Pfadwechsels besteht eine, wenn auch letztlich ambivalente, Chance aus Dieselgate³ heraus. Zwar hat Dieselgate die Befürworterinnen und Befürworter des Antriebs durch Verbrennungsmotoren auf den Plan gerufen, aber gerade bei in Innenstädten aktiven Flottenbetreibern wie der Post (Clausen 2017a), der Deutschen See (2017) oder der Caritas (e.GO Mobile AG 2017) fallen gegenwärtig erste Entscheidungen, größere Fahrzeugflotten auf Elektroantrieb umzustellen. Dabei ist durch Dieselgate neben Kosten und Klimafreundlichkeit auch die Schadstofffreiheit des Fahrzeugbetriebs ein wesentliches Argument geworden.

Diese Entscheidungen der Flottenbetreiber weisen auch auf eine weitere Chance der Elektromobilität hin. Die zweite Generation von Elektrofahrzeugen bietet deutlich günstigere *total cost of ownership* (TCO) als die bisher gefertigten hochpreisigen Wagen und ist auch gegenüber Fahrzeugen mit Antrieb durch Verbrennungsmotoren wettbewerbsfähig. Ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis ist für die Verbreitung von Innovationen zentral; damit ist die weitere Kostenen-

3 Gemeint ist die im September 2015 durch eine Klage der US-amerikanischen Umweltschutzbehörde gegenüber VW ausgelöste Kontroverse um Abschaltvorrichtungen für Abgasreinigungssysteme von Dieselmotoren.

kung, die sich auch bei den großen Herstellern andeutet, eine weitere wesentliche Chance für den Pfadwechsel.

5.3.4.2 Risiken

Die wirtschaftspolitischen Risiken sind gravierend. Gelingt der Aufbau eines Leitmarktes nicht rasch und bevor die Unternehmen anderer Nationen einen wesentlichen Vorsprung erreicht haben, dann droht der Verlust der Technologieführerschaft und ggf. auch ein drastisches Absinken des Exports. Zwar gibt es eine Gruppe innovativer Start-ups in der Elektromobilität nicht nur international (Geely, BYD, Tesla, Polestar), sondern auch national (Streetscooter, Sono Motors, e-Go Mobile AG), aber die Präsenz gerade der großen Unternehmen der Automobilbranche im Markt für Elektroautos ist noch nicht da, wo sie sein sollte. Genau wie in Politik und Gesellschaft dürften auch innerhalb der deutschen Autobranche Befürworter/-innen und Gegner/-innen des Pfadwechsels noch um die strategische Führung ringen. Eine wirksame nationale Koordination und ein gutes Narrativ der »starken deutschen Hersteller mit den weltbesten Premium-Elektro-Angeboten« könnten auch in der Gruppe der unternehmerischen Akteure Entwicklungen beschleunigen und mehr Einigkeit schaffen.

Umweltpolitisch bestehen die Risiken in einem Misserfolg bei der Begrenzung des Klimawandels und entsprechend katastrophalen und globalen Langfristfolgen, wobei sich der Klimaschutzbeitrag durch die Elektromobilität in Deutschland durch internationale Effekte über die Vorbildwirkung von Deutschland potenzieren könnte. Ein weiteres umweltpolitisches Risiko besteht darin, dass es nicht gelingt, die Herstellung der Batterien durch Fortschritte in der Effizienz deutlich material- und energieeffizienter zu machen. Auch die ressourcenpolitisch notwendige Realisierung eines besseren Recyclings und Materialkreislaufs in der Automobilwirtschaft steht noch aus (Tappeser und Chichowitz 2017c).

Mit Blick auf die Koordination des Pfadwechsels zu einer Elektromobilität mit starken deutschen Herstellern und Marktführerschaft bei Premium-Elektro-Angeboten besteht ein erhebliches Risiko in der bisher wenig ausgeprägten Fähigkeit der »Deutschland AG« mit ihren politischen und industriellen Akteurinnen und Akteuren, einen wirksamen wirtschaftspolitischen Rahmen zu setzen und Förderaktivitäten optimal zu koordinieren. Dazu bedarf es eines kohärenten und koordinierten Vorgehens politischer Akteurinnen und Akteure aus verschiedenen Ministerien, die sich nicht permanent durch Lobbyinteressen ablenken oder durcheinander bringen lassen. Ein zu starkes Bremsen durch die bisher am Verbrennungsmotor hängenden Anspruchsgruppen von der Industrie über die Gewerkschaften bis hin zu Regionen und Bundesländern mit bisher starken Produktionsstandorten könnte die Realisierung der oben aufgeführten Chancen so verzögern, dass mit Blick auf das Zieljahr 2030 alle national beteiligten Akteurinnen und Akteure auf der Verliererseite stehen könnten.

Einiges deutet sogar darauf hin, dass wesentliche Akteurinnen und Akteure immer noch kein wirkliches Interesse am Aufbau eines Leitmarktes für Elektromobilität haben: zum einen die oft immer noch schlechte Kaufberatung in den Autohäusern der großen Hersteller (Helmer und Gnannt 2017), zum anderen die immer wieder kritisch statt konstruktiv geführte Debatte um die öffentliche Ladeinfrastruktur, die teilweise den Charakter einer Scheindebatte annimmt. Während sich Elektrofahrzeuge zunächst offenbar eher als Zweitwagen und Lieferfahrzeuge etablieren, die – wie auch die norwegischen Erfahrungen zeigen (Clausen 2017c) – für Millionen von Haushalten daheim geladen werden können, wird in Deutschland das Elektrofahrzeug immer wieder an der Nutzung des Pkws mit dem One-fits-all-Ansatz gemessen. Die »Reichweitenangst« zu schüren ist sogar mit dem Risiko verbunden, zu viel Geld in eine Ladeinfrastruktur zu stecken, die z. B. mit Blick auf die Innenstädte angesichts einer weiterentwickelten Batterietechnik schon in zehn Jahren wieder überholt sein könnte.

5.3.5 Maßnahmen und politische Initiativen

Für die erfolgreiche Einführung von Elektrofahrzeugen in großer Zahl in den deutschen Automobilbestand sind sowohl kurz- (bis 2020) als auch mittelfristige (bis 2025) Maßnahmen erforderlich. Langfristige Entwicklungen, z. B. das ab 2025 oder 2030 zu erwartende autonome Fahren, werden nicht berücksichtigt.

Die Aufgabe der kurzfristigen Maßnahmen besteht primär darin, die Ladeinfrastrukturen systematisch aufzubauen und den Absatzmarkt für die um das Jahr 2020 herum geplante Markteinführung zahlreicher elektrischer Modelle der großen deutschen Hersteller vorzubereiten.

Die mittel- und langfristigen Maßnahmen bauen auf dem Erfolg der kurzfristigen Maßnahmen auf und zielen auf die dauerhafte Sicherung und den Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilhersteller mit Premium-Elektrofahrzeugen im Weltmarkt der zweiten Hälfte der zwanziger Jahre.

5.3.5.1 Einfache und praxisgerechte Ladeinfrastruktur

Prioritär sollten in den Jahren 2019 und 2020 die Probleme der Ladeinfrastruktur gelöst werden. Ladeangebote müssen für daheim, für den Arbeitsplatz und für unterwegs aufgebaut werden. Die richtigen Lösungen variieren dabei mit den Fortschritten der Batterietechnik. Gelingt z. B. Toshiba die Serienproduktion des 32 kWh-Akkus, der sich in sechs Minuten laden lässt (Toshiba Corp Japan 2017), könnten Innenstadtbewohner auch zukünftig zu einer »Tankstelle« fahren und dort auf das Laden warten. Ein flächendeckendes Ladenetz in Stadtteilen mit mehrstöckiger Bebauung wäre dann verzichtbar. Aus heutiger Sicht sind neben der Anzahl und Leistung der Ladepunkte auch Probleme der Bezahlssysteme von hoher Bedeutung:

- Wichtig ist eine hinreichende Zahl öffentlicher Ladepunkte in Städten und an Autobahnraststätten.
- Die Ausstattung öffentlicher Parkplätze mit Lademöglichkeiten ist zu verbessern. Dabei ist die Sichtbarkeit zu optimieren und an Ladeplätzen für Elektroautos muss ein Halteverbot für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ermöglicht und wirksam durchgesetzt werden.
- Es sollte ein »Recht auf das Laden zu Hause« auch in Mietwohnungen und Eigentumswohnungen mit Stellplatz oder Garage gesetzlich verankert werden.
- Wichtig sind weiter Roaming-Vereinbarungen für Ladesysteme, sodass man mit der eigenen Tankkarte überall zahlen kann, sowie transparente Kosten, sodass man von den Kosten der Ladeaktivität nicht überrascht wird. Bei beidem dürfte analog zu den Aktivitäten der Bundesnetzagentur eine ordnungsrechtliche Regulierung erforderlich sein.
- Hilfreich könnte die integrierte Entwicklung von Elektromobilität und Digitalisierung sein, z. B. der Einsatz von Apps bei der Suche nach freien Ladeplätzen, bei der Abrechnung sowie hinsichtlich der Schnittstellen zur multimodalen Mobilität (ÖPNV, E-Bikes, Fahrradmieta, Carsharing).

5.3.5.2 Preiswerte und nutzergerechte Elektroautos

Von zentraler Bedeutung ist, dass Elektroautos im Vergleich zu Autos mit Antrieb durch einen Verbrennungsmotor wettbewerbsfähiger werden, sowohl was den Verkaufspreis als auch die Reichweite und eine nutzergerechte Variantenvielfalt angeht. Dies lässt sich auf verschiedenen Wegen erreichen:

Wichtig ist die Entwicklung von Automobilen, die von vornherein »elektrisch« angelegt sind und so preiswerter produziert werden können als Wagen, die quasi umgebaute Verbrenner sind, z. B. heute der E-Golf oder der E-Up. Dass dieser Weg aussichtsreich ist, zeigen die Entwicklung des Streetscooter, des e.GO Life, des Tesla Model 3 und auch der Modulare Elektrobaukasten (MEB) von Volkswagen mit seinen geplanten Modellen. Das jetzt in Entwicklung befindliche Grundmodell des Volkswagen ID soll eine mit dem Golf vergleichbare Preisgestaltung haben. Über günstigere Betriebskosten würden sich Vorteile in den *total cost of ownership* ergeben. Als mögliche Aktivität bietet sich an:

- Entwicklung preiswerter Modelle durch die Hersteller

Wichtig ist auch ein breiteres Angebot von Modellen mit höherer Reichweite. Während zur Zeit Elektrofahrzeuge primär in der Luxusklasse (Tesla S, Tesla X), der Kleinwagenklasse (Renault ZOE, Nissan Leaf, VW E-Up, BMW i3) und bei Transportern (Streetscooter, E-Crafter, Mercedes-Benz e-Vito) angeboten werden, fehlt es noch an Mittelklassewagen, Vans, Kombis, SUVs oder Cabriolets. Da sich die von den Kundinnen und Kunden gewünschte Fahrzeugklasse nicht am Antrieb

orientiert, ist zu erwarten, dass mit einem breiteren Angebot an Modellen auch die Zahl der Käuferinnen und Käufer eines Elektroautos zunimmt. Weiter ist es erforderlich, die Reichweite der angebotenen Modelle auf das Mindestniveau von nominell ca. 400 Kilometern zu steigern. Handlungsoptionen sind hier:

- Entwicklung breiter Modellfamilien mit Mindestreichweite von 400 Kilometern durch die Hersteller
- Aufklärungskampagnen, dass eine nominelle Reichweite von 400 Kilometern völlig ausreichend ist

5.3.5.3 Nutzergruppen für die Elektromobilität erschließen

Die Änderung von Wunschvorstellungen, Erwartungen und Routinen bei breiten Kundenkreisen in Bezug auf Automobile ist erforderlich. Heute noch dürfte sich die unhinterfragte Grundvorstellung in vielen Köpfen befinden, dass ein Auto brummt, bei Vollgas aufheult und sich in wenigen Minuten volltanken lässt. Es wird erwartet, dass man auch spontan zu langen Fahrten aufbrechen kann. Einige dieser Vorstellungen müssen sich, zumindest mit Blick auf die heutige Batterietechnik und Ladeinfrastruktur, ändern. Zwar ist möglich, dass mit radikal kürzeren Ladezeiten in Zukunft diese Unterschiede zwischen Verbrenner und Batteriefahrzeug fast verschwinden, heute aber sind sie ohne Zweifel vorhanden. Die Änderung dieser unhinterfragten Vorstellungen und Wünsche ist letztlich ein Vorgang der Änderung der Mobilitätskultur und es ist zu erwarten, dass dieser Vorgang vergleichsweise viel Zeit – in jedem Falle mehrere Jahre – benötigt. Hier könnte der »kritische Pfad« des Pfadwechsels zur Elektromobilität liegen. Als Maßnahmen bieten sich folgende Aktivitäten an:

- Erhöhung der Kaufprämie für einen begrenzten Zeitraum von ca. 2 bis 3 Jahren, um möglichst schnell eine zunehmende Zahl von privaten und professionellen Nutzerinnen und Nutzern »umzugewöhnen« sowie die Zahl der Elektromobilistinnen und -mobilisten zu vergrößern, die ihre positiven Erfahrungen in ihrem jeweiligen sozialen Umfeld bzw. ihrer jeweiligen Region verbreiten.
- Einfache Möglichkeiten, ein Elektrofahrzeug einen oder mehrere Tage probefahrten, und niederschwellige Testangebote wie der Nordseeflitzer⁴ dürften sich als zentrales Instrument erweisen, die Erfahrung des elektrischen Fahrens zu verbreiten und Hemmschwellen abzubauen.

4 Der Nordseeflitzer kann in einigen Touristengemeinden Ostfrieslands mit der Kurkarte einmal gratis ausgeliehen und darüber hinaus gemietet werden. Mit dem elektrischen Nordseeflitzer, vom dem es sechs Exemplare des Renault ZOE in sechs Kommunen gibt, machen viele Touristen ihre ersten Erfahrungen mit der Elektromobilität. Die kostenlose Möglichkeit einer »Schnupperleihe« ist attraktiv.

- Dadurch, dass E-Fahrzeuge als Dienstfahrzeuge zur Verfügung stehen, gewöhnen sich die betroffenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an diese Fahrzeuge und meist entsteht eine erfreuliche Akzeptanz. So kann eine »ökonomische« Fahrweise erlernt werden, um die geplanten Reichweiten zu erreichen und Unsicherheiten abzubauen. Die Etablierung von Elektrofahrzeugen in Fahrzeugpools mit vielen verschiedenen Nutzerinnen und Nutzern ist damit von Bedeutung.
- Vorteile der Nutzung von Elektroautos sollten für die Nutzerinnen und Nutzer deutlich spürbar und erlebbar werden. Eine Umschichtung der EEG-Umlage auf alle Energieformen (Strom, Heizöl, Gas, Benzin und Diesel) würde den Strompreis relativ senken und so die relativen Kosten der Elektromobilität verringern. Bei der Kfz-Steuer und den Regelungen zur Dienstwagenbesteuerung sollten ebenfalls Vorteile für Elektroautos deutlich werden. Exklusive und kostengünstige Parkmöglichkeiten sollten geschaffen werden.

5.3.5.4 Regionale Aktivitäten und Kommunikationsmaßnahmen

Durch regionale Bündnisse kann der Pfadwechsel zur Elektromobilität unterstützt werden. Diese könnten sowohl die Entwicklung in Produktion, Herstellung und Standortmarketing rund um mögliche Cluster »Elektromobilität« in Bewegung bringen. Aber auch die Verbreitung und Nutzung von Elektromobilen im Tourismus, durch Privateleute und durch Flottenkundinnen und -kunden kann mithilfe solcher Bündnisse gefördert werden. Infoveranstaltung für Autohändler, Flotten- und Privatkundinnen und -kunden wären durch solche Bündnisse durchzuführen. Die Kooperation mit den Gemeinden und Stadtwerken bietet sich hier genauso an wie die Zusammenarbeit mit Stromversorgern, um auch die Ladeinfrastruktur koordiniert, sinnvoll und zukunftsfähig weiter auszubauen. Die Koordination der Einzelaktivitäten könnte zu regelmäßigen Rückmeldungen an die Bundesregierung führen, deren Rahmenbedingungen für die gesamte Entwicklung sehr bedeutend sind, deren Wirkung in der regionalen Praxis aber der regelmäßigen Rückmeldung bedarf. Als Maßnahmen bieten sich an:

- Bildung regionaler Bündnisse für Elektromobilität
- Aktivitäten zum Ausbau der Ladeinfrastruktur sollten durch kommunikative Maßnahmen begleitet werden, um potenzielle Kundinnen und Kunden davon zu überzeugen, dass eine vollständige und leistungsfähige Ladeinfrastruktur in 2020 zur Verfügung steht.
- Kommunikationsaktivitäten, die die (positiven) Erfahrungen von privaten wie auch professionellen Elektromobilistinnen und -mobilisten verbreiten, sollten von Herstellern und der Nationalen Plattform Elektromobilität unterstützt werden. Möglich wären einfache Formate wie »Die Sendung mit der Maus«, aber auch grenzüberschreitende Öffentlichkeitsarbeit, z. B. Stammtische für

E-Auto-Nutzerinnen und -Nutzer in Autohäusern, die öffentlich auffallen, durch die aber auch zahlreiche Autoverkäuferinnen und -verkäufer in Kontakt zu positiven E-Auto-Erfahrungen kämen. Über große Infoveranstaltung für Autohäuser und Flottenkundinnen und -kunden könnten Hersteller und Kommunen professionelle Nutzerinnen und Nutzer sowie Intermediäre ansprechen, informieren und für die Elektromobilität gewinnen.

5.3.5.5 Politische Priorisierung und Zuordnung der Elektromobilität

Seit 2010 existiert die Nationale Plattform Elektromobilität. Noch 2016 veröffentlichte sie im Wegweiser Elektromobilität (Nationale Plattform Elektromobilität 2016) die Prognose, dass in 2017 ca. 200.000 Elektromobile im deutschen Fahrzeugbestand sein würden. Real waren es zum 31. Dezember 2016 allerdings nur 34.000 Wagen. Die Arbeit der NPE insgesamt ist bisher alles andere als erfolgreich. Die Zahl der Publikationen, mit der die NPE das für die wirtschaftliche Zukunft des Landes zentrale Thema begleitet, liegt seit ihrer Gründung bis 2017 bei etwa zwei Publikationen pro Jahr. Mit dem Förderprogramm zum Aufbau der Ladeinfrastruktur hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur ausgerechnet die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) beauftragt, also eine Organisation, die im Kern zur Förderung einer deutlich weniger effizienten Alternative gegründet wurde. Die Etablierung eines nationalen Leitmarktes ist nach wie vor in weiter Ferne. Das langjährige Ziel, in 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen zu haben, hält die Bundeskanzlerin aktuell für unrealistisch (Der Tagesspiegel 2017). Referate für Elektromobilität existieren in verschiedenen Bundesministerien.

- Es sollte erwogen werden, das Thema aufgrund seiner Bedeutung für Wirtschaft, Energie und Umweltschutz primär dem BMWi gemeinsam mit dem BMUB zuzuordnen und hier eine hinreichend ausgestattete und wirksame Koordinationsstelle einzurichten, die die Aufgaben der NPE übernimmt und insbesondere die Themen Energiewende und Elektromobilität aufeinander abstimmt. Alternativ ist eine deutliche Aufwertung der NPE denkbar. Eine zukünftige Koordinierungsstelle Elektromobilität sollte auf einem politischen Langfristziel und einem starken Narrativ aufbauen, von allen beteiligten Bundesministerien unterstützt werden und über ausreichende Mittel verfügen bzw. diese mobilisieren können, um einen erfolgreichen Pfadwechsel zu begleiten. Wesentlich ist auch die Koordinierung der Arbeiten zur Anpassung des rechtlichen Rahmens.
- Für die Verkehrspolitik ist das Thema der Pkw-Antriebe dagegen von eher geringem Belang, da die Art des Antriebs sich nur marginal auf die Möglichkeiten der Mobilität auswirkt. Während die Ladeinfrastrukturen relativ eindeutig in die Zuständigkeit der Verkehrspolitik fallen, ist dies für die Antriebstechnik

kritisch zu sehen. Dies gilt besonders deshalb, weil nur etwa 40 Prozent der in Deutschland gebauten Autos hierzulande zum Einsatz kommen. Die wirtschaftspolitische Bedeutung für Arbeitsplätze und Export sowie die umweltpolitische Bedeutung für den Klimaschutz erfordern hier ein Umdenken.

5.3.5.6 Langfristige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie im Weltmarkt

In der deutschen Automobilindustrie arbeiten über 800.000 Menschen. Sie exportiert ca. 60 Prozent ihrer Produkte im Wert von ungefähr 200 Milliarden Euro p. a. Dass diese Branche auch nach dem Pfadwechsel zur Elektromobilität wettbewerbsfähig ist und hochpreisige Premium-Fahrzeuge erfolgreich exportiert, ist für den Wirtschaftsstandort Deutschland zentral.

- Von kaum zu überschätzender Bedeutung ist die Batterietechnik, von der Reichweite, Ladezeiten, Kosten und Ökoeffizienz der Herstellung von Elektrofahrzeugen entscheidend abhängen. Koordiniert durch die Bundesregierung und unterstützt durch Forschungsförderung sollte sowohl an der Forschung und Entwicklung wie an der Skalierung der Produktion von Batteriezellen und Batterien gearbeitet werden. Die F&E zu neuen, leistungsfähigeren, preisgünstigeren und ressourcenschonenderen Batteriekonzepten sollte, ähnlich wie in Japan (The Japan Times 2018), deutlich gefördert werden. Die Skalierung der Produktion sollte durch die Hersteller erfolgen und das Ziel des Volumens der inländischen Batterieproduktion sollte von 13 GWh in 2025 (Nationale Plattform Elektromobilität 2016, S. 13) auf mindestens 100 GWh hochgesetzt werden. Im neuen Fortschrittsbericht 2018 der NPE wird der Batterietechnologie eine hohe Bedeutung zugesprochen, neue Zahlen werden aber nicht genannt (Nationale Plattform Elektromobilität 2018, S. 36).
- Eine zentrale Stärke der deutschen Hersteller ist die Fähigkeit, hochqualitative Premiummodelle zu produzieren. Dies eröffnet ihnen sogar objektiv die Chance, als *me too* Elektroautos zwar nicht als erste einzuführen, sie dafür aber »besser« zu machen. Aber auch hierzu benötigen die deutschen Hersteller einen starken Leitmarkt mit anspruchsvollen Kundinnen und Kunden in Deutschland, für die noch für einige Jahre erhebliche Kaufanreize erforderlich sein werden. Nur aus einem starken Heimatmarkt können Rückmeldungen und Impulse in die F&E der Hersteller kommen, die die Premium-Produktion deutscher Hersteller sichern helfen.

5.3.5.7 Klimaneutrale Autoproduktion

Während bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor die Fahrzeugherstellung nur 15 bis 20 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen ausmacht, erhöht sich dieser Wert für Elektrofahrzeuge, die mit erneuerbarem Strom angetrieben werden,

auf über 90 Prozent (Helms et al. 2016, S. 19). Eine klimaneutrale Produktion ist also zur langfristigen Optimierung dieser Fahrzeuge mit dem Ziel der Klimaneutralität von besonderer Bedeutung.

Der ab 2021 geltende Grenzwert für Flottenemissionen von 95g CO₂/km für alle neu zugelassenen Pkw kann durch eine CO₂-freie Autoproduktion bislang nicht reduziert werden, da hierzu die politischen Instrumente fehlen. Eine klimaneutrale (Fahrzeug-)Produktion in Deutschland sollte aber politisch unterstützt werden, da durch sie ein im Laufe der Zeit immer wichtigerer relativer Beitrag zur Erreichung der Klimaziele geleistet werden muss. Regenerativer Strom steht vielerorts zu wettbewerbsfähigen Gestehungskosten zur Verfügung, wird aber durch institutionell bedingte Kosten des Energiesystems so verteuert, dass der Bezug bei den Herstellern intern wirtschaftlich kaum durchgesetzt werden kann. Die gleichen Problematiken, die im Energierecht die dezentrale Erzeugung immer wieder benachteiligen, werden zukünftig auch die »physische« regenerative und ortsnahe Versorgung energieintensiver Produktionsstandorte behindern. Für eine klimaneutrale Autoproduktion sollten folgende Maßnahmen in Betracht gezogen werden:

- Die Versorgung von Produktionsstandorten mit »physisch« regionalem und erneuerbarem Strom sollte im Energierecht als Ziel verankert und so institutionalisiert werden, dass die Vorteile geringer Durchleitungsentfernungen sich in Kostenvorteilen niederschlagen. Eine solche Netzentgeltstruktur dürfte auch dazu führen, dass Netze effizienter und kostengünstiger betrieben werden.
- Fahrzeuge, produziert mit erneuerbaren Energien, sollten mit einem Faktor und in Abhängigkeit von der Antriebsart für die Erreichung des 95g-CO₂/km-Ziels berücksichtigt werden.
- Eine klimaneutrale Produktion sollte als Argument der Absatzförderung gegenüber Flotten- und Großkundinnen und -kunden sowie zur Imagepflege mit geeigneten Marketingmaßnahmen durch den Vertrieb der Hersteller genutzt werden.
- Zur Erzielung einer möglichst klimaneutralen Produktion ist die energieintensive Batteriezellfabrikation zentral. Die entstehenden Produktionsstätten der Batteriezellproduktion sollten daher prioritär an Standorten angesiedelt werden, an denen eine möglichst hohe anteilige Versorgung durch erneuerbaren Strom unproblematisch möglich ist.

5.3.5.8 Koordination des Ausstiegs aus der Verbrenner-Technologie

Die immer wieder emotional geführte Debatte um den Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor verstellt den Blick dafür, dass ein solcher Ausstieg in den nächsten 30 Jahren, ob wir ihn wollen oder nicht, aller Voraussicht nach kommen wird. Damit

dies keine vermeidbaren Verwerfungen bei Herstellern und Zulieferern zur Folge hat und dadurch unnötig private wie auch volkswirtschaftliche Werte vernichtet werden, bedarf es einer weniger emotional geführten, sachlichen Debatte darüber, wie ein solcher Ausstieg gestaltet und wie seine Folgen abgemildert werden können. Schon heute ist ja sichtbar, dass sich große Gruppen der weitsichtigeren Hersteller und Zulieferer auf den Ausstieg vorbereiten.

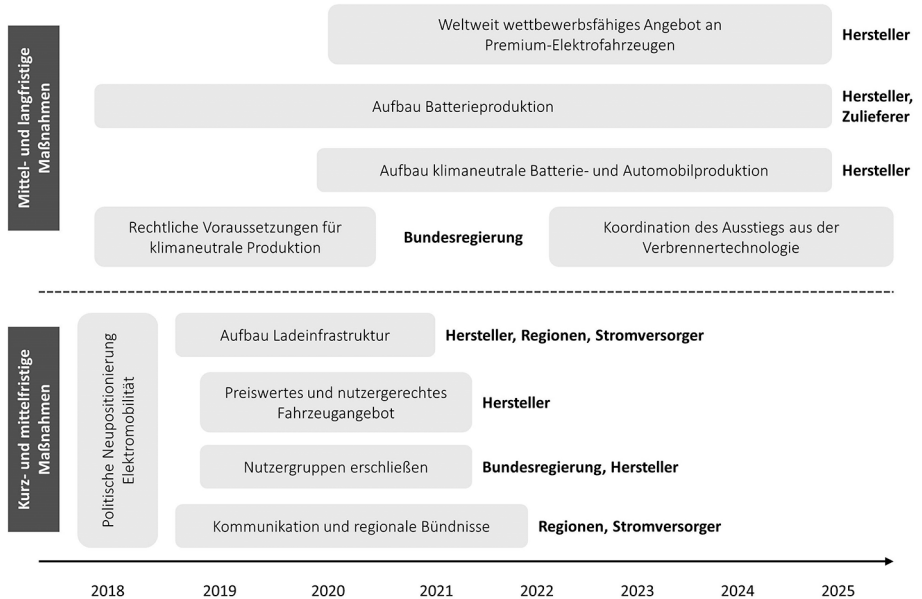
- Innovative Hersteller und Zulieferer beginnen, in der F&E einen Plan B vorzubereiten. Neben den Entwicklungslinien für Produkte für Verbrennungsmotoren wird analysiert, welche Produktlinien und Fertigungskompetenzen in der Zeit der Elektromobilität Potenzial haben werden (Stieber 2017). Die weniger innovativen Unternehmen sollten in diesem Prozess öffentlich, z. B. durch Landesinitiativen der Wirtschaftsförderung, unterstützt werden.
- Neue Produkte bedeuten oft, dass neue Qualifikationen benötigt werden. Angebote für die Aus- und Weiterbildung sind erforderlich.
- Ein politisches Ausstiegsszenario könnte hilfreich sein, um auch die weniger beweglichen und innovativen Akteurinnen und Akteure dazu zu motivieren, sich auf eine veränderte Zukunft vorzubereiten. Da der Pfadwechsel zur Elektromobilität eher markt- als politikgetrieben sein dürfte, kommt politischen Ausstiegsplänen u. U. gar keine besondere Bedeutung zu. Es ist aber denkbar, dass sie als Signal an die Nachzügler helfen können, den Schaden des Pfadwechsels zu begrenzen.
- Für Unternehmen, deren Ausgangsposition zu schlecht oder deren Bemühungen im Pfadwechsel letztlich nicht erfolgreich sind, sollte ein Notfonds für Sozialpläne bereitgehalten werden.

5.3.6 Roadmap Elektromobilität im Überblick

Für einen erfolgreichen Transformationsprozess hin zu Elektrofahrzeugen sind kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen notwendig. Kurzfristig muss die Ladeinfrastruktur erweitert werden, um die zeitnah absehbare Markteinführung zahlreicher elektrischer Modelle der großen deutschen Hersteller zu begleiten. In den dann folgenden Jahren soll sich ein nationaler Leitmarkt entwickeln, dessen anspruchsvolle Kundschaft die Automobilhersteller herausfordert und unterstützt.

Die mittel- und langfristigen Maßnahmen nutzen die Kraft des Leitmarktes und haben die Absicherung und weitere Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Autobranche im Bereich hochwertiger Elektroautos in der zweiten Hälfte der kommenden Dekade zum Ziel.

Abbildung 50: Roadmap für den Ausbau der Elektromobilität in Deutschland im Überblick



Quelle: Eigene Darstellung, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit.

Die Darstellung von Maßnahmen in einer Roadmap erweckt grundsätzlich den Eindruck von politischer Steuerbarkeit. Es ist daher wichtig zu betonen, dass der Pfadwechsel zur Elektromobilität einige Aspekte aufweist, die eher auf einen marktgetriebenen Pfadwechsel als auf ein politisches Transformationsprojekt hinweisen. Solche Aspekte sind:

- Die deutlich niedrigere Teilezahl in einem Elektroauto ermöglicht mittelfristig niedrigere Verkaufspreise, wie es sich bei Streetscooter und e.GO Life schon andeutet. Zusammen mit den ohnehin niedrigeren Betriebskosten von Elektroautomobilen böte dies einen hohen Kaufanreiz.
- Die Innovationen in der Batterietechnik könnten mittelfristig leistungsfähigere Batterien mit radikal kürzeren Ladezeiten, niedrigeren Kosten und weniger Rohstoffproblemen verfügbar machen. Auch dies wäre ein erheblicher zusätzlicher Kaufanreiz.
- Die Digitalisierung des Fahrens rückt das Automobil dichter an die IKT heran. Über zusätzliche Nutzenversprechen sind gerade in der IKT marktgetriebene Prozesse vorherrschend.

Für marktgetriebene Pfadwechsel, als Beispiel sei der Flachbildmonitor genannt, sind aber sehr hohe Geschwindigkeiten des Wandels typisch. Das Ziel der mittel-

fristigen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilbranche in dem Umfeld eines schnellen Pfadwechsels sollte daher von all den Akteurinnen und Akteuren mitbedacht werden, die gegenwärtig noch auf eine Verzögerung des Wandels setzen.

Als Akteure des Pfadwechsels stehen die Automobilhersteller und ihre Zulieferer im Mittelpunkt, deren Kernaufgabe in der Entwicklung und Produktion von preiswerten und nutzergerechten Elektrofahrzeugen besteht, die aber auch an vielen anderen Aktivitäten schon aus dem eigenen Interesse heraus mitwirken sollten. Am Aufbau der Ladeinfrastruktur können und sollten auch Energieversorger und regionale Planungsakteurinnen und -akteure mitarbeiten. Regionale Akteurinnen und Akteure können auch dafür sorgen, dass die Aktivitäten regional anschlussfähig und in Kooperation mit regionalen Netzwerken durchgeführt werden. Für eine Reihe von ordnungsrechtlichen und förderpolitischen Aufgaben ist die Bundesregierung in der Pflicht.

In vielen großen und entscheidenden Akteursgruppen, besonders innerhalb der Automobilunternehmen, der Politik und der Gewerkschaften, bestehen Gegensätze zwischen denjenigen, die die Elektromobilität vorantreiben wollen und Gruppen, die den Pfadwechsel eher verzögern wollen. Deren Argumente fokussieren auf einen befürchteten, mit dem Pfadwechsel einhergehenden Verlust von Arbeitsplätzen, auf Befürchtungen von Rohstoffknappheit für die Batterieproduktion und vielem mehr. Eine bessere und parteiübergreifende Vernetzung und Koordination der Befürworterinnen und Befürworter scheint erforderlich, um die Kräfte der *innovation community* hinter der Elektromobilität zur Entfaltung zu bringen (Fichter und Beucker 2012a, 2012b). Dabei dürfte auch die Unterstützung von Wissenschaft und Zivilgesellschaft von Bedeutung sein.

5.4 Roadmap Produkte länger nutzen

5.4.1 Das Problem der Obsoleszenz

Den schnellen Verbrauch von Konsumgütern durch eine längere Nutzung von Produkten zu reduzieren ist eine Schlüsselstrategie für eine ökologische Transformation zu einer Green Economy (Behrendt und Göll 2019). Sie beruht im Wesentlichen darauf, dass eine längere Nutzungsdauer von Produkten geringere Neukaufraten erfordert und so Umweltbelastungen durch Neuanschaffung vermieden werden können.

Obgleich die ökologischen Vorteile einer längeren Produktnutzung offensichtlich sind, lässt sich faktisch ein gegenteiliger Trend beobachten. Die Dynamisierung von Innovationsprozessen, der harte Preiswettbewerb, schnelle Produktzyklen und Modeerscheinungen tragen erheblich dazu bei, dass insbesondere