

# RENEWS SPEZIAL

NR. 84 / JANUAR 2018

## DIE ENERGIEWENDE AUF DIE STRASSE BRINGEN AKZEPTANZ UND OPTIONEN FÜR DIE ERNEUERBAREN



AGENTUR FÜR  
ERNEUERBARE  
ENERGIEN  
unendlich-viel-energie.de

## **AUTOREN**

Alexander Knebel, Moritz Fromm  
Redaktionsschluss: Januar 2018

ISSN 2190-3581

## **HERAUSGEGEBEN VON**

Agentur für Erneuerbare Energien e. V.  
Invalidenstraße 91  
10115 Berlin  
Tel.: 030 200535 30  
Fax: 030 200535 51  
E-Mail: [kontakt@unendlich-viel-energie.de](mailto:kontakt@unendlich-viel-energie.de)

# INHALT

<b>1</b>	<b>Energiewende und Verkehrswende gehören zusammen</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Erneuerbare Energien im Verkehrssektor – Status Quo und Ziele</b>	<b>6</b>
2.1	Die Europäische Union als Taktgeber	6
2.2	Europäische Ziele geben Deutschland Orientierung	7
2.3	In Europa und Deutschland: Fehlendes Wachstum	9
<b>3</b>	<b>Postfossiler Wertewandel? Welche Konsum- und Techniktrends die Verkehrswende beeinflussen</b>	<b>10</b>
3.1	Akzeptanz Erneuerbarer Energien – eine Medaille mit zwei Seiten	10
3.2	Wie sich Deutschland bewegt	10
3.3	Teilen statt nutzen?	13
3.4	Autonom in Richtung Verkehrswende?	14
<b>4</b>	<b>Nachhaltige Mobilität auf der Straße: Mit welchen Mitteln?</b>	<b>16</b>
4.1	Szenarien zu Energiemix und Energieverbrauch	16
4.2	Antriebswende mit Elektromobilität	18
4.3	Antriebswende mit Brennstoffzelle	22
4.4	Kraftstoffwende voranbringen	23
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	<b>29</b>

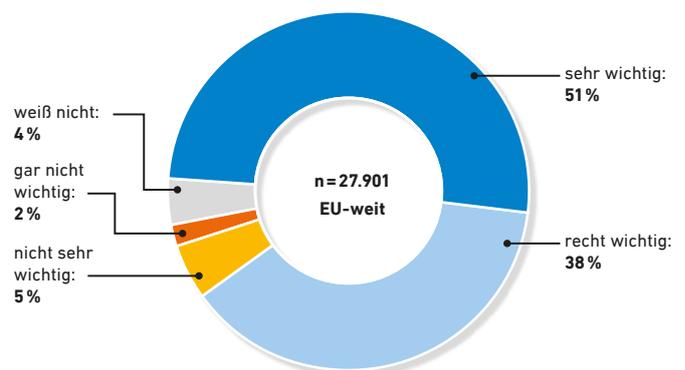
# 1 ENERGIEWENDE UND VERKEHRSWENDE GEHÖREN ZUSAMMEN

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien kommt in Deutschland nur noch langsam voran. Im Jahr 2017 erhöhte sich der Anteil Erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch um 0,6 Prozentpunkte auf 13,1 Prozent. Während die Erneuerbaren ihren Anteil an der Stromversorgung weiter steigern konnten, stagniert hingegen die Entwicklung im Wärme- und vor allem im Verkehrssektor. Zentrale Ursache: Die Erneuerbaren Energien sind noch nicht auf der Straße angekommen. Nur gut 5 Prozent unseres Energiebedarfs stammen im Verkehrssektor aus erneuerbaren Quellen. Das liegt vor allem am Straßenverkehr mit seinem nach wie vor steigenden Bedarf an fossilen Kraftstoffen. Der Verbrauch an Diesel- und Ottokraftstoff erhöhte sich 2017 abermals – wie auch der Energieverbrauch insgesamt. Die zentralen Ziele der Energiewende – eine Erhöhung der Effizienz wie auch eine Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien – werden derzeit auf der Straße verfehlt. Daran dürfte sich vorerst wenig ändern. So gehen Branchenprognosen von einem auch 2018 zumindest stabilen Absatz von fossilem Benzin und Diesel aus. Zumal der Nutzung von Biokraftstoffen aus Anbaubiomasse enge Grenzen gesetzt sind und für den effizienten Einsatz synthetischer Kraftstoffe noch regulatorische und ökonomische Hürden bestehen, dürfte bei den konventionellen Antrieben vorerst der notwendige Anstieg des Erneuerbaren-Anteils ausbleiben.

Der Skandal um manipulierte Abgaswerte der Autohersteller hat die Dringlichkeit einer Energiewende im Verkehrssektor verstärkt ins öffentliche Bewusstsein gerückt. Diese Dynamik gilt es im Sinne von klimaschonender und hochwertiger Mobilität zu nutzen. Geschehen ist dies bislang noch nicht. Bei den alternativen Antrieben – so bei der Elektromobilität – fehlt es bislang trotz Zuwächsen bei den Neuzulassungen auf niedrigem Niveau noch an nennenswerten Marktanteilen. Gleichzeitig zeigt die Entwicklung: Technologien für die Energiewende auf der Straße stehen bereit. Es fehlt ihnen aber aus unterschiedlichen Gründen noch an Akzeptanz. Das gilt nicht nur für die mit großen Hoffnungen startende Elektromobilität, sondern auch für die Brennstoffzellentechnik und für Biokraftstoffe. Ein verstärkter Absatz von E-Pkw oder anderen alternativen Antrieben geht allerdings nicht unweigerlich mit steigenden Erneuerbaren-Anteilen einher. Denn der Strommix in Deutschland bringt wegen seines hohen Anteils fossiler Energien auch einen hohen Klimagasausstoß mit sich.

## Akzeptanz der Erneuerbaren Energien in der Europäischen Union

Für wie wichtig halten Sie nationale Ziele zum Ausbau der Erneuerbaren Energien wie Windenergie und Solarstrom bis 2030?



Quelle: EU-Kommission, Stand: 9/2017

Ein solches Junktim von technologischem Wandel und Ausbau Erneuerbarer Energien im Transportbereich ist für die Energiewende im Verkehrssektor aber aus Sicht des Klimaschutzes dringend notwendig. Denn der Anteil des Verkehrssektors am Ausstoß von Treibhausgasen (THG) steigt. Zudem kann die verstärkte Nutzung Erneuerbarer Energien auf der Straße dazu beitragen, den Umbau des Verkehrssektors voranzutreiben. Die hohe Akzeptanz Erneuerbarer Energien in der deutschen Bevölkerung kann hier förderlich für Fortschritte bei der Verkehrswende sein. Diese muss neben der Erschließung neuer Technologien wie der E-Mobilität auch von höherer Effizienz und der verstärkten Nutzung verschiedener Transportmittel, der sogenannten Multi-Modalität, zur Verbesserung der Umweltbilanz des Verkehrssektors geprägt sein.

Dieses Hintergrundpapier nimmt eine Bestandsaufnahme zur Situation Erneuerbarer Energien im Verkehrssektor vor. Neben der Einordnung verschiedener Optionen zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors werden Aspekte der Akzeptanz Erneuerbarer Energien auf der Straße und der Verkehrswende behandelt. Über den nationalen Rahmen hinaus wird dabei auch auf die Entwicklung auf EU-Ebene eingegangen, da die Europäische Union für Rechtssetzung und Erneuerbaren-Ziele an vielen Stellen maßgeblich ist. Es werden Faktoren für die notwendige stärkere Marktdurchdringung Erneuerbarer Energien im Verkehrssektor untersucht und Optionen für die Energiewende auf der Straße aufgezeigt, die sich in Antriebswende und Kraftstoffwende gliedert. Der Fokus liegt dabei auf dem Straßenverkehr, da hier das Gros des Klimagasausstoßes entsteht und mit einem Umsteuern hohe Umweltschutzeffekte und Komfortgewinne für die Menschen erzielt werden können.

### **Die Energiewende auf die Straße bringen: Mit Erneuerbaren Energien und umweltschonender Mobilität**



Quelle: NOW/Blum

## 2 ERNEUERBARE ENERGIEN IM VERKEHRSSEKTOR – STATUS QUO UND ZIELE

### 2.1 DIE EUROPÄISCHE UNION ALS TAKTGEBER

In Deutschland wie in der Europäischen Union hinken die Erneuerbaren Energien im Verkehrssektor hinterher. Bei Fortschreibung aktueller Trends wird die EU-28 ihr selbstgestecktes Ziel verfehlen, bis 2020 im Verkehrssektor 10 Prozent des Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen zu decken, wie die Europäische Umweltagentur (EEA) warnt<sup>1</sup>. Selbst unter Berücksichtigung der doppelten Anrechenbarkeit bestimmter Biokraftstoffe kam die EU laut vorläufigen EEA-Angaben 2016 nur auf einen Erneuerbaren-Anteil von 7,1 Prozent. Unter den EU-Mitgliedstaaten haben bisher nur Österreich, Finnland und Schweden das 10-Prozent-Ziel erreicht. Spitzenreiter sind die Schweden mit einem Anteil von 27 Prozent. Am anderen Ende rangiert Estland mit einem Anteil von nur 0,5 Prozent Erneuerbaren Energien im Verkehrssektor. Deutschland liegt mit einem Erneuerbaren-Anteil von knapp 7 Prozent im oberen Mittelfeld der Mitgliedstaaten. Ohne Berücksichtigung der Doppelanrechnung entsprach dies einem Anteil von gut 5 Prozent. Durch die Nutzung Erneuerbarer Energien konnten laut EEA-Angaben im Jahr 2016 EU-weit rund 41 Millionen Tonnen an Treibhausgasen (THG) vermieden werden. Nennenswerte Steigerungen dieses Wertes gegenüber den Vorjahren blieben aber aus.

Die im Verkehrssektor erzielten THG-Einsparungen sind vor allem der Nutzung von Biokraftstoffen zu verdanken. Ob die EU ihr 10-Prozent-Ziel 2020 erreicht, wird auch von den aktuell vorgenommenen Weichenstellungen in Brüssel abhängen, wo derzeit über die Klima- und Energiepolitik bis 2030 verhandelt wird. Das Europaparlament hat Mitte Januar in erster Lesung einen Richtlinienentwurf angenommen, wonach 2030 der Anteil Erneuerbarer Energien im Verkehrssektor 12 Prozent betragen soll, wobei 10 Prozent aus so genannten fortschrittlichen erneuerbaren Kraftstoffen wie Biokraftstoffen aus Rest- und Abfallstoffen oder aus Strom gewonnenen Kraftstoffen gedeckt werden sollen. Für Biokraftstoffe aus Anbaubiomasse sollen laut diesem Votum langfristig nur zwei Prozent des Marktes bleiben. Dieses Votum wurde in der Biokraftstoffbranche mit Enttäuschung aufgenommen. Einen höheren Anteil für die Erneuerbaren im Verkehrssektor, nämlich 14 Prozent, hatte zuvor der Industriausschuss des Europaparlaments gefordert. Nun wird im Lauf des Jahres 2018 der weitere Gesetzgebungsprozess zwischen EU-Rat, Europäischer Kommission und Europaparlament mehr Klarheit bringen.

Der von EU-Vorgaben geprägte regulatorische Rahmen für Erneuerbare Energien, Klima- und Umweltschutz im Verkehrssektor ruht auf drei Säulen: Verbesserung der Klimabilanz durch CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für Fahrzeugflotten sowie Anforderungen an den Kraftstoff, Ausbauziele für Erneuerbare Energien und Vorschriften zur Luftreinhaltung. Ab 2021 dürfen alle neu zugelassenen Pkw in der EU im Schnitt maximal 95g CO<sub>2</sub>/km ausstoßen. Dies entspricht laut Berechnungen des Verkehrsclub Deutschland (VCD) einem durchschnittlichen Verbrauch von 3,6 Liter Diesel bzw. 4,1 Liter Benzin. Die jüngsten Vorschläge der EU-Kommission zur Weiterführung dieser Flottenziele vom November 2017 sind auf breite Kritik nicht nur bei Umweltorganisationen und in der Erneuerbaren-Branche gestoßen<sup>2</sup>. So monierte die Organisation Zukunft Erdgas, während Kohlestrom für E-Autos so behandelt werde wie Ökostrom, werde erneuerbares Gas wie konventionelles behandelt. Laut dem Kommissionsvorschlag soll danach der CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Neuwagen bis 2025 um weitere 15 Prozent und bis 2030 um 30 Prozent sinken. Da E-Pkw als emissionsfrei gewertet werden, unabhängig davon, ob sie Ökostrom tanken, wird ein verstärkter Absatz von Elektrofahrzeugen belohnt. Sanktionen bei Zielverfehlung sind nicht geplant.

<sup>1</sup> European Environment Agency 2017.

<sup>2</sup> Verkehrsclub Deutschland 2018.

Auf eine Quote für den Absatz von E-Pkw verzichtete die Kommission in ihrem Vorschlag. Im Laufe des Jahres 2018 wird sich zeigen, welche Erneuerbaren-Ziele die EU bis 2030 verankern wird und wie verbindlich diese sein werden.

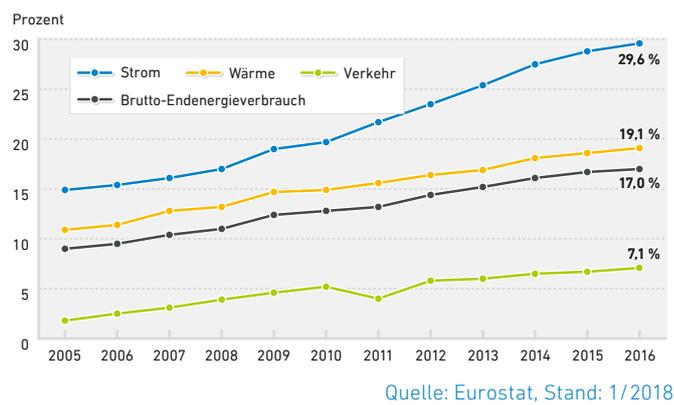
Je entschlossener die Europäische Union den Ausbau Erneuerbarer Energien im Verkehrssektor vorantreibt, desto einfacher wird die Erreichung des 2011 festgeschriebenen EU-Ziels, die THG-Emissionen bis 2050 gegenüber 1990 um 60 Prozent zu reduzieren. Die reale Entwicklung ist aber gegenläufig: Im Jahr 2015, dem jüngsten verfügbaren Zeitraum, erreichten die THG-Emissionen im Verkehrssektor EU-weit 1,18 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Mrd. t CO<sub>2</sub>-Äq.), das waren 1,5 Prozent mehr als im Vorjahr und 23 Prozent mehr als 1990. Ähnlich ist die Entwicklung in Deutschland. So kletterten die THG-Emissionen des Verkehrssektors 2016 gegenüber dem Vorjahr um rd. 4 Prozent auf 165 Mio. t. und im Vergleich zu 1990 um 2 Prozent. Dies liegt am steigenden Verkehrsaufkommen. Dabei hat sich Deutschland das Ziel gesetzt, den Endenergieverbrauch im Verkehrssektor bis 2020 um 10 Prozent und bis 2050 um 40 Prozent zu senken.

## 2.2 EUROPÄISCHE ZIELE GEBEN DEUTSCHLAND ORIENTIERUNG

Angesichts der noch unklaren Haltung einer künftigen Bundesregierung zum Klimaschutz sind die EU-Vorgaben zum Klimaschutz bis 2020 und darüber hinaus eine wichtige Leitplanke für Deutschlands Politik. Denn auf die EU-Ziele bleibt Deutschland unabhängig von der Haltung einer neuen Regierung zu nationalen Klimaschutzziele verpflichtet, so auch auf die Vorgabe, 2020 mindestens 10 Prozent des Energiebedarfs im Verkehrssektor aus Erneuerbaren Energien zu decken. Außerdem gilt das Ziel der EU-Kraftstoffqualitäts-Richtlinie (FQD), dass sich die Klimabilanz der Kraftstoffe bis 2020 mindestens um 6 Prozent verbessern muss. Biokraftstoffe sind das Mittel der Wahl, um dieses Ziel zu erreichen. Deutschland hat daher eine THG-Minderungsquote erlassen. Diese beträgt momentan 4 Prozent und steigt bis zum Ende des Jahrzehnts auf 6 Prozent. Die THG-Quote funktioniert so: Für die THG-Bilanz von Biokraftstoffen gilt auf EU-Ebene momentan die Anforderung, im Vergleich zum fossilen Pendant eine um mindestens 50 Prozent bessere THG-Bilanz vorzuweisen. Spart der Biokraftstoff also 50 Prozent an Klimagasen ein, müsste die Biokraftstoffquote im Jahr 2020 entsprechend 12 Prozent betragen.

### Erneuerbare in Europa: Stetiger Ausbau der Marktanteile

#### So hat sich der Anteil Erneuerbarer Energien in der EU entwickelt

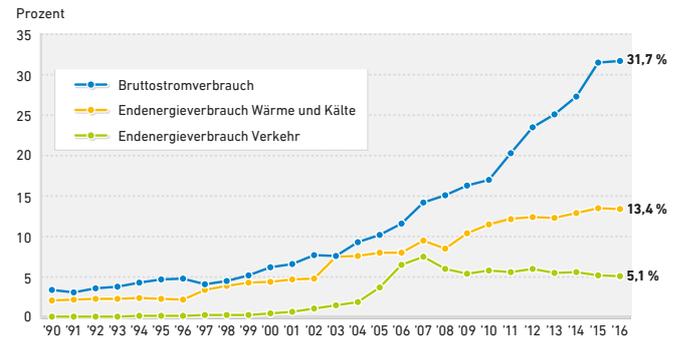


In der Realität schneiden die Biokraftstoffe aber schon viel besser ab. Die THG-Einsparung erreichte im Jahr 2016 laut Angaben der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) 77 Prozent. Während bei hydriertem Pflanzenöl ein Durchschnittswert von 62 Prozent erreicht wurde, sind es beim Biodiesel rund 79 Prozent und bei Biomethan als Kraftstoff sogar 90 Prozent. Der hohe Einsparwert beim Biomethan erklärt sich durch die Verwendung von Abfallstoffen. Aber auch im Biodieselsbereich werden immer häufiger Rest- und Abfallstoffe zur Verwendung gemeldet<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2017.

Seit Anfang 2018 darf allerdings auch Erdgas, das im Verkehrssektor zum Einsatz kommt, auf diese THG-Quote angerechnet werden. Begründung: Die Klimagasbilanz von Erdgas ist besser als die von Erdöl. Die Differenz dürfen Erdgas-Vermarkter nun für die THG-Quote in Anrechnung bringen. Für Biokraftstoffe wird der Markt dadurch kleiner. Wächst der Markt für Erdgas als Kraftstoff (CNG) vergrößern sich die Einbußen.

### Anteile Erneuerbarer Energien am Energieverbrauch in Deutschland 1990–2016



Quelle: BMWi / AGEE-Stat, Stand: 3/2017

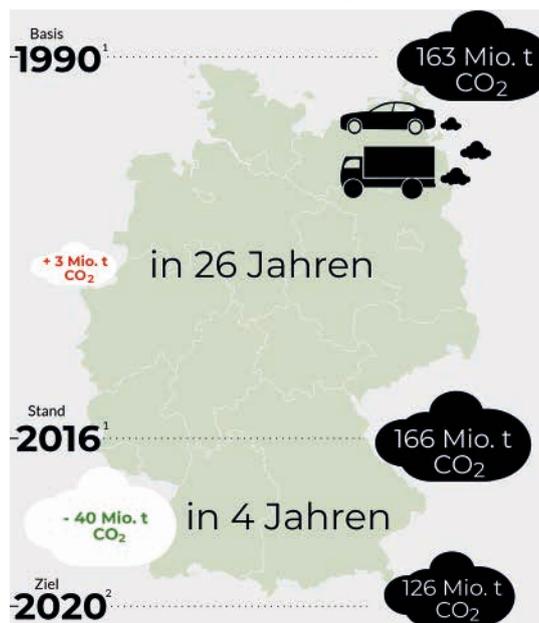
Auch an anderer Stelle bahnen sich fossile Kraftstoffe Wege in die eigentlich Erneuerbaren Energien zugedachte Förderung: So dürfen laut einer neuen, im Januar 2018 in Kraft getretenen Verordnung ab 2020 Verringerungen der THG-Emissionen der Erdölausbeutung, so genannte Upstream Emissions-Reduzierungen (UER), in Deutschland auf die THG-Quote angerechnet werden. Ein Anteil von bis zu 1,2 Prozentpunkten der in Deutschland geltenden THG-Quote darf dann durch UER-Maßnahmen gedeckt werden. Wird dies voll ausgeschöpft, bliebe eine effektive THG-Quote von 4,8 Prozent, die durch emissionsarme Kraftstoffe, insbesondere Biokraftstoffe, zu decken ist. Auf das EU-Mindestziel von 10 Prozent für die Erneuerbaren im Verkehr dürfen diese UER-Minderungen allerdings nicht angerechnet werden.

Die aktuellen rechtlichen Vorgaben der EU verlieren nach 2020 allerdings ihre Gültigkeit. Das gilt auch für die Vorschriften der FQD. In Deutschland bleibt die THG-Quote von sechs Prozent, die 2020 in Kraft tritt, aber danach in Kraft. Abzuwarten bleibt, wie Deutschland mit seinen weiteren nationalen Zielen umgeht. So sieht der im November 2016 beschlossene Klimaschutzplan der Bundesregierung bis 2030

eine Absenkung der Klimagasemissionen im Verkehr um 40 bis 42 Prozent gegenüber 1990 auf 95 bis 98 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. vor, bis 2020 soll laut Energiereferenzprognose eine Absenkung auf 126 Mio. t geschafft sein.

An übergeordneten politischen Zielen mangelt es nicht. Doch läuft die reale Entwicklung momentan in die gegenläufige Richtung. Begründet liegt dies in konkreten regulatorischen Rahmenbedingungen. Der Ausspruch des Volkswagen-Vorstandsvorsitzenden Matthias Müller: „Wenn der Umstieg auf umweltschonende E-Autos gelingen soll, kann der Verbrennungsmotor Diesel nicht auf alle Zeiten weiter wie bisher subventioniert werden“, bringt einen wichtigen Aspekt der gegenwärtigen Situation auf den Punkt<sup>4</sup>. Statt eines entschlossenen Ausbaus Erneuerbarer Energien im Verkehrssektor dominieren derzeit Förderinstrumente den Markt, die die verstärkte Nutzung fossiler Energien begünstigen.

### Ziel für die CO<sub>2</sub>-Senkung im Verkehr



1: gemäß UBA, Klimaschutz in Zahlen 2017.

2: gemäß Prognos Energiereferenzprognose.

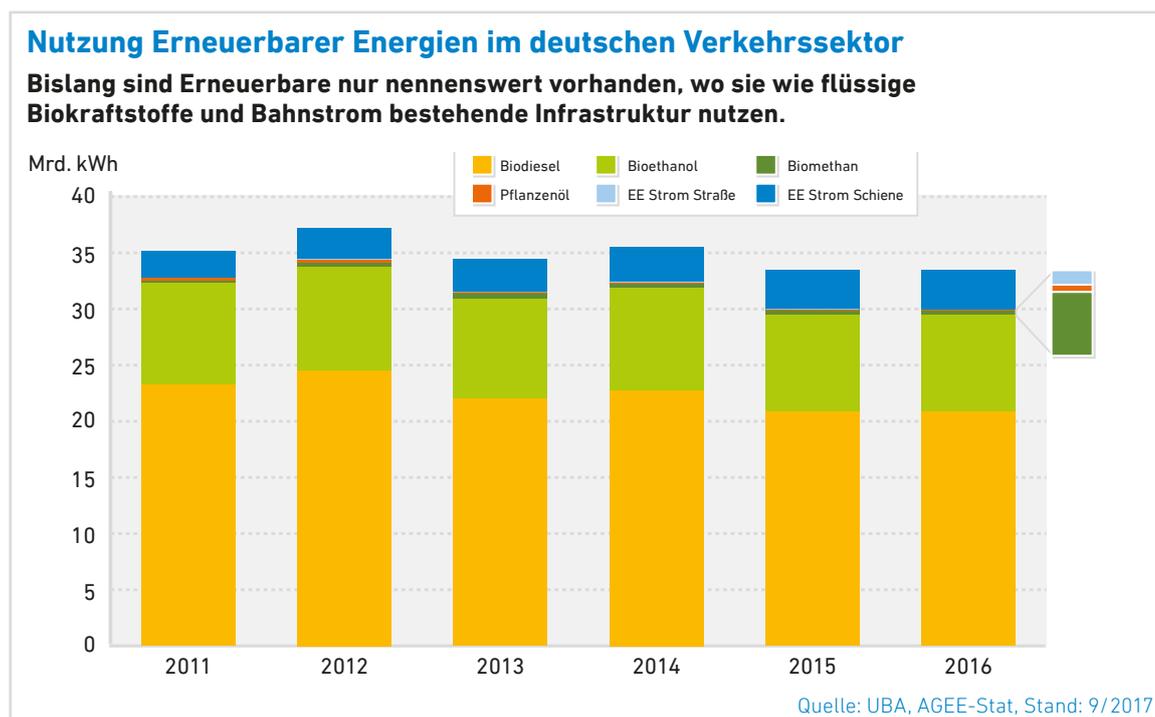
Quelle: VDB, Stand: 2017

4 Vorstandsvorsitzender Matthias Müller, zitiert im Handelsblatt am 10. Dezember 2017.

Zu den Vorgaben zum Klimaschutz kommt als regulatorischer Rahmen für die Autoindustrie die Verpflichtung zur Umsetzung von EU-Vorschriften zur Luftreinhaltung hinzu. Sie haben im Zuge des Skandals um Diesel-Abgasmanipulationen nochmals an Bedeutung gewonnen. Die Kommunen sind bekanntlich erheblich unter Druck: Nicht nur in Stuttgart und München, auch in anderen deutschen Städten wurde der EU-Grenzwert (Jahresmittelwert) für die Stickoxid-Konzentrationen in der Luft von 40 Mikrogramm/Kubikmeter deutlich überschritten. Knapp 20 Kommunen mussten sich vor diesem Hintergrund Anfang 2018 mit Klagen auseinandersetzen. Eine Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts zur Frage möglicher Fahrverbote aufgrund der Überschreitung von EU-Stickoxidgrenzwerten wird Ende Februar 2018 erwartet.

## 2.3 IN EUROPA UND DEUTSCHLAND: FEHLENDES WACHSTUM

Für die Europäische Union insgesamt wie für Deutschland im Besonderen gilt: Erneuerbare Energien sind im Verkehrssektor bislang dort nennenswert vorhanden, wo sie sich wie flüssige Biokraftstoffe und Bahnstrom in bestehende Infrastruktur einfügen. Ein Ausbau in diesen Bereichen ist in unterschiedlichem Maße möglich. So wird sich beispielsweise in Abhängigkeit von politischen Weichenstellungen und Marktentwicklungen zeigen, ob Biomasse auch künftig für den Einsatz im Strom-, Wärme- und Kraftstoffmarkt gefördert und eingesetzt wird oder ob eine Fokussierung auf bestimmte Nutzungspfade wie z.B. den Verkehrsbereich stattfindet. Steigerungspotenzial gibt es auch an anderer Stelle: Mit bestehender Infrastruktur ist der Ausbau Erneuerbarer Energien im elektrifizierten Bahnverkehr problemlos möglich. Solche Voraussetzungen sind aber kein Selbstläufer: Die Deutsche Bahn hat sich als Unternehmen konkrete Ziele für den Einsatz Erneuerbaren Energien gesetzt. Der Anbieter Locomore fuhr in der Vergangenheit bilanziell komplett mit erneuerbarem Strom. Das hat sich seit der Übernahme von Locomore durch FlixBus geändert. Ökostrom sei „perspektivisch jedoch ein Thema für die Zukunft“, so ein FlixBus-Unternehmenssprecher. Das zeigt: Es gibt auch Rückschritte. Gleichzeitig ist ein Bewusstsein für die Notwendigkeit einer sauberen Energieversorgung vorhanden, das es weiter zu stärken gilt. Dies gilt umso mehr, da künftig neben der Nutzung von Erneuerbaren Energien in bestehender Infrastruktur ein Umbau des Verkehrssektors notwendig ist.



## 3 POSTFOSSILER WERTEWANDEL? WELCHE KONSUM- UND TECHNIKTRENDS DIE VERKEHRSWENDE BEEINFLUSSEN

### 3.1 AKZEPTANZ ERNEUERBARER ENERGIEN – EINE MEDAILLE MIT ZWEI SEITEN

Neben politischen Zielen für die Energiewende im Verkehrssektor besteht auch Rückhalt in der Bevölkerung für Klimaschutz im Verkehrssektor und einen Ausbau Erneuerbarer Energien. Die Akzeptanz Erneuerbarer Energien ist eine wichtige Voraussetzung für deren weiteren Ausbau. Es gilt zu unterscheiden zwischen sozio-politischer Akzeptanz, marktbezogener Akzeptanz und projektbezogener Akzeptanz. Während die sozio-politische Akzeptanz die Zustimmung zu Erneuerbaren Energien und einzelnen regenerativen Energien-Technologien erfasst, geht es bei der Marktakzeptanz um die Marktdurchdringung, beispielsweise von Ökostromprodukten oder Biokraftstoffen. Die projektbezogene Akzeptanz erfasst die Zustimmung zu konkreten Projekten, so z.B. zur Errichtung eines Windrades, einer Wasserstofftankstelle oder zum Bau einer mit Ökostrom gespeisten Elektro-Ladesäule in der Garage einer Wohnanlage. Die drei verschiedenen Ebenen der Akzeptanz lassen sich also in unterschiedlicher Weise auf Aspekte der Mobilität auf der Straße anwenden und greifen dort. Gleichzeitig gilt es zu berücksichtigen, dass der Umstieg auf alternative Antriebe wie Wasserstoff oder Elektromobilität in der Praxis allerdings nicht unweigerlich mit der Nutzung Erneuerbarer Energien einhergehen muss. Aus Sicht des Klimaschutzes ist eine solche Verbindung aber notwendig.

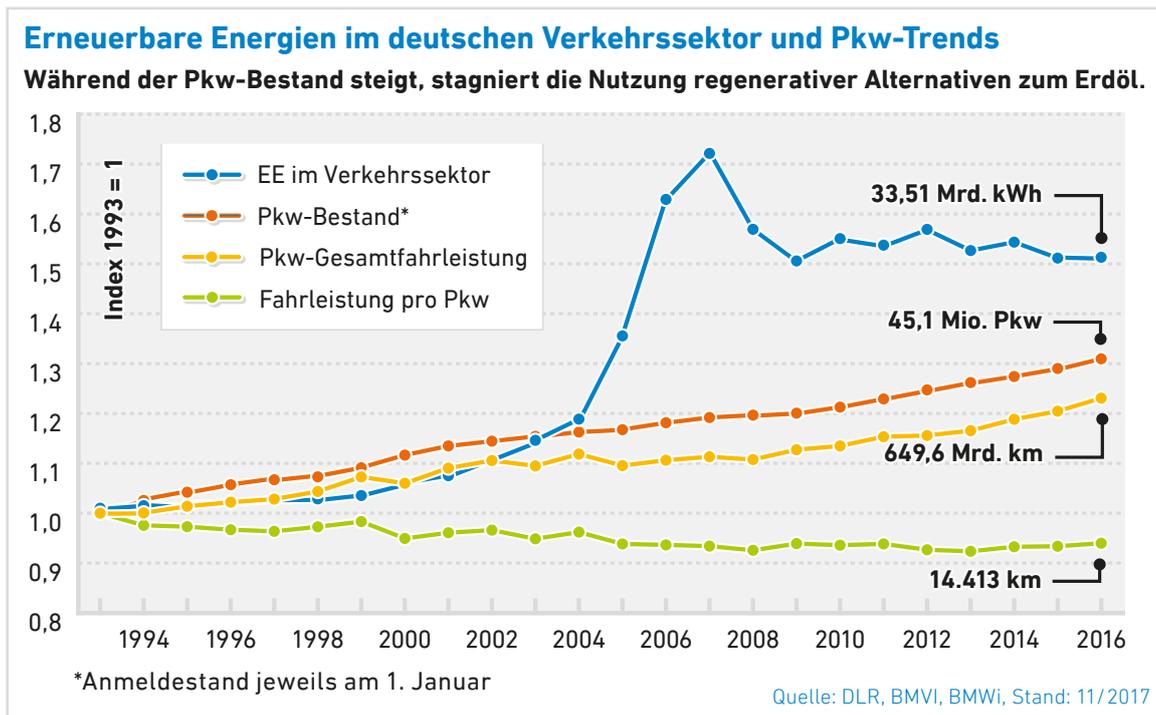
### 3.2 WIE SICH DEUTSCHLAND BEWEGT

Deutschland ist ein Land der Autofahrer. Keine andere Form der Fortbewegung ist so beliebt wie das Autofahren, es rangiert noch vor dem zu Fuß gehen. Denn 37 Prozent der Menschen in Deutschland benutzen Tag für Tag einen Pkw, während die zu Fuß zurückgelegten Wege laut einer Umfrage im Auftrag des Bundesumweltministeriums nur 32 Prozent der Befragten täglich auf sich nahmen. Per Fahrrad waren 14 Prozent der Bevölkerung jeden Tag unterwegs, mit dem Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) nur 11 Prozent<sup>5</sup>.

Entsprechend sind die Konsumtrends. Die Zahl der Pkw hat in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen und mittlerweile die Marke von 45 Millionen deutlich überschritten. Jährlich sind in Deutschland knapp 500.000 Pkw mehr unterwegs – fast alle in Privathaushalten. Auch die Zahl der von den Pkw insgesamt zurückgelegten Strecke hat sich stetig erhöht, und zwar auf 650 Mrd. km im Jahr 2016. Aus dem Alltag vieler Menschen ist das Auto also kaum wegzudenken. Laut einer vom Allensbach Institut für Demoskopie im Auftrag des Frankfurter Allgemeine Magazins durchgeführten Umfrage konnten sich 59 Prozent der Teilnehmer nicht vorstellen, ohne Auto auszukommen<sup>6</sup>. Weitere 32 Prozent sagten, dies wäre für sie nur schwer vorstellbar und nur 9 Prozent konnten sich einen Verzicht auf das eigene Auto leicht vorstellen. Der Umfrage des Instituts Allensbach zufolge fahren 78 Prozent der Deutschen zumindest gelegentlich selbst ein Auto, das sind 20 Prozent mehr als vor 20 Jahren. Die Popularität des Autos scheint insofern – bezogen auf die Gesamtbevölkerung – ungebrochen.

<sup>5</sup> Bundesumweltministerium/Umweltbundesamt 2017.

<sup>6</sup> Frankfurter Allgemeine Magazin 2017.



Diese Zahlen deuten zunächst nicht auf einen grundlegenden Wandel im Mobilitätsverhalten der Deutschen hin. Andererseits werden aber auch die Alternativen zum Pkw in Deutschland immer stärker nachgefragt. So hat sich die Verkehrsleistung der Eisenbahnen seit Beginn dieses Jahrzehnts um rund 14 Prozent erhöht. Im öffentlichen Straßenpersonenverkehr wurde ein Plus von 6 Prozent registriert, was allerdings gegenüber den anderen Verkehrsträgern eine deutlich unterdurchschnittliche Zunahme bedeutet. Der prozentual stärkste Zuwachs wurde bei der klimaschädlichsten Mobilitätsform, nämlich im Personen-Luftverkehr, mit einer Erhöhung um 21 Prozent verzeichnet<sup>7</sup>. Mit Abstand am stärksten ins Gewicht fiel aber in absoluten Zahlen die Zunahme beim motorisierten Individualverkehr mit einem Plus von 7 Prozent oder gut 63 Mrd. Personenkilometern (Pkm). Zuwächse beim Schienenverkehr werden andererseits von Zuwächsen in für den Klimaschutz problematischen Bereichen also konterkariert.

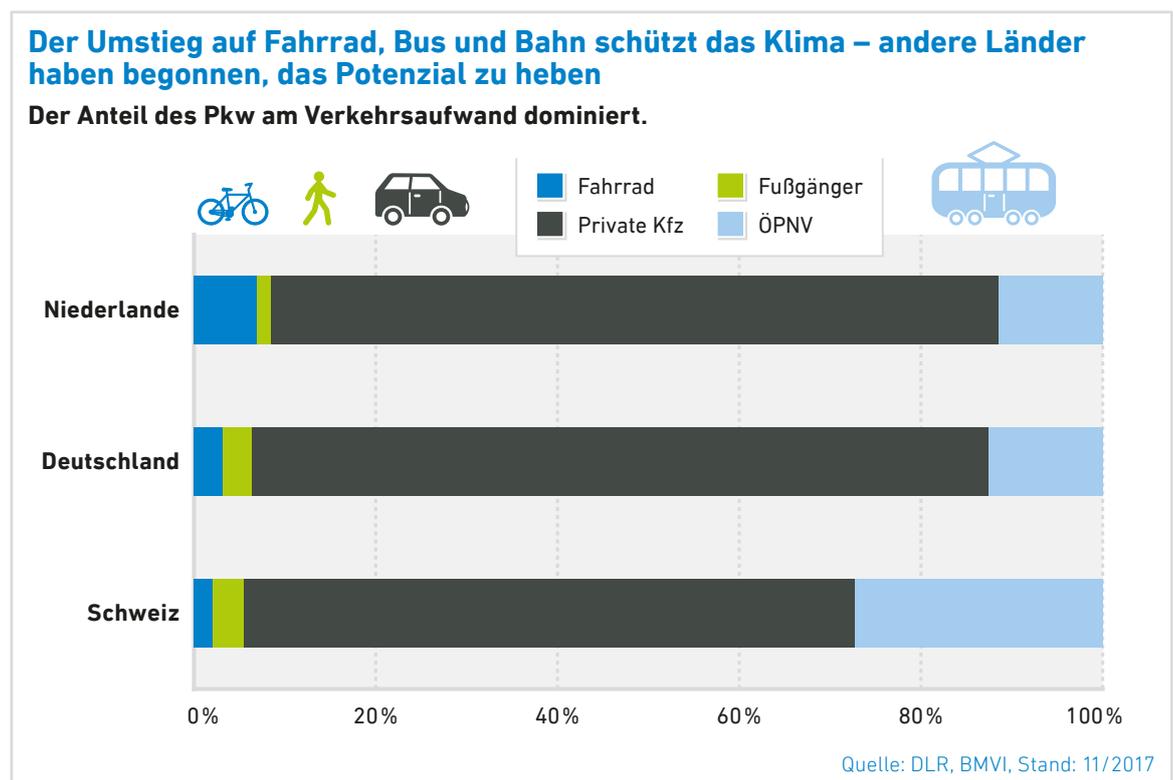
### Diskrepanz zwischen Meinen und Handeln?

Diesen weiterhin vom Pkw dominierten Mobilitätstrends in Deutschland steht eine starke Unterstützung Erneuerbarer Energien gegenüber. Laut Umfragen genießen ein Umstieg auf Erneuerbare Energien im Verkehrssektor und ein Wechsel auf andere Formen der Mobilität hohe Akzeptanz in der deutschen Bevölkerung. Schon Mitte 2013 und damit lange vor dem Skandal um die Abgasmanipulationen beim Diesel hatte sich in einer vom Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) beauftragten Umfrage eine deutliche Mehrheit dafür ausgesprochen, die Energiewende auf die Bereiche Wärme/Heizung und Mobilität/Verkehr auszuweiten, da diese den Großteil des Energieverbrauchs ausmachten<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017.

<sup>8</sup> Verbraucherzentrale Bundesverband 2013.

Rund vier Jahre später attestierte Ende 2017 eine Studie der Forschungsabteilung von Deutschlands Förderbank KfW den Deutschen ein starkes Bewusstsein in Sachen Verkehrswende. Laut der Umfrage sahen 81 Prozent der Teilnehmer hier einen „akuten Handlungsbedarf“<sup>9</sup>. Konkret nach Erneuerbaren Energien wurde in der KfW-Umfrage allerdings nicht gefragt, sondern nach der Notwendigkeit eines technologischen und gesellschaftlichen Wandels. Den größten Beitrag erwarten die Umfrageteilnehmer von der Industrie: Rund neun von zehn Befragten sehen laut KfW die Fahrzeughersteller hier in der Pflicht. Auch der Politik wird mehrheitlich eine wichtige Rolle zugeschrieben (77 Prozent). Die Notwendigkeit eines eigenen Beitrags erkannten knapp drei Viertel der Bürger. Etwa die Hälfte hiervon (36 Prozent) gab an, das eigene Mobilitätsverhalten im Kontext der Energiewende bereits angepasst zu haben.



Es scheint an dieser Stelle geboten, auf mögliche Unterschiede zwischen in Umfragen erklärten Präferenzen und tatsächlichem Verhalten der Verbraucher hinzuweisen, die sogenannte Einstellungs-Verhaltens-Diskrepanz. Solche Diskrepanzen gibt es auch in anderen Bereichen, etwa bei Bio-Lebensmitteln, deren Kauf von vielen Verbrauchern in höherem Maße bekundet wird als er tatsächlich stattfindet. Ähnlich könnte es sich bei der Verkehrswende verhalten. Denn die Umfrageergebnisse werden in Sachen Verhaltensänderungen der Verbraucher nicht durch tatsächliche Konsumtrends untermauert, wie u.a. die Absatzzahlen beim fossilen Kraftstoff zeigen. Hätte ein Drittel der Bevölkerung tatsächlich Änderungen im Mobilitätsverhalten vorgenommen, so müsste dies in Verbrauchertrends schon ablesbar sein. Im Fall der Bio-Lebensmittel sieht der Wissenschaftler Michael Harth im Preis von Bio-Lebensmitteln einen möglichen Grund für Kaufzurückhaltung. Eine weitere Ursache könnte laut seiner Einschätzung darin begründet liegen, dass die Unterschiede zwischen konventionellen und Bio-Lebensmitteln zu abstrakt erscheinen<sup>10</sup>. Ähnliche Ursachen einer Diskrepanz zwischen tatsächlichem und bekundetem Verhalten lassen sich im Bereich der Verkehrswende vermuten.

<sup>9</sup> KfW Research 2017.

<sup>10</sup> Harth 2017.

Die Einstellungs-Verhaltens-Diskrepanz ist nicht auf Deutschland beschränkt. In einer Eurobarometer-Umfrage im Auftrag der Europäischen Kommission sagten 2017 knapp die Hälfte der Befragten aus, sie seien in ihrem persönlichen Umfeld mit Schritten gegen den Klimawandel aktiv geworden. Auf 90 Prozent steigt dieser Anteil laut EU-Kommission, wenn die Menschen nach konkreten Einzelmaßnahmen für den Klimaschutz befragt werden<sup>11</sup>. Dabei nahm die Mülltrennung mit über 70 Prozent den Löwenanteil ein. Stärker für den Klimaschutz ins Gewicht fallende Faktoren hatten hingegen laut der Umfrage meist nur geringere Anteile. So gaben nur 7 Prozent der Befragten an, zu einem Energieversorger mit größerem Anteil Erneuerbarer Energien gewechselt zu sein. Der Anteil der Personen, die beim Erwerb eines Neuwagens einen geringen Kraftstoffverbrauch als wichtiges Kaufkriterium zugrunde legten, verringerte sich laut Eurobarometer 2017 auf 9 Prozent, nach 13 Prozent zwei Jahre zuvor. Möglichst auf Kurzstreckenflüge verzichten wollten 10 Prozent der Befragten. Dies zeigt: Veränderungen gewohnter Verhaltensmuster zugunsten von mehr Klimaschutz stoßen bei den Verbrauchern nicht immer auf starke Resonanz.

Werden Verbraucher mit möglichen Verhaltensänderungen in Form von Verboten konfrontiert, ist in der Regel eine geringe Akzeptanz zu verzeichnen. Vor dem Hintergrund der Schadstoffbelastung in vielen deutschen Städten sprachen sich laut einer im November 2017 veröffentlichten Umfrage der GfK nur 14 Prozent der Teilnehmer für ein Diesel-Fahrverbot aus, wenn eine „saubere technische Lösung nicht möglich“ sei<sup>12</sup>. Die Skepsis der Verbraucher ist insofern wenig überraschend, da so mancher der Befragten selbst einen Diesel fahren und auf diesen kaum in der Stadt verzichten mag. Andererseits wünschen sich die Menschen gesündere Städte, die weniger auf den Autoverkehr ausgerichtet sind, wie die Studie „Umweltbewusstsein in Deutschland“ ergab. Die Bereitschaft, mehr zu Fuß zu gehen, Fahrrad zu fahren oder öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen, hängt demnach in hohem Maße davon ab, dass die Wege des Alltags – zum Einkaufen, zu Versorgungseinrichtungen, zur Schule oder zu Freizeitaktivitäten – ohne Auto bewältigt werden können und dass eine gute Infrastruktur sowie entsprechende Mobilitätsangebote den Wechsel erleichtern.

Mit dem Ende Februar erwarteten Spruch des Bundesverwaltungsgerichts zur Zulässigkeit möglicher Diesel-Fahrverbote in Deutschlands Innenstädten wird die Diskussion um den Stickoxidausstoß der Fahrzeugflotten eine neue Qualität erreichen. Für umweltfreundliche Formen der Mobilität und den Ausbau Erneuerbarer Energien im Verkehrssektor bietet die Debatte neue Chancen, indem Möglichkeiten für mehr Lebensqualität durch den Ausbau Erneuerbarer Energien in den Fokus rücken.

### 3.3 TEILEN STATT NUTZEN?

Zwar ist das Auto der größte Klimagasemittent im Verkehrssektor. Doch bestehen Chancen, seine Beliebtheit ein Stück weit für eine Verkehrswende und für die Energiewende im Transportbereich zu nutzen. Ein Beispiel ist das boomende Carsharing. Die Nutzerzahlen in diesem Bereich stiegen laut Angaben des Bundesverbandes Carsharing 2016 gegenüber dem Vorjahr um mehr als ein Drittel auf 1,7 Millionen. Gleichzeitig fiel das Wachstum der deutschen Carsharing-Flotten gemessen am Kundenzuwachs mit einer Zunahme der Zahl der Carsharing-Fahrzeuge um 6,8 Prozent auf 17.200 eher moderat aus<sup>13</sup>. Mit der großen Beliebtheit, derer sich Carsharing-Dienstleistungen von großen Anbietern erfreuen, geht vor dem Hintergrund solcher Entwicklungen häufig die Deutung einher, es stelle sich ein Trend zum „Nutzen statt Besitzen“ ein.

11 Europäische Kommission 2017.

12 GfK Verein 2017.

13 Bundesverband Carsharing 2016.

Befeuert werden diese Hoffnungen vom Siegeszug digitaler Dienstleistungen. Ob diese Trends tatsächlich vorhanden sind bzw. sich verfestigen, ist hingegen nicht ausgemacht. Aufgrund des steigenden Bestandes an Pkw und der langfristig gesunkenen Fahrleistung pro Auto könnte man gar von einem Trend zum Besitzen statt Nutzen sprechen, so Abteilungsleiter Dr. Tobias Kuhnimhof vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) auf einer AEE-Veranstaltung im Mai 2017<sup>14</sup>.

Denn der Trend zum Carsharing, also der Erfolg z.B. von Autovermietungsplattformen, stellt nicht unbedingt das Konzept des individuellen Auto-Eigentums infrage. Noch ungeklärt ist, ob solche Fahrzeuge nicht eher statt des öffentlichen Nahverkehrs genutzt werden und so zum Wachstum statt Schrumpfen der Fahrzeugflotten in den Städten beitragen. Auf einem anderen Blatt steht die Energieversorgung der Fahrzeuge. Mehrere Carsharing-Firmen bieten Elektrofahrzeuge an, jedoch meist in überschaubarem Umfang. Die Deutsche Bahn-Tochter Flinkster hatte 2016 rd. 700 E- und Hybrid-Pkw im Portfolio, das waren rund 20 Prozent der Flotte. Im Januar 2018 waren es nur noch 400, das entsprach einem Anteil von 10 Prozent. DriveNow – ein von BMW und Sixt betriebenes Joint Venture – verfügte Ende 2016 über 20 Prozent Elektrofahrzeuge in seiner Flotte und hatte angekündigt, diesen Anteil weiter erhöhen zu wollen. Allerdings war der Anteil Anfang 2018 leicht auf rd. 16 Prozent gefallen. Das angestrebte Wachstum des E-Pkw-Anteils ist auch abhängig von den Infrastruktur-Voraussetzungen in den jeweiligen Städten. Ein ausdrückliches Bekenntnis zu Erneuerbaren Energien fehlt bei vielen Carsharing-Firmen indes noch. Eine DriveNow-Sprecherin betont indes: „In Deutschland werden unsere E-Fahrzeuge generell nur mit Ökostrom geladen.“

Als nachhaltigerer Trend zum Teilen kann daher ein Umstieg auf den ÖPNV gesehen werden. Dessen Zuwächse sind allerdings im Vergleich zum Autoverkehr stark unterdurchschnittlich<sup>15</sup>. Rund die Hälfte der regelmäßigen Autofahrer kann sich laut der Studie „Umweltbewusstsein in Deutschland“ vorstellen, öffentliche Verkehrsmittel wie Busse und Bahnen künftig häufiger zu nutzen. Dazu forderten 69 Prozent eine verbesserte Anbindung mit einer kürzeren Entfernung zur Haltestelle, einer engeren Taktung und weniger Umstiegen. Zum anderen nannten 56 Prozent der Befragten, dass der öffentliche Verkehr deutlich preisgünstiger sein müsse.

Als vorbildliche Länder in Sachen Alternativen zur Autonutzung gelten die Niederlande und die Schweiz. So ist in den Niederlanden das Fahrradfahren besonders beliebt, in der Schweiz hat der Bahnverkehr einen relativ hohen Marktanteil. So wünschenswert ein verstärkter Umstieg auf diese Alternativen zum Auto ist, so begrenzt ist aber auch der Beitrag zum Klimaschutz, wenn die energetische Versorgung der Verkehrsträger sich nicht ändert. Wie eine DLR-Untersuchung ergab, würde sich der Klimagasausstoß Deutschlands bei einer Verkehrsverlagerung nach niederländischem und Schweizer Muster nur um sieben Prozent verringern. Für stärkere Klimaschutzbeiträge ist also ein Umstieg auf Erneuerbare Energien notwendig.

### 3.4 AUTONOM IN RICHTUNG VERKEHRSWENDE?

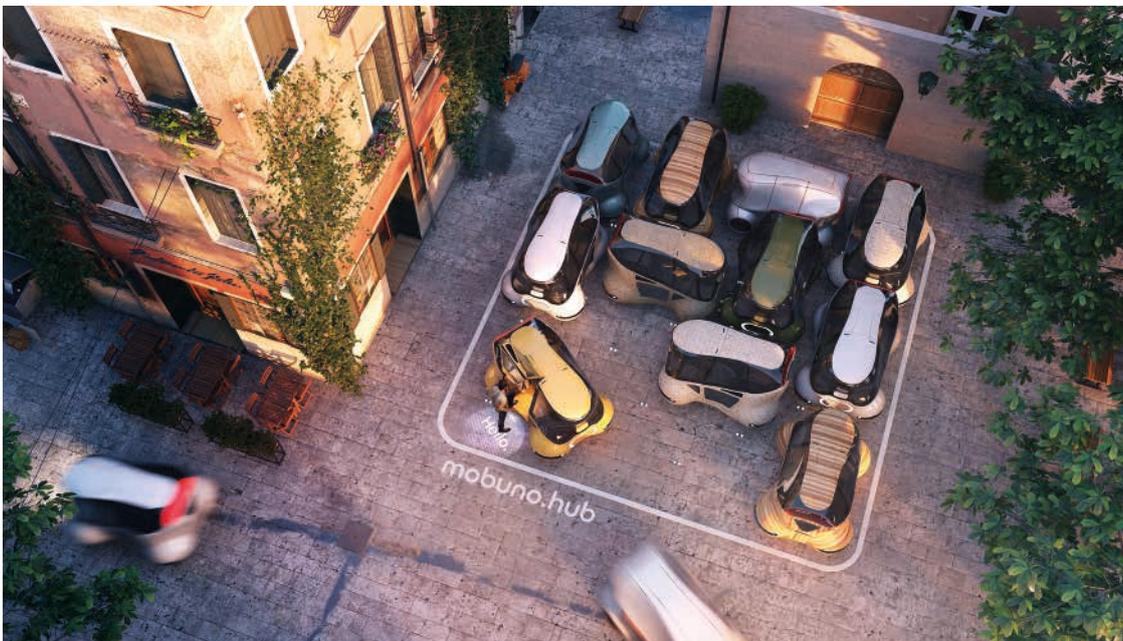
Einparkhilfe und Geschwindigkeitsregulierer sind schon Realität, künftig sollen den Autofahrenden weitere Aufgaben abgenommen werden, bevor das autonome Fahrzeug sich selbständig den Weg durch den Verkehr bahnt. Das autonome Fahren wird als bedeutender Technik-Trend für die Mobilität der Zukunft angesehen. Auf einem anderen Blatt steht, welche Auswirkungen es auf den Energiebedarf auf der Straße haben wird. Das autonome Fahren dürfte das Auto attraktiver machen, wenn der Mensch von Aufgaben entlastet wird.

<sup>14</sup> Kuhnimhof 2017.

<sup>15</sup> Laut Daten des Bundesministeriums für Verkehr erhöhte sich die Verkehrsleistung im ÖPNV 2016 gegenüber 2010 um 4,4 Mrd. Personenkilometer, das war ein Plus von 6 Prozent. Im motorisierten Individualverkehr betrug der Zuwachs 63,1 Mrd. Personenkilometer oder 7 Prozent. (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2017.)

Zudem kann das autonome Fahren Menschen mit Mobilitätseinschränkungen mehr Teilhabe bieten. Solche Veränderungen haben Folgen. Schätzungen des Institute for Mobility Research gehen durch das autonome Fahren von einem Zuwachs der Fahrleistung aus<sup>16</sup>. Zudem könnte die Attraktivität der Fahrzeuge zu Fahrgasteinbußen bei öffentlichen Verkehrsmitteln führen. Bis 2035 wird laut der oben zitierten Studie mit einem Anteil autonomer Fahrzeuge an den Privat-Pkw in Deutschland von 10 Prozent gerechnet. Das Ziel einer Senkung des Energieverbrauchs wird durch solche Trends erschwert. Dies zeigt: Technische Innovationen und die Wende für ein nachhaltigeres Energiesystem gehen nicht notwendigerweise Hand in Hand. Mit autonomem Fahren verbinden sich aber auch Hoffnungen. So geht der Stadtplaner und Mobilitätsforscher Tim Lehmann vom Institut für Urbane Mobilität von der Möglichkeit großer Effizienzgewinne aus, wenn es gelingt, Fahrzeuge im Zuge des Trends zum autonomen Fahren besser auszulasten. „Die Berechnung ist ganz einfach: Wenn Flotten zukünftig effizient geteilt werden, könnten Fahrzeuge rund acht Stunden am Tag Personen befördern, statt aktuell nur eine halbe Stunde.“<sup>17</sup>

### Zukunftsmusik: Mehr Platz im öffentlichen Raum durch autonomes Fahren als möglicher Komfortgewinn



Quelle: xoio GmbH & ium-Institut für Urbane Mobilität

Autonomes Fahren kann zudem Platz im öffentlichen Raum für die Allgemeinheit frei machen, da zum Parken weniger Platz benötigt wird. Das ist indes noch Zukunftsmusik. Heute nehmen Pkw massiv öffentlichen Raum in Anspruch: Wollte man die in Deutschland zugelassenen Pkw und Lkw in einer Region abstellen, dann würde der erforderliche Parkraum etwa die Fläche des Bundeslandes Hamburg von 755 Quadratkilometern beanspruchen. Die steigende Zahl an Kraftfahrzeugen bringt regelmäßig Forderungen nach mehr Straßenbau mit sich. Diesen Teufelskreis gilt es, durch den Umstieg auf Alternativen zum Auto, z.B. eine Stärkung des Bahnverkehrs, zu durchbrechen.

<sup>16</sup> Institute for Mobility Research 2016.

<sup>17</sup> Interview von Nikolas Linck mit Tim Lehmann in Radzeit 4/2017.

## 4 NACHHALTIGE MOBILITÄT AUF DER STRASSE: MIT WELCHEN MITTELN?

### 4.1 SZENARIEN ZU ENERGIEMIX UND ENERGIEVERBRAUCH

Annahmen zur Entwicklung des künftigen Energieverbrauchs sind zentral für Modelle nachhaltiger Mobilität. Konsens ist, dass für eine erfolgreiche Energiewende im Verkehrssektor, mit dem die deutschen und EU-Klimaziele zu verwirklichen sind, neben dem verstärkten Einsatz Erneuerbarer Energien in bestehenden Infrastrukturen ein massiver Umbau unseres Verkehrssystems notwendig ist, der mit einer Verringerung des Energiebedarfs einhergehen muss. Die Einschätzungen zum künftigen Energiebedarf im Verkehrssektor haben eine große Spannweite. Das liegt z.T. daran, dass einzelne Studien den Energiebedarf „vom Ende her“, nämlich einem aus Klimaschutzsicht wünschenswerten Niveau betrachten, andere dagegen heutige Automobiltrends mit in die Waagschale werfen. Auch die Einschätzungen zur Verteilung dieses Bedarfs auf die verschiedenen Energieträger und Technologien variieren deutlich. So sind von Nichtregierungsorganisationen beauftragte Studien in der Regel sehr skeptisch, was den Einsatz von Biokraftstoffen angeht. Andere Studien setzen hingegen auf einen relativ breiten Mix an Kraftstoffen und Antrieben. Das gilt u.a. für die von Joachim Nitsch erstellte Studie „Erfolgreiche Energiewende nur mit verbesserter Energieeffizienz und einem klimagerechten Energiemarkt“. In deren Szenarien drängen mittelfristig Elektromobilität und Biokraftstoffe die fossilen Energien zurück, bevor langfristig auch die Wasserstoff-Mobilität zum Zuge kommt. Laut den von Nitsch entworfenen Szenarien ist der Wasserstoff ab Mitte des Jahrhunderts die wichtigste Energiequelle im Verkehrssektor, gefolgt von Elektromobilität und Biokraftstoffen.

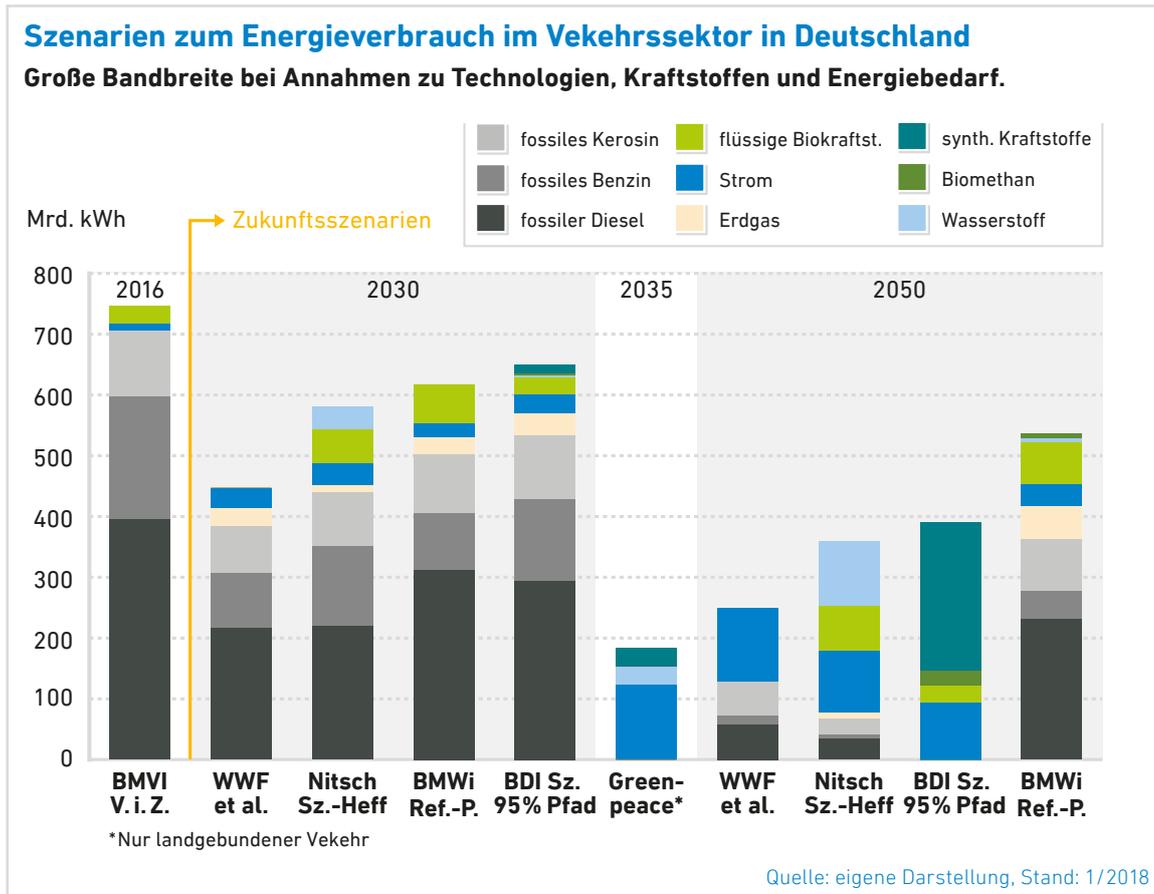
In dieser Studie, wie auch im Energierferenzszenario des Bundeswirtschaftsministeriums werden also mehrere Technologie-Pfade in die Mobilität der Zukunft beschritten. In den Szenarien des Bundeswirtschaftsministeriums bleibt das Erdöl allerdings auch langfristig der wichtigste Energieträger im Verkehrssektor, wobei der Diesel laut dieser Studie aus dem Jahr 2014 weiterhin stark dominiert. Ob es ein Nebeneinander verschiedener stark genutzter Kraftstoffe und Antriebsarten geben wird oder sich bestimmte Technologien als stark dominierend durchsetzen, ist auch eine Frage von Pfadabhängigkeiten. Dieser Begriff beschreibt die Schwierigkeit, einen einmal beschrittenen Weg zu verlassen. Ursache von Pfadabhängigkeiten können Erwartungsmuster in den Köpfen, versunkene Kosten, Netzwerkeffekte und Skaleneffekte sein, wie es in einer aktuellen Studie am Beispiel der Mobilität dargelegt wird<sup>18</sup>. Eine verlängerte Abhängigkeit vom Erdöl kann eben diese Ursachen haben.

**„Ein Mix zwischen Elektromobilität und Fahrzeugen auf Basis von Wasserstoff beziehungsweise regenerativen Kraftstoffen ist sehr wahrscheinlich. Hierfür spricht zum einen die hohe Effizienz und günstige CO<sub>2</sub>-Bilanz der Elektromobilität durch Verwendung von Strom aus Erneuerbaren Energien. Auf der anderen Seite können Fahrzeuge mit regenerativen Kraftstoffen vorhandene Infrastrukturen und Anwendungstechnologien gut ausnutzen und ermöglichen hohe Reichweiten.“**

Studie: Sektorkopplung: Untersuchungen und Überlegungen zur Entwicklung eines integrierten Energiesystems<sup>19</sup>

<sup>18</sup> Fishedick/Grunewald 2017.

<sup>19</sup> Ausfelder et al. 2017.



Ein Nebeneinander verschiedener Energieträger kann zum einen darin begründet liegen, dass eine Abhängigkeit, so von fossilen Energien, noch nicht überwunden ist und in einer langen Übergangsphase ein schrittweiser Wandel vollzogen wird. Dieser kann aber auch Gefahren bergen, so ein Verpassen von Entwicklungen. Aktuell wird dies bei der Elektromobilität mit Blick auf die Ausrichtung der deutschen Automobilwirtschaft und die Fortschritte Chinas diskutiert (s.u.). Ein Nebeneinander kann es aber auch, wie in den oben erwähnten Studien gezeigt, von verschiedenen Erneuerbaren-Technologien geben. So ist die batterieelektrische Mobilität für den Schwerlast-, Schiffs- und Flugverkehr kaum eine Option, so dass hier Alternativen benötigt werden. Auch aus Sicht der Sektorenkopplung ist ein Mix verschiedener Technologien für die Mobilität der Zukunft anzunehmen.

Es bleibt abzuwarten, welche Weichenstellungen die Bundesregierung vornehmen wird, um hier umzusteuern. Mit Spannung erwartet wird daher auch eine Roadmap Verkehrswende, die unter Federführung der Kanzlei Becker Büttner Held im Auftrag der Regierung vorgelegt werden soll.

Wie Szenarien zeigen, schließen sich Antriebs- und Kraftstoffwende nicht gegenseitig aus, im Gegenteil: Beide sind notwendig. Dies ist aber nicht mit Beliebigkeit zu verwechseln. Um Fortschritte beim Klimaschutz im Verkehrssektor zügig zu erreichen, wird eine Dekarbonisierung der heutigen Kraftstoffversorgung mit klimafreundlichen Alternativen dringend benötigt. Dies gilt umso mehr, da die Marktdurchdringung mit alternativen Antrieben noch längere Zeit in Anspruch nehmen wird und deren Versorgung mit Erneuerbaren Energien gesichert sein muss. Während die Elektromobilität mit dem Ausbau der Ladesäulen-Infrastruktur und der bevorstehenden Einführung zahlreicher neuer batteriebetriebener Pkw-Modelle vor dem Zugewinn von Marktanteilen steht, ist die Wasserstoff-Mobilität

noch nicht so weit. Der Wasserstoff bietet aber zugleich die Möglichkeit, eines fließenden Übergangs zwischen Kraftstoff- und Antriebswende. Denn über Umwandlungsschritte kann der Wasserstoff im Sinne einer Kraftstoffwende in der heutigen Kraftstoff-Infrastruktur zum Einsatz kommen, so durch Methanisierung zu Biomethan oder über einen Syntheseschritt zur Gewinnung synthetischer Kraftstoffe. Der Wasserstoff kann aber auch in Brennstoffzellen-Fahrzeugen direkt zum Einsatz kommen, die ihr eigenes Kraftwerk „an Bord“ haben. Dies setzt aber den Aufbau einer eigenen entsprechenden Infrastruktur voraus.

## 4.2 ANTRIEBSWENDE MIT ELEKTROMOBILITÄT

Vor dem Hintergrund der Stickoxidbelastung in vielen Städten wird der Ausbau der Elektromobilität momentan vielerorts als die wohl wichtigste Triebkraft eingestuft, um die Energiewende auf der Straße voranzubringen. Elektrisch betriebene Pkw bieten, wenn sie mit Strom aus Erneuerbaren Energien laufen, nicht nur Klimaschutz, sondern sie können auch für sauberere Luft sorgen.

Für die Akzeptanz der Elektromobilität stehen in der öffentlichen Diskussion die Aspekte Reichweite der Autos, die Qualität der Ladeinfrastruktur und der Fahrzeugpreis ganz oben. Diese Faktoren sind als marktbezogene Akzeptanzfaktoren anzusehen. In all diesen Bereichen hat es aus Verbrauchersicht in jüngster Zeit große Fortschritte gegeben. So sind z.B. mit dem Opel Ampera-e und seiner Reichweite von 380 km nach dem Standard World Harmonized Light Vehicle Test Procedure (WLTP) neue Modelle auf dem Markt oder kurz vor der Markteinführung, die das E-Auto auch als klassischen Erstwagen attraktiv erscheinen lassen. Dieser in Deutschland bislang kaum verfügbare Wagen ist es aber nicht, der dafür gesorgt hätte, dass bis Ende 2017 in Deutschland knapp 47.000 mal der Umweltbonus (4.000 Euro für reine Elektroautos, 3.000 Euro für Plug-in-Hybride) beantragt wurde, was deutlich unter den Planungen lag. Hier hatten vielmehr BMW, Volkswagen, Renault, smart und Audi die Nase vorn, auf die zusammen rund 70 Prozent der Anträge entfielen. Der Marktanteil der reinen Elektroautos lag in Deutschland 2017 aber nach wie vor deutlich unter einem Prozent.

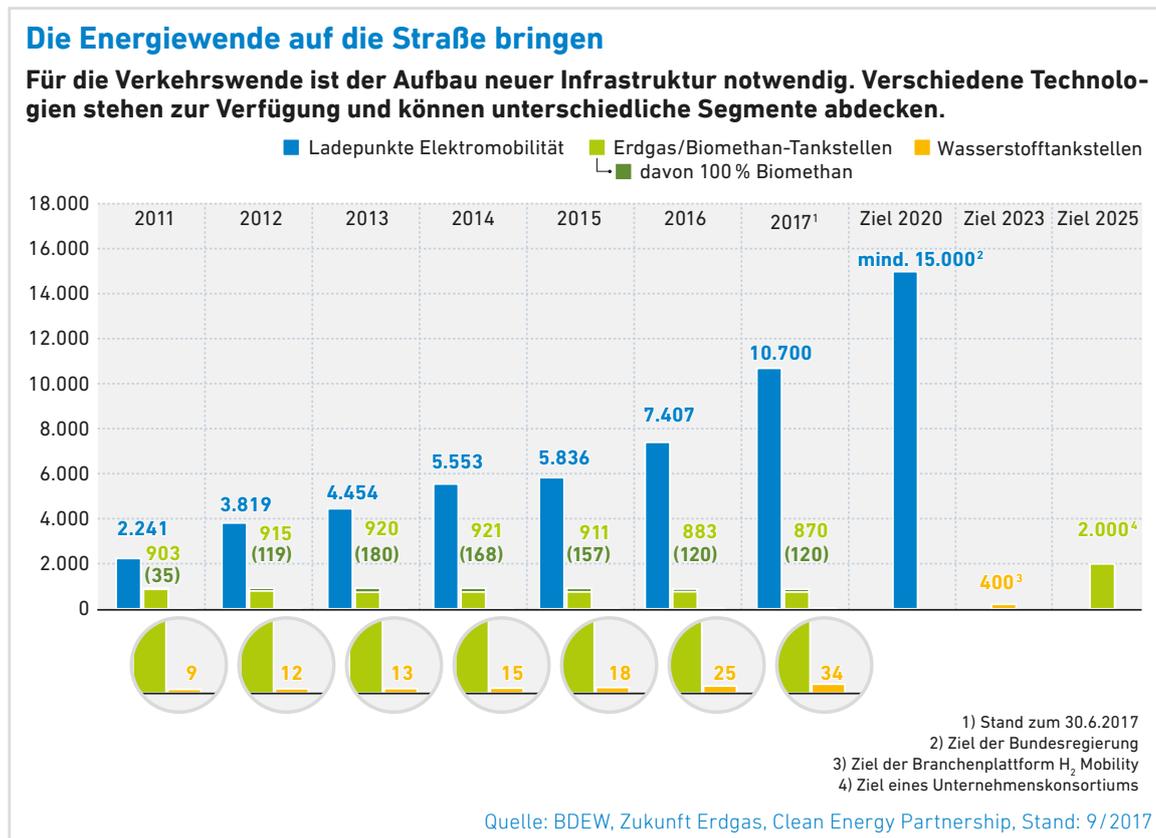


Quelle: NOW/Blum

### Fortschritte bei der Marktakzeptanz erzielt

Die deutschen Automobilhersteller werden in den kommenden Jahren ihr Portfolio an E-Autos stark erweitern. Der VDA sieht die Elektromobilität vor dem Durchbruch. Zu den Fortschritten gesellen sich allerdings auch Fragezeichen. So musste Opel, nun unter dem Dach von Peugeot, Anfang Januar 2018 deutliche Preiserhöhungen für den Opel Ampera-e bekanntgeben, der von der ehemaligen Unternehmensmutter GM in den USA produziert wird.

Die Elektromobilität bietet Chancen nicht nur für die Automobilhersteller, sondern auch für Stromanbieter. So können u.a. Stadtwerke ihr Profil schärfen und neue Geschäftsmodelle mithilfe der Elektromobilität entwickeln. Für die Stromanbieter hat die Elektromobilität aber nicht nur durch die Erschließung neuer Produkte und Kundensegmente Charme. Sie könnten im Zuge einer verstärkten Sektorenkopplung der Bereiche Strom, Wärme und Verkehr langfristig auch vom Strombedarf und der Speichermöglichkeit der Autobatterien profitieren. Je nach Interessenlage äußern sich Stadtwerke aber auch skeptisch zu einer stark auf Strom setzenden Sektorenkopplung im Energiesystem. So hat Constantin Alsheimer, Vorstandschef des Versorgers Mainova aus Frankfurt/M., Bedenken wegen einer möglichen Überanspruchung der Verteilnetze geäußert, wenn einseitig auf Strom sowohl im Wärme- wie auch im Verkehrssektor gesetzt werde. Alsheimer sieht daher für Gas weiterhin starke Argumente im Energiesystem der Zukunft. Auf die Kapazitäten der Verteilnetze wird auch in der Wissenschaft hingewiesen. „Es ist davon auszugehen, dass ein starker Ausbau von Ladestationen für Elektromobilität und eine starke Zunahme der Nutzung von Wärmepumpen selbst bei Nutzung von Flexibilitätspotenzialen einen Ausbau der Verteilnetze erforderlich machen werden“, heißt es in einer maßgeblichen Studie zur Sektorenkopplung<sup>20</sup>. Angemerkt wird darin zudem, dass es zur Nutzerakzeptanz von Netzintegrationskonzepten bisher kaum empirisch fundierte Erkenntnisse gebe.



Logische Voraussetzung für die Sektorenkopplung zugunsten des Mobilitätssektors ist die Entwicklung und Stärkung der Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität. Diese fächert sich, gestützt durch ein staatliches Förderprogramm in Deutschland, immer weiter auf. Akzeptanzfragen werden sich aber gerade auch in diesem Bereich in den kommenden Jahren stellen, so u.a. mit Blick auf den Preis für den Ladestrom der E-Fahrzeuge. Hier herrscht eine große Vielfalt an Tarifmodellen, die von Verbraucherschützern als intransparent beklagt wird. Große Preisunterschiede haben bei E-Autonutzern

<sup>20</sup> Ausfelder et al. ebd.

schon für Unmut gesorgt. Laut einer Untersuchung im Auftrag des Ökostromanbieters Lichtblick vom Sommer 2017 reichen die Preise von kostenlosen Angeboten, so bei den Stadtwerken Leipzig und den Stadtwerken Düsseldorf über Preise im Bereich der mittleren Haushaltsstrompreise von rd 30 Cent/kWh bei Hamburg-Energie bis zu knapp 67 Cent/kWh bei Innogy. Innogy ist der größte deutsche Ladesäulenbetreiber. Zu noch höheren als den hier genannten Preisen kann es durch Abrechnungs- oder Tarifmodalitäten kommen.

### Faktoren sozio-politischer Akzeptanz

Mit Blick auf die sozio-politische Akzeptanz der Elektromobilität sind zum einen umweltpolitische Faktoren und zum anderen volkswirtschaftliche Erwägungen zu nennen. Wie bereits erwähnt genießt die Elektromobilität entscheidende Vorteile zur Vermeidung von starker Luftverschmutzung. In Sachen Umweltschutz werden mit dem zunehmenden Absatz der Fahrzeuge aber auch vermehrt kritische Töne laut. So wird nach der Klimabilanz der Batterieproduktion und nach den Herausforderungen beim Recyceln der Batterien gefragt.

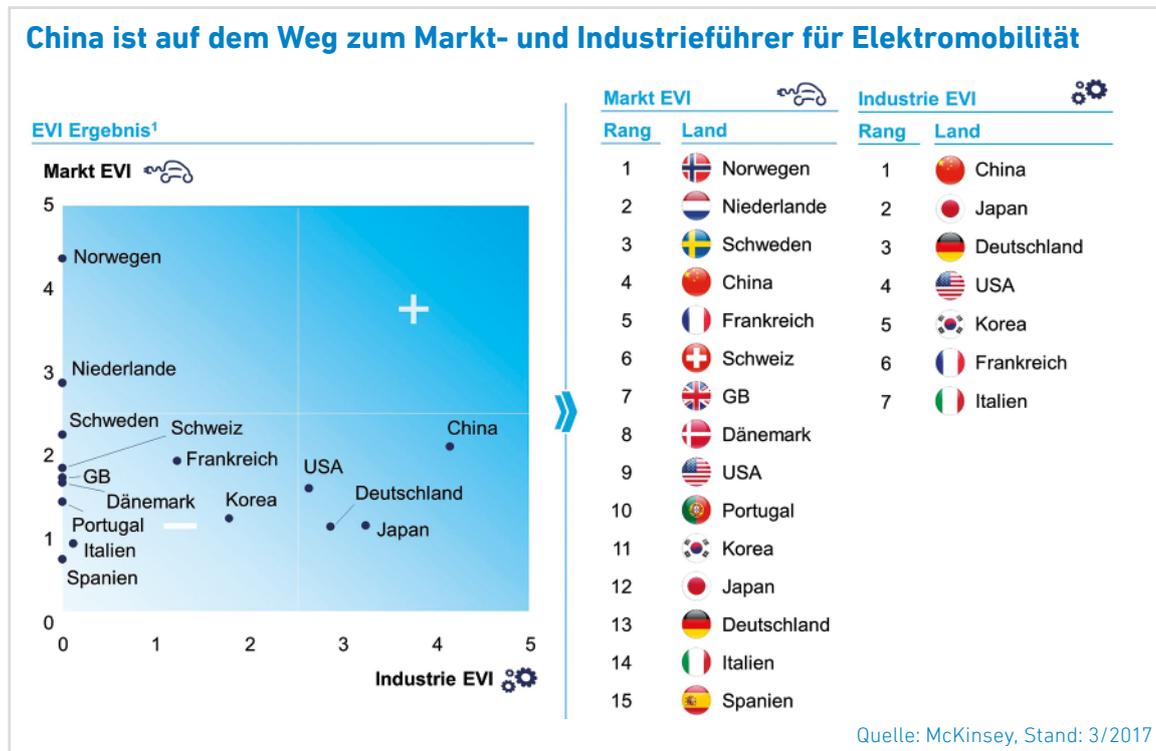
Laut einer Meta-Studie aus Schweden entstehen bei der Batterieproduktion Treibhausgasemissionen in einer Größenordnung von 150 kg bis 200 kg CO<sub>2</sub>-Äq. pro Kilowattstunde Kapazität der Batterie<sup>21</sup>. Bei einer Aufnahmefähigkeit der Batterie von 50 Kilowattstunden (kWh) könnten laut dieser Annahme entsprechend 7,5 bis 10 Tonnen Kohlendioxidemissionen entstehen, bevor das Fahrzeug in Betrieb genommen wurde. Zum Vergleich: Die Pro-Kopf-THG-Emissionen in Deutschland betragen rund 10 Tonnen und müssen zur Einhaltung der Klimaziele stark sinken. Für ihre Annahmen zur Lebenszyklus-Analyse der Pkw legten die schwedischen Forscher Studien mit einem Anteil fossiler Energien an der Stromversorgung bei der Batterieproduktion von 50 bis 70 Prozent zugrunde. Die Forscher empfehlen vor diesem Hintergrund, bei der Produktion der Batterien auf Erneuerbare Energien zu setzen. Zur Einordnung: Die Batterie des elektrisch betriebenen Nissan Leaf verfügt über eine Kapazität von rund 30 kWh, beim Opel Ampera-e sind es 60 kWh. Angesichts von Plänen von Autobauern verstärkt auch schwere Wagen wie SUVs mit Elektroantrieb anzubieten, geht ein Trend zu größeren Batterien. Nicht zu vergessen ist allerdings: Auch ein Pkw mit Verbrennungsmotor verursacht in der Produktion erhebliche THG-Emissionen.

Durch den Einsatz Erneuerbarer Energien bei der Batterieproduktion ließe sich deren Klimabilanz entscheidend verbessern. Maßhalten bei der Größe der Batterien ist angesichts des anhaltenden Trends zum Verkauf größerer Autos eine weitere Herausforderung. Zu hinterfragen ist auch die Stromnutzung im E-Auto. Kommt der Strom nicht aus Erneuerbaren Energien, ist der Klimagasausstoß eines E-Autos erheblich. Bei der angesichts der Ausbaudeckel für Wind- und Solarstrom geltenden Ausbaugrenzen für Erneuerbare Energie-Anlagen kann der in den kommenden Jahren durch eine wünschenswerte, verstärkte Nachfrage nach E-Autos bereitgestellte Strom unter dem Strich kaum aus zusätzlichen regenerativen Quellen stammen. Trotzdem gelten die E-Autos laut den Regularien der Europäischen Union als emissionsfrei. Es gilt daher, auf politischer Ebene für einen beschleunigten Ausbau der Erneuerbaren Energien zu sorgen, damit E-Autos dieser Einsortierung auch gerecht werden können.

Auf der sozio-politischen Ebene spielt für die Akzeptanz der E-Mobilität im Automobilland Deutschland auch die Frage der Wertschöpfung eine große Rolle, zumal die Batterieproduktion hier bislang nicht angesiedelt und man auf Importe, vor allem aus Japan, Südkorea und China, angewiesen ist. Das soll sich ändern. Im sächsischen Kamenz baut Daimler seine zweite Fabrik für Lithium-Ionen-Batterien. Mitte 2018 soll das Werk in Betrieb gehen. In Kamenz hatte Daimler einst auch in die Produktion von Batteriezellen investiert, dies aber aufgegeben.

21 Swedish Environmental Research Institute 2017.

Knapp 200 Kilometer weiter östlich will Volkswagen ab Ende 2019 in Zwickau drei E-Modelle bauen, unter anderem einen Kleinbus. An sächsischen Automobilstandorten wird so Wertschöpfung in der Industrie gehalten. Das kann auch der Akzeptanz der Elektromobilität gut tun.



In der Industrie sind die Gefahren, den Trend zur Elektromobilität komplett zu verpassen, erkannt. So erklärte der Chef des Nutzfahrzeugherstellers MAN, Joachim Drees, am 4. Dezember 2017 im Handelsblatt: „In China wird die Elektromobilität stark gefördert und dort entstehen ernst zu nehmende Konkurrenten. Vor diesem Hintergrund müssen wir schon zugeben, dass wir in Europa bei diesem Thema spät dran sind. Trotzdem sind Städte und deren Verkehrsbetriebe, mit denen wir schon seit Jahren zusammenarbeiten, der Meinung, dass es richtig ist, auf die etablierten Hersteller zu warten“, so Drees mit Blick auf den erhofften Absatz von Elektrobussen in deutschen Kommunen. Die Risiken für deutsche Fahrzeughersteller, in Sachen E-Mobilität den Anschluss zu verpassen, sind weiter vorhanden. Im E-Mobilitätsranking der Unternehmensberatung McKinsey ist Deutschland 2017 im Industrieranking hinter China und Japan weiter auf dem dritten Platz zu finden (s.o.), bei der Marktattraktivität fiel Deutschland weiter zurück auf den dreizehnten Platz.

China bringt mit der Einführung einer Elektrofahrzeugquote ab 2019 neue Bewegung in den Markt. Über ein Punktesystem soll der Absatz von Hybrid-Pkw und rein batteriebetriebenen Fahrzeugen honoriert werden. Unter den deutschen Herstellern dürfte dies vor allem Volkswagen unter Zugzwang setzen, denn für die Wolfsburger ist China ein großer Markt. Ab 2019 sollen Hersteller, die mehr als 30.000 herkömmliche Pkw in China absetzen, eine 10-Prozent-Quote erfüllen, ab 2020 sollen es dann 12 Prozent sein. China will so für bessere Luft in seinen von Smog und rasantem Wachstum geprägten Städten sorgen. Auch industriepolitische Erwägungen spielen für Peking eine Rolle. Wie vor Jahren die Herstellung von Solarmodulen, so dürfte künftig die Produktion von Elektroautos bzw. Komponenten für solche Pkw eine strategische Priorität für China sein.

### 4.3 ANTRIEBSWENDE MIT BRENNSTOFFZELLE

Während China bei der Elektromobilität momentan einer der Taktgeber ist, hat Japan beim Thema Brennstoffzelle die Nase vorn. Mit Toyota und Honda sind zwei große japanische Autobauer mit Brennstoffzellen-Autos am Markt. Allerdings wird der Honda Clarity Fuel Cell nicht in Deutschland angeboten. Japan will die Olympiade 2020 nutzen, um für die Wasserstofftechnik „Made in Japan“ zu werben. Schon heute gibt es immerhin mehr als 100 Wasserstofftankstellen in Japan. Auch aufgrund der geringen Stückzahlen sind Brennstoffzellen-Fahrzeuge bisher noch teuer. Die Marktakzeptanz lässt noch zu wünschen übrig. In Deutschland werden der Toyota Mirai und der aus Südkorea stammende Hyundai ix 35 Fuel Cell angeboten, zu Neupreisen, die etwa um das Dreifache über dem Preis eines vergleichbaren Verbrenners derselben Hersteller liegen. So sind diese Pkw trotz eines möglichen staatlichen Zuschusses von rund 40 Prozent der Investitionskosten nach wie vor deutlich teurer als vergleichbare Verbrenner. Das dürfte auch für den auf der letzten Internationalen Automobil-Ausstellung (IAA) präsentierten Daimler GLC F-Cell gelten, der weltweit erstmalig die Brennstoffzellen- und Batterietechnik zu einem Plug-in-Hybrid kombiniert: Neben Wasserstoff wird die rein elektrische Variante dieses „Sports Utility Vehicle“ (SUV) auch Strom tanken können.

Als möglicher Einstieg in die Welt der Brennstoffzelle könnte das Carsharing attraktiv werden: Der Fahrdienst CleverShuttle bietet E-Fahrzeuge wie auch Wasserstofffahrzeuge an und will neben Berlin, Hamburg, München und Leipzig demnächst auch in Frankfurt, Stuttgart und Dresden auftreten. In München ist er dabei in Konkurrenz zu BeeZero, einem Carsharing-Anbieter, der ganz auf Wasserstoff setzt und hinter dem der Gasanbieter Linde steht. Beim Wasserstoff wie bei der batteriebetriebenen Elektromobilität stellt sich die Frage nach der Herkunft der Energie. „Tatsächlich ist der Wasserstoff, den wir für BeeZero verwenden, ausschließlich aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt“, teilte dazu das Unternehmen mit. Dies gilt nicht an allen Wasserstofftankstellen in Deutschland. Von ihnen gibt es derzeit rund 40. Innerhalb der Clean Energy Partnership (CEP) stammt mindestens die Hälfte des Wasserstoffs aus regenerativer Erzeugung, wie eine Sprecherin mitteilte. Die CEP-Tankstellen gehen nach und nach an die Betreibergesellschaft H2 Mobility über. Bis 2023 soll sich die Zahl der Wasserstofftankstellen auf 400 verzehnfachen. Neben dem hohen Preis der Pkw ist die dünne Infrastruktur ein großes Hindernis für den Durchbruch der Brennstoffzellentechnologie.

Was spricht also für die Brennstoffzellen-Pkw? Stammt der Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen, so fährt der Wagen emissionsfrei. Beim Aufladen ist der Brennstoffzellen-Pkw einem batteriebetriebenen Elektromobil überlegen. Das „Auftanken“ dauert nur wenige Minuten. Eine wichtige Akzeptanzhürde für die Elektromobilität entfällt bei der Brennstoffzelle und könnte den Verbraucherzuspruch erhöhen.

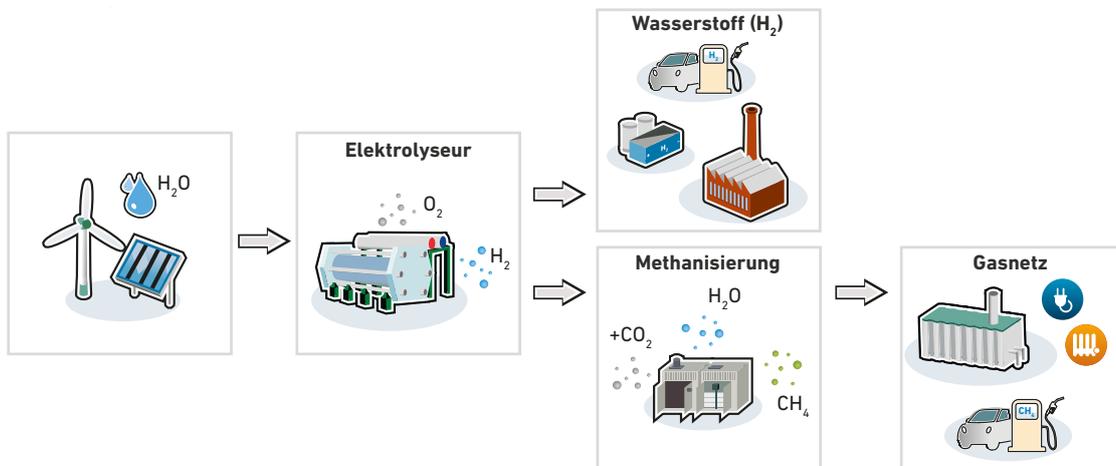
Zudem ist die Gewinnung von Wasserstoff aus Wind- und Solarstrom in Zeiten eines witterungsbedingt hohen Angebots an Ökostrom energiewirtschaftlich interessant: Im Jahr 2015 musste Strom aus Erneuerbaren Energien im Umfang von 4,7 TWh abgeregelt werden. Das entspricht laut Angaben des Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellenverbandes (DWV) rund 88.000 t Wasserstoff aus Elektrolyse oder dem jährlichen Wasserstoffbedarf von rund 900.000 Brennstoffzellenfahrzeugen. Derzeit stellt Strom als Ausgangsprodukt für die Wasserstoffherstellung im globalen Maßstab allerdings nur einen Anteil von 5 Prozent, das Gros entfällt mit 68 Prozent auf Erdgas, den Rest teilen sich Erdöl und Kohle<sup>22</sup>.

Während die energiewirtschaftlichen Konsequenzen der batterieelektrischen Mobilität noch nicht eindeutig geklärt sind und auf Verteilnetzebene Investitionen nötig machen dürfte, fügt sich die Wasserstoff-Mobilität aufgrund der Speichermöglichkeiten des Gases potenziell vorteilhaft in einen von Erneuerbaren Energien geprägten Strommarkt ein. Es fehlt allerdings an einer Infrastruktur, die Wasserstoff-Mobilität in der Fläche kurz- oder mittelfristig für einen Massenmarkt verfügbar machen würde.

### Power-to-Gas:

#### So unterstützt Gas aus erneuerbarem Strom die Wärme- und Verkehrswende

Strom aus Wind- und Solarenergie, der nicht direkt verbraucht werden kann, kann zur Produktion von Wasserstoff mittels Elektrolyse verwendet werden. Wasserstoff kann durch Zugabe von Kohlendioxid zu Methan weiter veredelt werden. Diese Gase können als Kraftstoff für Wasserstoff- oder Gasfahrzeuge, als Energiequelle in Blockheizkraftwerken und Brennstoffzellen zur Produktion von Strom und Wärme oder auch als Rohstoff in der Industrieproduktion dienen.



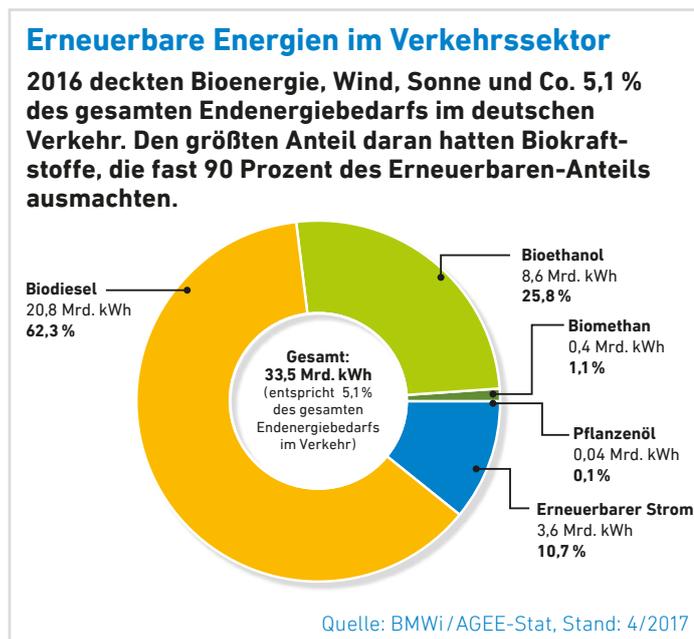
Quelle: eigene Darstellung

## 4.4 KRAFTSTOFFWENDE VORANBRINGEN

Die Antriebswende allein kann keine vollständige Umstellung auf erneuerbare Mobilität bringen. Denn in einigen Schlüsselbereichen, so im Flugverkehr, in der Schifffahrt, aber auch im Schwerlastverkehr werden Kohlenwasserstoffe als Kraftstoffe wegen ihrer hohen Energiedichte auch künftig stark nachgefragt sein. Hier sind Biokraftstoffe oder synthetisch hergestellte Kraftstoffe das Mittel der Wahl, sei es in flüssigem oder gasförmigem Zustand. In einigen Bereichen, so u.a. im Schiffsverkehr, könnte Gas aus biogenen Quellen oder aus synthetischer Herstellung künftig zunehmend Bedeutung gewinnen. So ist ein Dual-Fuel-Motor des Herstellers MAN, der mit Diesel und Ethan-Gas betrieben werden kann, erfolgreich im Einsatz. Rolls Royce hat einen neuen Gasmotor entwickelt, der 2018 in Serie gehen soll, wie das Unternehmen mitteilte<sup>23</sup>. Angesichts der verstärkten Bemühungen um bessere Luft in den Städten könnte Biomethan auch in Pkw zunehmend an Bedeutung gewinnen. Einzelne Hersteller haben ihre Modellpalette an Gasfahrzeugen erweitert, so tut sich u.a. Audi in diesem Bereich hervor. Biokraftstoffe leisten heute den mit Abstand größten Beitrag Erneuerbarer Energien im Verkehrssektor, sowohl in Deutschland als auch in der Europäischen Union. Angesichts des anhaltenden Trends zu immer größeren Fahrzeugen, konnte ihr begrenzter Beitrag bislang aber nicht den zunehmenden Treibhausgasausstoß des Verkehrssektors aufhalten.

#### 4.4.1 POTENZIAL VON BIOKRAFTSTOFFEN NUTZEN

Für die Herstellung heute verfügbarer Biokraftstoffe bedient man sich Pflanzenstärke, um deren Zucker für die Bioethanolherstellung zu nutzen oder man greift auf Ölpflanzen wie Rapssaat zur Produktion von Pflanzenöl als Rohstoff für die Biodieselproduktion zurück. Eine weitere Option ist Biomethan als gasförmiger Kraftstoff. Für all diese Produkte sind Energiepflanzen ein wichtiger Rohstoff. Reststoffe, Abfälle und Ko-Produkte tragen ebenfalls zum heutigen Produktionsvolumen bei, so z.B. Biodiesel aus Altfetten oder Biogas aus Stroh. Trotz Rückschlägen hat die Bioenergie für den Energie- ebenso wie für den Agrarsektor an Bedeutung gewonnen. Die künftige Förderpolitik Europas soll sich laut Bestrebungen der EU-Kommission hingegen auf Reststoffe und so genannte fortschrittliche Biokraftstoffe konzentrieren.

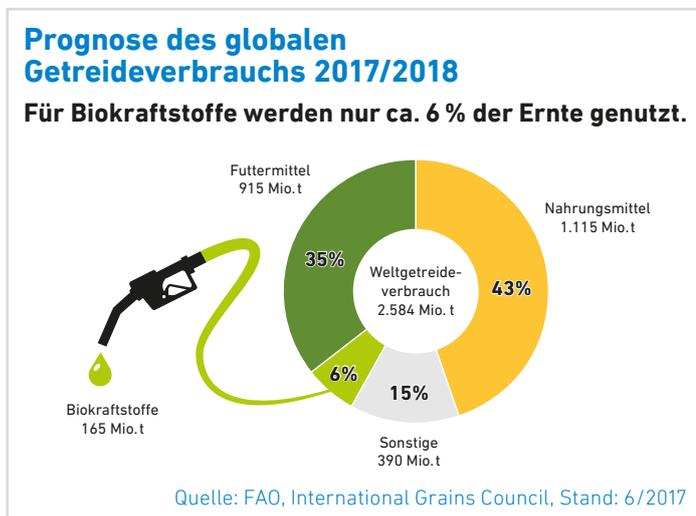


Denn die Rolle von Biokraftstoffen für nachhaltige Mobilität auf der Straße ist umstritten. Mit einer Phase der Euphorie zum Beginn des Jahrtausends, für den stellvertretend der Ausspruch der ehemaligen Bundeslandwirtschaftsministerin Renate Künast stehen mag, die Landwirte seien die „Ölscheichs von morgen“, ging ein Boom der Branche einher. Kritik an angenommenen und befürchteten Fehlentwicklungen ließ nicht lange auf sich warten, so seitens Nichtregierungsorganisationen. Immer wieder wurden und werden Befürchtungen laut, der Anbau von Energiepflanzen könnte zu direkten oder indirekten Landnutzungsänderungen

(indirect land use change – iLUC) in Übersee führen. Die von Misstönen begleitete Markteinführung von Ottokraftstoff mit einem maximal zehnzehnten Anteil von Bioethanol (E10) sorgte in Deutschland Anfang 2011 für weitere Kratzer am Biokraftstoff-Image. Auf die Befürchtungen um den Umweltschutz reagierten Branche und Politik. Ebenfalls 2011 wurden in Deutschland die EU-Standards zur Nachhaltigkeitszertifizierung von Biokraftstoffen umgesetzt. Dreh- und Angelpunkt sind steigende Anforderungen an die Treibhausgasvermeidung von in der Europäischen Union vermarkteten Biokraftstoffen. So sind beispielsweise Urwaldrodungen für nachhaltig erzeugte Biokraftstoffe tabu. Doch über den Hebel iLUC gibt es weiter Kritik an der Biokraftstoffnutzung in Europa. Mit ihrem Beschluss zur Begrenzung des Anteils von Biokraftstoffen aus Anbaubiomasse im fossilen Kraftstoff auf sieben Prozent reagierte die Europäische Union 2015 abermals auf Kritik von Nichtregierungsorganisationen, die im Zuge der Tank-Teller-Debatte nachteilige Einflüsse von Biokraftstoffen auf Ernährungssicherung und den Zustand von Kulturlandschaften befürchteten. Dieser Anteil von sieben Prozent ist bei weitem nicht ausgeschöpft. Allerdings zielen die aktuellen Vorschläge der Europäischen Kommission für die Erneuerbaren-Ziele bis 2030 darauf ab, den Anteil von Biokraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wie Raps oder Energiegetreide weiter zu verringern, und zwar von gegenwärtig sieben Prozent auf höchstens 3,8 Prozent bis 2030 (s.o.). Das Europaparlament hat in erster Lesung Mitte Januar 2018 sogar für eine Halbierung dieses Werts auf zwei Prozent gestimmt.

Das steht im Kontrast zu heutigen Potenzialen. So könnte die EU-Zielvorgabe von 10 Prozent Erneuerbaren Energien im Verkehrssektor bequem durch Biokraftstoffe von heimischen Feldern durch den Anbau heimischer Ackerpflanzen gedeckt werden. Der Flächenbedarf für die Erreichung des 10-Prozent-Ziels wird auf 17,5 Millionen Hektar geschätzt (rd. zehn Prozent der EU-Landwirtschaftsfläche)<sup>24</sup>. Zudem stehen Biokraftstoffe aus Reststoffen und E-Fahrzeuge zur Erfüllung des 10-Prozent-Ziels bereit. Die politische Realität mit den neuerlichen Plänen zur Beschränkung der Verwendung von Biokraftstoffen sieht anders aus. Die Entwicklung der Branche ist ein Spiegel der entstandenen politischen Unsicherheit. Bei steigenden Verkäufen fossiler Kraftstoffe konnte sich in Deutschland der Absatz von Biokraftstoff in den vergangenen Jahren nur knapp behaupten. Zwischen realistisch erschließbaren Potenzialen und abgesetzten Mengen droht sich ein größer werdendes Delta aufzutun.

Dem steht eine mittlerweile hohe Akzeptanz von Biokraftstoffen gegenüber. Laut einer u.a. vom Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie (VDB) 2016 beauftragten Infratest-Studie bewerten rund zwei Drittel der deutschen Bevölkerung Biokraftstoffe positiv<sup>25</sup>. Zur Begründung für ihre positive Grundhaltung gaben diese Personen den Beitrag von Biokraftstoffe zur Umweltschonung an. Ähnliche Ergebnisse erbrachte eine von EuroPulse im Auftrag des Bioethanol-Branchenverbandes ePure durchgeführte Umfrage unter mehr als 11.000 EU-Bürgern im Frühjahr 2017. Demnach waren knapp 70 Prozent der Teilnehmer der Auffassung, dass konventionelle Biokraftstoffe unterstützt werden sollten, während sich 15 Prozent dagegen aussprachen. Mehr als zwei Drittel der Befragten sprachen sich dafür aus, Biokraftstoffe aus Energiepflanzen politisch zu unterstützen. Die letzte Eurobarometer-Umfrage der EU-Kommission datiert schon auf das Jahr 2010. Auch damals bekundete eine große Mehrheit der Befragten, nämlich 72 Prozent, Unterstützung für Biokraftstoffe während sich nur 20 Prozent dagegen aussprachen.

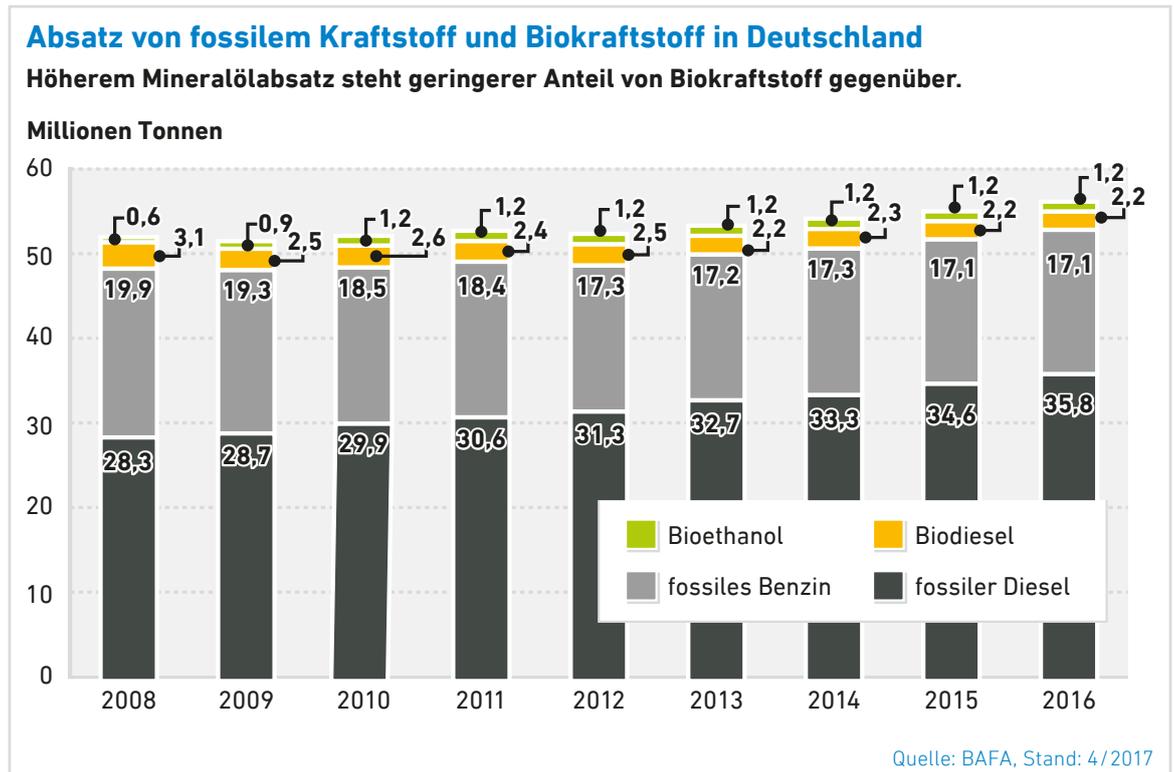


Während flüssige Biokraftstoffe heute großflächig in die Beimischung zum fossilen Diesel und Ottokraftstoff wandern, befürwortet die Branche für die Zukunft einen gezielteren Einsatz der biogenen Kraftstoffe in bestimmten Anwendungsbereichen, in denen eine Elektrifizierung nach heutigem Stand kaum zu erwarten ist. Schwerlast- und Flugverkehr sind in diesem Zusammenhang zu nennen, ebenso wie der Einsatz von Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff in der Landwirtschaft. Biokraftstoffe

würden dort eingesetzt, wo die Antriebswende mit Elektromobilität nicht effizient zum Tragen kommt. Schon heute sind z.B. Beimischungen von 20 Prozent bzw. 30 Prozent Biodiesel auf Basis entsprechender Kraftstoffnormen möglich. Es fehlt aber häufig noch an Freigaben durch die Hersteller. Anders bei der Deutz AG: Das Unternehmen aus Köln hat für wichtige Motoren, die Traktorenherstellern zugeliefert werden, im November 2017 die Freigabe für die Nutzung von 100 Prozent Biodiesel und anderen alternativen Kraftstoffen erteilt.

<sup>24</sup> Agentur für Erneuerbare Energien 2013.

<sup>25</sup> VDB et al. 2016.



#### 4.4.2 SYNTHETISCHE KRAFTSTOFFE MIT HOFFNUNGEN VERBUNDEN

Neben Biokraftstoffen sind synthetisch hergestellte, erneuerbare Kraftstoffe (Power to Liquid, PtL) eine Option für klimaschonende Mobilität auf der Straße, die mit der Nutzung heutiger Infrastruktur einhergeht. Nicht zuletzt Kritiker konventioneller Biokraftstoffe sehen in PtL eine viel versprechende Option zur Dekarbonisierung von Mobilitätsbereichen, die schwer elektrifizierbar sind. Diese Hoffnungen spiegeln sich auch in Plänen der Europäischen Kommission wider, für die künftige Förderung Erneuerbarer Energien im Verkehrssektor eine eigene Unterquote für Power to Gas-Kraftstoff zu schaffen.

Kritisch wird indes der hohe Energiebedarf bei der Produktion synthetischer Kraftstoffe gesehen. So gibt eine im Auftrag von Transport&Environment (T&E) erstellte Studie des Instituts Ceruly zu bedenken, dass die Stromproduktion der EU um das Eineinhalbfache gesteigert werden müsste, um eine Versorgung mit synthetischen Kraftstoffen sicherzustellen<sup>26</sup>. Transport&Environment fordert vor diesem Hintergrund, den Einsatz synthetischer Kraftstoffe auf bestimmte Anwendungsbereiche wie die Luftfahrt zu beschränken. Um 50 Prozent des für 2050 im Dekarbonisierungsszenario der EU-Kommission veranschlagten Treibstoffbedarfs der Luftfahrtbranche zu decken, wären 24 Prozent der gegenwärtigen EU-Stromproduktion notwendig, gibt T&E zu bedenken.

Angesichts des frühen Stadiums, in dem sich die Entwicklung von synthetischen Kraftstoffen aus Wind- oder Solarstrom befindet, sind die Prognosen zu den Preisen dieser Produkte noch mit großen Unsicherheiten behaftet. Eine Studie vom Herbst 2017 rechnet mit langfristigen Preisen von 0,49 Cent/l bis 1,33 Cent/l<sup>27</sup>.

<sup>26</sup> Transport&Environment 2017.

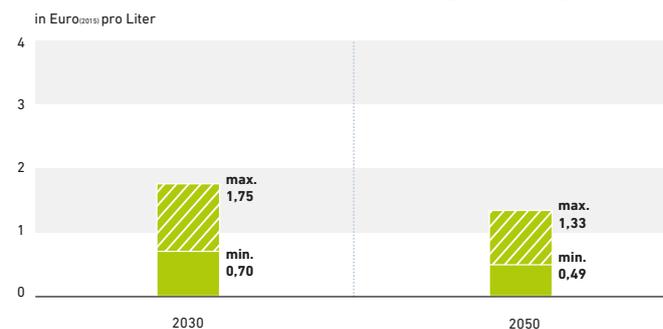
<sup>27</sup> Prognos et al. 2017.

Als Grundbedingung für die Produktion von synthetischen Kraftstoffen wird zum einen die CO<sub>2</sub>-Neutralität des genutzten Stroms genannt, aus der der Wasserstoff für den Treibstoff stammt. Zum anderen ist die CO<sub>2</sub>-Quelle wichtig, welche zur Produktion der künstlichen Kohlenwasserstoffe notwendig ist. Auf weit verbreitete Skepsis stoßen Vorhaben, auch CO<sub>2</sub>-Quellen fossilen Ursprungs für die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen zuzulassen. Als alternative CO<sub>2</sub>-Quelle würden sich Biogasanlagen anbieten. Allerdings wird in maßgeblichen Studien davon ausgegangen, dass sich bei einer stärkeren Nutzung synthetischer Kraftstoffe ein erheblicher Importbedarf Deutschlands ergeben wird, worauf auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) in seinem Sondergutachten zur Verkehrswende vom November 2017 hinweist.

Ein klassisches Argument für die Akzeptanz Erneuerbarer Energien – Versorgungssicherheit durch heimische Produktion und Wertschöpfung durch Bereitstellung der Energie vor Ort – kommt für synthetische Kraftstoffe damit nur teilweise zum Tragen. Regulatorisch haben es synthetische Kraftstoffe derzeit durch eine relativ starke Belastung von Strom gegenüber anderen Energieträgern zu tun. Mit langfristig erheblichen Mengen an synthetischen Kraftstoffen im deutschen Verkehrssektor rechnet eine vom Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) im Januar 2018 herausgebrachte Studie (s.o. Grafik: Szenarien zum Endenergieverbrauch im Verkehrssektor). Sie geht zugleich davon aus, dass der Beitrag von Biokraftstoffen zur Versorgung des Verkehrssektors sich langfristig etwa auf dem heutigen Niveau behaupten kann.

### Bandbreite künftiger Erzeugungskosten strombasierter synthetischer Kraftstoffe (Power-to-Liquid)

Flüssige Energieträger auf Basis von Strom aus Wind- und Solarenergie könnten für die Energiewende, vor allem im Straßenverkehr, eine wichtige Rolle spielen.



Quelle: Prognos / DBFZ / Fraunhofer UMSICHT, Stand: 10/2017

## 5 FAZIT

Die Vorstellung der Antriebs- und Kraftstoffpfade, die sich für die Energiewende auf der Straße anbieten, zeigt, dass die verschiedenen Energieträger und Technologien sich ergänzen können, teilweise aber auch in Konkurrenz zueinander treten könnten. Derzeit ist die Konkurrenz der Erneuerbaren Energien und neuen Technologiepfade mit fossilen Energien der entscheidende Faktor für das Ausbleiben der Energiewende auf der Straße. Es wird notwendig sein, die Förderung fossiler Energien abzubauen, um den Erneuerbaren auf der Straße zum Durchbruch zu verhelfen.

Denn die Energiewende ist noch nicht auf der Straße angekommen, in den Köpfen vieler Menschen aber schon, wie Studien und Umfragen belegen. Notwendig ist ein beschleunigter Wandel unserer Mobilität zugunsten von Mensch und Umwelt. Die Energiewende auf der Straße sollte nicht nur für den Klimaschutz, sondern auch im Interesse der Lebensqualität stattfinden. Denn ohne Energie- und Verkehrswende wird die konventionelle Mobilität immer teurer: Im Jahr 2017 summierte sich die Gesamtlänge der Verkehrsstaus in Deutschland auf 1,45 Millionen Kilometer, das entsprach laut ADAC etwa einer Verdreifachung gegenüber 2011<sup>28</sup>. Schon 2012 kam eine Studie des renommierten Joint Research Center zu dem Ergebnis, dass die Staus auf Deutschlands Straßen mit Kosten von jährlich 24,2 Mrd. Euro zu Buche schlagen, EU-weit sind es 111 Mrd. Euro<sup>29</sup>. Viele Entwicklungen im Straßenverkehr gehen ungeachtet aller Beteuerungen der Autoindustrie momentan in die falsche Richtung.

Unabhängig von künftigen etwaigen Einschränkungen für den Autoverkehr werden die Chancen einer Verkehrswende für den Standort Deutschland kaum diskutiert. Dabei haben wissenschaftliche Untersuchungen ergeben, dass der Schienenverkehr auch im Sinne positiver volkswirtschaftlicher Effekte der Straße überlegen ist. So ergab eine Studie der TU Dresden, dass sich ein starker Ausbau der Straßeninfrastruktur nicht beschäftigungserhöhend auswirkt. Die Erhöhung der Erreichbarkeit im Schienenverkehr hatte in Ballungsräumen im Westen Deutschlands hingegen positive Effekte<sup>30</sup>.

Ohne eine Energiewende im Verkehrssektor mit seinem derzeit massiven, steigenden Ausstoß an Klimagasen wird das Projekt Energiewende insgesamt scheitern. Umgekehrt ist auch der alleinige Fokus auf den Einsatz Erneuerbarer Energien kein Garant für deren Erfolg. Denn ohne eine Änderung des Mobilitätsverhaltens droht deren Einsatz zu verpuffen. So trugen 2017 Biokraftstoffe insgesamt 6,9 Mio. t an THG-Vermeidung bei. Gleichzeitig konnte dies nicht den Trend zu einer nochmaligen Erhöhung des Mineralölabsatzes umkehren. Es ist daher Zeit, die Energiewende auf die Straße zu bringen: mit einer Kraftstoffwende ebenso wie mit einer Antriebswende.

Norwegen, das häufig als Paradebeispiel in Sachen Elektromobilität genannt wird, ist auch Vorreiter bei der Kraftstoffwende – trotz seiner massiven fossilen Exporte. So konnten die Skandinavier 2017 einen Biokraftstoffanteil von mehr als 20 Prozent vorweisen<sup>31</sup>. Das deutet darauf hin: Eine Verkehrswende mit Kraftstoff- und Antriebswende kann funktionieren. Beides, Antriebs- und Kraftstoffwende, muss mit einer Reduzierung des Energieverbrauchs einhergehen.

28 ADAC 2017.

29 Joint Research Center 2012.

30 TU Dresden 2014.

31 Biofuels Digest 2017.

## 6 LITERATUR

ADAC: Staubilanz 2017. München, 2018.

AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN (AEE): Criticism of biofuels – checking the facts. 2013.

AEE: Potenzialatlas Bioenergie in den Bundesländern. Berlin, 2013.

AEE: Renewes Spezial Ausgabe 71. Energiewende im Verkehr. Potenziale für erneuerbare Mobilität. Berlin, 2014.

AUSFELDER, FLORIAN ET AL.: Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft. Sektorkopplung – Untersuchungen und Überlegungen zur Entwicklung eines integrierten Energiesystems. München, 2017.

BIOFUELS DIGEST: Norway achieves 20 % blending mandate more than 2 years early. Meldung vom 26.12.2017.

BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (BLE): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2016. Bonn, 2017.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (BMUB), UMWELTBUNDESAMT (UBA): Umweltbewusstsein in Deutschland 2016, Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung. Berlin/Dessau, 2017.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR (BMVI): Verkehr in Zahlen 2017/2018. Hamburg, 2017.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE, PROGNOSE AG, ENERGIEWIRTSCHAFTLICHES INSTITUT AN DER UNIVERSITÄT ZU KÖLN, GESELLSCHAFT FÜR WIRTSCHAFTLICHE STRUKTURFORSCHUNG MBH (BMWI, EWI, GWS): Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose. Basel/Köln/Osnabrück, 2014.

BUNDESVERBAND CARSHARING: Pressemitteilung. Carsharing Jahresbilanz 2016: Mehr als 1,7 Millionen Carsharing-Nutzer in Deutschland. Februar 2017.

BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN INDUSTRIE (BDI): Klimapfade 2050. Januar 2018.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY: Monitoring progress of Europe's transport sector towards its environment, health and climate objectives. 2017.

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Special Eurobarometer 459. Climate change. 2017.

FISCHEDICK, MANFRED, GRUNEWALD, ARMIN (HRSG.): Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft. Pfadabhängigkeiten in der Energiewende, Das Beispiel Mobilität. München, 2017.

FRANKFURTER ALLGEMEINE MAGAZIN, ZITIERT IN FRANKFURTER ALLGEMEINE ZEITUNG VOM 17. AUGUST 2017: Ein Land der Autofahrer. Abgerufen am 29. Januar 2018

GFK VEREIN: Pressemitteilung. Nur 14 Prozent der Deutschen sprechen sich für ein Dieselfahrverbot aus. November 2017.

GREENPEACE, WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE: Verkehrswende für Deutschland, Der Weg zu CO<sub>2</sub>-freier Mobilität bis 2035. Hamburg, 2017.

HARTH, MICHAEL: Zur Analyse der Einstellungs-Verhaltens-Diskrepanz beim Konsum von Bio-Lebensmitteln. Vortrag anlässlich der 57. Jahrestagung der GEWISOLA. September 2017.

- INSTITUTE FOR MOBILITY RESEARCH (IFMO):** Autonomous Driving, The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behaviour. 2016.
- JOINT RESEARCH CENTER (JRC) INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES:** Measuring Road Congestion. Sevilla, 2012.
- KFW RESEARCH:** Deutschland – Land der Autofahrer: Wie steht die Bevölkerung zur Verkehrswende? 2017.
- KUHNIMHOF, TOBIAS (DLR INSTITUT FÜR VERKEHRSFORSCHUNG):** Vortrag bei der AEE-Veranstaltung „Die Energiewende auf die Straße bringen“. Von der Multimodalität zum Robotaxi – Was brauchen wir für die Energiewende auf der Straße? Mai 2017.
- NITSCH, JOACHIM:** Erfolgreiche Energiewende nur mit verbesserter Energieeffizienz und einem klimagerechten Energiemarkt. Stuttgart, 2017.
- PROGNOS ET AL.:** Status und Perspektiven flüssiger Energieträger in der Energiewende. Berlin, 2017.
- ROLLS ROYCE:** Pressemitteilung. 3000 Stunden erfolgreich auf dem Prüfstand: Der neue MTU-Gasmotor von Rolls Royce für Schiffe. Juli 2016.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN:** Umsteuern erforderlich: Klimaschutz im Verkehrssektor. Sondergutachten. Berlin, 2017.
- SHELL DEUTSCHLAND:** Shell Wasserstoff-Studie. Energie der Zukunft? Nachhaltige Mobilität durch Brennstoffzelle und H<sub>2</sub>. Hamburg, 2017.
- SWEDISH ENVIRONMENTAL RESEARCH INSTITUTE (IVL):** The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries. Stockholm, 2017.
- TRANSPORT & ENVIRONMENT:** Electrofuels – what role in EU transport decarbonisation. Brüssel, 2017.
- TU DRESDEN, INSTITUT FÜR WIRTSCHAFT UND VERKEHR:** Regionale Beschäftigungswirkungen von öffentlichen Investitionen in Straßen- und Schieneninfrastruktur. Dresden, 2014.
- VERBRAUCHERZENTRALE BUNDESVERBAND:** Verbraucherinteressen in der Energiewende, Ergebnisse einer repräsentativen Befragung. Berlin, 2013.
- VERBAND DER DEUTSCHEN BIOKRAFTSTOFFINDUSTRIE (VDB), (OVID), VERBAND DER ÖLSAATENVERARBEITENDEN INDUSTRIE IN DEUTSCHLAND (OVID), UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL- UND PROTEINPFLANZEN (UFOP):** 69 Prozent der Deutschen bewerten Biokraftstoffe positiv, März 2016.
- VERKEHRSClub DEUTSCHLAND (VCD):** EU setzt Vorgaben für Pkw, Interneteintrag. Abgerufen am 29. Januar 2018.
- WWF DEUTSCHLAND ET AL.:** Klimafreundlicher Verkehr in Deutschland, Weichenstellungen bis 2050. Berlin/Bonn, 2014.

## IMPRESSUM

Agentur für Erneuerbare Energien e.V.  
Invalidenstraße 91  
10115 Berlin

Tel.: 030 200535 30  
Fax: 030 200535 51

E-Mail: [kontakt@unendlich-viel-energie.de](mailto:kontakt@unendlich-viel-energie.de)

Aktuelle Informationsangebote finden Sie im Internet:

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)  
[www.kommunal-erneuerbar.de](http://www.kommunal-erneuerbar.de)  
[www.foederal-erneuerbar.de](http://www.foederal-erneuerbar.de)  
[www.forschungsradar.de](http://www.forschungsradar.de)  
[www.kombikraftwerk.de](http://www.kombikraftwerk.de)  
[www.waermewechsel.de](http://www.waermewechsel.de)  
[www.energie-update.de](http://www.energie-update.de)

