

ÖKOSTROM IN DER BATTERIEBETRIEBENEN ELEKTROMOBILITÄT:

AUSWIRKUNGEN AUF DIE ÖKOSTROM- ZERTIFIZIERUNG

Hamburg, 06.01.2023

Autor:innen: Felix Landsberg, Juliane Mundt, Dr. Alexandra Styles, Robert Werner,
unter Mitarbeit von Marina Kemper



Inhalt

Abkürzungsverzeichnis.....	1
Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
Einleitung.....	4
1 Stand und Szenarien des motorisierten Individualverkehrs.....	5
1.1 Aktueller Fahrzeugbestand im Bereich E-Mobilität	5
1.1.1 Umweltwirkungen des MIV	5
1.1.2 Stromverbrauch batteriebetriebener E-Mobilität im MIV.....	6
1.2 Szenarien zur Entwicklung der Elektromobilität	6
1.2.1 Entwicklung bis 2030 und 2050.....	7
1.2.2 Modal Split.....	9
2 Regulatorische Entwicklungen / Rahmenbedingungen	10
2.1 Verbot von Verbrennungsmotoren	10
2.2 Wirkung der CO ₂ -Steuer	11
2.3 Herausforderungen für einen Hochlauf der Elektromobilität im MIV.....	12
3 Strombedarf der Elektromobilität.....	12
3.1 Szenarien zum zukünftigen zusätzlichen Strombedarf des MIV	12
3.2 Ausblick auf den Strombedarf des MIV in Europa.....	15
3.3 Zusätzlicher Energiebedarf bei zukünftiger Umstellung auf alternative Antriebe im Schwerlastverkehr	15
3.4 Prognostizierter Strombedarf des gesamten Verkehrssektors.....	16
4 Rahmenbedingungen für EE-Strom in der E-Mobilität.....	16
4.1 Bedeutung der Wachstumsprognosen im MIV für den Ausbau der erneuerbaren Energien.....	16
4.2 Ladeinfrastruktur in Deutschland und Europa	17
4.3 Einfluss auf die Stromnetze durch die Elektromobilität	18
4.4 Der regulatorische Rahmen der Ladesäulenbelieferung	19
4.4.1 Förderprogramme für Ladeinfrastruktur.....	19
4.4.2 Elektromobilitätstarife/Autostromtarife.....	21



4.4.3	Ladetarife für öffentliche Ladesäulen.....	22
4.4.4	Ad-hoc-Laden.....	22
4.4.5	E-Mobilitätstarife für das Laden mit Wallstation zu Hause	23
5	Nachweis der Ökostromeigenschaft im Bereich der E-Mobilität.....	23
5.1	Anrechenbarkeit von Ökostrom auf das Verkehrssektor-Ziel der Erneuerbare-Energien-Richtlinie	23
5.2	Anrechenbarkeit von Ökostrom auf die Treibhausgasminderungs-Quote nach § 37a BImSchG	25
6	Der Beitrag der Elektromobilität zur Energiewende und Mobilitätswende.....	27
6.1	Perspektiven für Herkunftsnachweise bei der Erfüllung von Verkehrssektor-Zielen	28
6.2	Mögliche Anforderungen an die Zusätzlichkeit	29
7	Die Zertifizierung von E-Mobilitäts-stromprodukten – Herausforderungen und Empfehlungen	30
7.1	Chancen und Herausforderungen für zertifizierte Ladestromprodukte.....	32
7.1.1	Chancen	32
7.1.2	Herausforderungen am Ladepunkt	33
7.1.3	Herausforderungen beim Ladestrom	34
7.2	Vorschläge für Zusätzlichkeitskriterien für Ladestrom	34
7.3	Chancen und Risiken für eine Zertifizierung von E-Mobilität neben konventionellen Ökostromprodukten:.....	36
7.4	Vorschlag für ein weiteres Vorgehen	37
8	Literatur	38

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BEV	batterieelektrische Fahrzeuge
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
CPO	Charge Point Operator
EE	erneuerbare Energien
EE-Strom	Strom aus erneuerbaren Energien
EL	Elektrifizierungsszenario
HKN	Herkunftsnachweis
MIV	motorisierter Individualverkehr
MSP	Mobility-Service-Provider
PHEV	Plug-in-Hybrid
PPA	Power Purchase Agreement
RED II	Erneuerbare-Energien-Richtlinie
RSP	e-Roaming-Service-Provider
TM	Technologieszenario



ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Entwicklung des Bestands zum Stichtag 1. Januar eines Jahres.....	5
Abbildung 2: CO ₂ -Emissionen (inkl. Vorkette), die 2018 durch die privaten Haushalte verursacht wurden auf Basis von Destatis (2020).....	5
Abbildung 3: Aufteilung des Pkw-Bestands in den Jahren 2030, 2035 und 2050	8
Abbildung 4: kumulierte Neuzulassungen Nicht-Verbrennungsmotoren (Non-ICE)	13
Abbildung 5: Jährlicher Strombedarf der Elektromobilität im MIV	14
Abbildung 6: Strombedarf des MIV in Europa	15
Abbildung 7: Anzahl Ladepunkte nach Kategorien (Markthochlauf 2030) Szenario F1: Markthochlauf, 6 Mio. E-Pkw; Szenario F2: Markthochlauf, 15 Mio. E-Pkw	18



TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Verwendete Leitstudien	6
Tabelle 2: Verwendete Studien zum prognostizierten Strombedarf des MIV	7
Tabelle 3: Inkrafttreten der Verkaufsverbote von Verbrennungsmotoren auf Basis von Hommen (2020)	10
Tabelle 4: Veröffentlichtes Ausstiegsdatum einzelner Automobilhersteller für die Entwicklung, die Herstellung und den Verkauf von Neuwagen mit Verbrennungsmotor	11
Tabelle 5: Strombedarf des MIV bezogen auf den Gesamtverbrauch in 2020	14
Tabelle 6: Übersicht der Förderprogramme mit Grünstromförderung	20
Tabelle 7: Hauptakteure für Betrieb und Nutzung der Ladeinfrastruktur	21
Tabelle 8: Zusätzlichkeitskriterien und ihre Wirkung auf die Energiewende	30
Tabelle 9: Mögliche Kriterien für die Zusätzlichkeit von Öko-Ladestrom	35



EINLEITUNG

Die batteriebetriebene Elektromobilität im motorisierten Individualverkehr (MIV) wird in der kommenden Dekade deutlich zunehmen und am Ende in einer nahezu kompletten Umstellung von Verbrennungs- auf Elektroantriebe münden. E-Roller, E-Bikes, aber vor allem E-Pkw prägen zunehmend den MIV. Für einen signifikanten zusätzlichen Strombedarf dürften lediglich die batteriebetriebene Pkw und -Nutzfahrzeuge verantwortlich sein. Es ist Konsens in der Diskussion über E-Mobilität, dass diese Fahrzeuge in Zukunft nur mit Ökostrom betrieben werden sollen, was – so die These der vorliegenden Untersuchung - die Nachfrage nach zertifiziertem Ökostrom deutlich zunehmen lassen wird. Einige Stromanbieter werden über E-Mobilität vielleicht erstmals mit der Zertifizierung von Ökostrom zu tun bekommen.

Im Folgenden wird untersucht, welche Herausforderungen und Chancen sowie praktische Konsequenzen sich aus dieser Entwicklung für die Zertifizierung von Ökostrom ergeben.

Mit dem Vormarsch der E-Mobilität sind zu klärende Fragen verbunden z.B. hinsichtlich einer notwendigen Anpassung der Ausbauziele für erneuerbare Energien (EE), der Stromkennzeichnung sowie der Integration von Kleinspeichern in das Energiesystem.

Aber auch auf die Zertifizierung von Öko-Fahrstromtarifen bzw. den entsprechenden Strommengen kommen neue Herausforderungen zu. Viele Anbieter entwickeln eigene Fahrstromprodukte mit eigenen Merkmalen oder kombinieren die Versorgung von Ladepunkten mit Eigenerzeugung.

Für ein kartenbasiertes Ladesystem, bei dem der Kunde eines Stromanbieters mit einer wiederaufladbaren Karte an jeder Ladesäule „seinen“ Ökostrom tanken kann, ist insbesondere die Nachverfolgung der verbrauchten Strommengen relevant.

Wenig Klarheit besteht bisher bei der Bilanzierung von Ökostrom in der Elektromobilität. Während es keine Verzahnung der THG-Minderungsziele des Verkehrssektors mit der Nutzung von Ökostrom gibt, können hingegen Nutzer:innen diese in der eigenen THG-Bilanz ausweisen. Methodische Transparenz in Bezug auf die Anerkennung als THG-Minderung ist hierbei bisher nicht gegeben.

Mit der vorliegenden Analyse sollen Auswirkungen der batteriebetriebenen E-Mobilität auf die Nachweissführung der Qualität und die Zertifizierung von Ökostrom an Ladepunkten vor dem Hintergrund der regulatorischen Kulisse untersucht werden. Darauf aufbauend werden Empfehlungen für EnergieVision e.V. zum weiteren Umgang mit dem Thema in der Ökostromzertifizierung formuliert.

Zuerst wird eine Übersicht über den Stand des motorisierten Individualverkehrs in Deutschland vorangestellt und zeigt dann Szenarien für die Entwicklung bis 2030 beziehungsweise 2050 auf. Berücksichtigt werden dabei die regulatorischen Entwicklungen und Randbedingungen wie das Verbot des Verbrennungsmotors auf nationaler und europäischer Ebene ab 2035 sowie die CO₂-Besteuerung des Verkehrssektors.

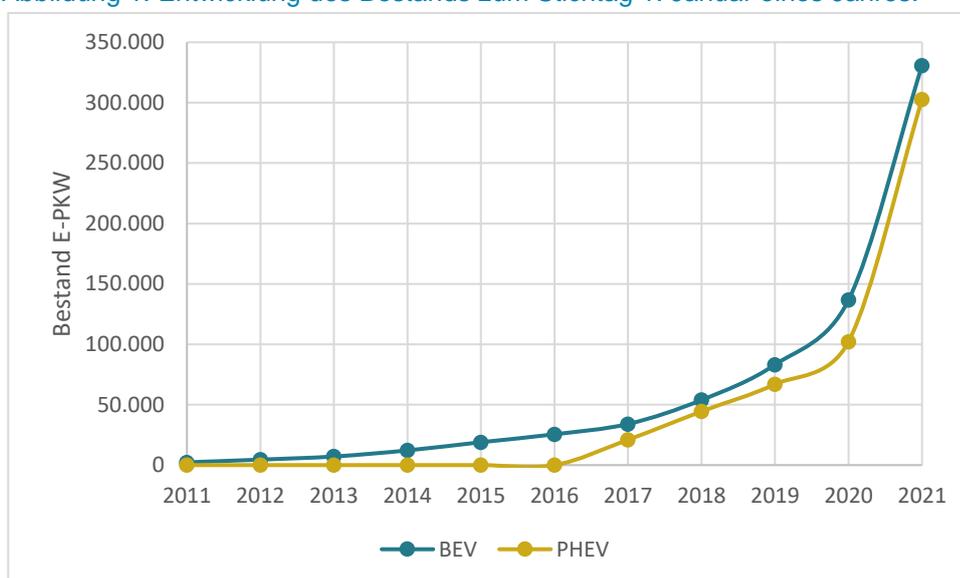
Der auf Basis dieser Szenarien und Entwicklungen prognostizierte Strombedarf wird darüber hinaus von den politischen Rahmenbedingungen für die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien (EE-Strom) bestimmt. Der Hauptfokus richtet sich sodann auf die Frage, wie in der E-Mobilität genutzte Ökostrom nachgewiesen werden kann. Anschließend werden die Auswirkungen von Ökostrom in der E-Mobilität dargestellt und Empfehlungen für die Zertifizierung gegeben.

1 STAND UND SZENARIEN DES MOTORISIERTEN INDIVIDUALVERKEHRS

1.1 Aktueller Fahrzeugbestand im Bereich E-Mobilität

Der Fahrzeugbestand zum 1. Januar 2021 beträgt 330.753 batterieelektrische Fahrzeuge (BEV, battery electric vehicle), und 302.644 Plug-in Hybride (PHEV, Plug-in hybrid electric vehicle) (KBA 2021a; KBA 2021b). Die Bestandsentwicklung von BEV und PHEV der letzten 10 Jahre ist in Abbildung 2 dargestellt und zeigt für die vergangenen vier Jahre bereits eine exponentielle Entwicklung.

Abbildung 1: Entwicklung des Bestands zum Stichtag 1. Januar eines Jahres.

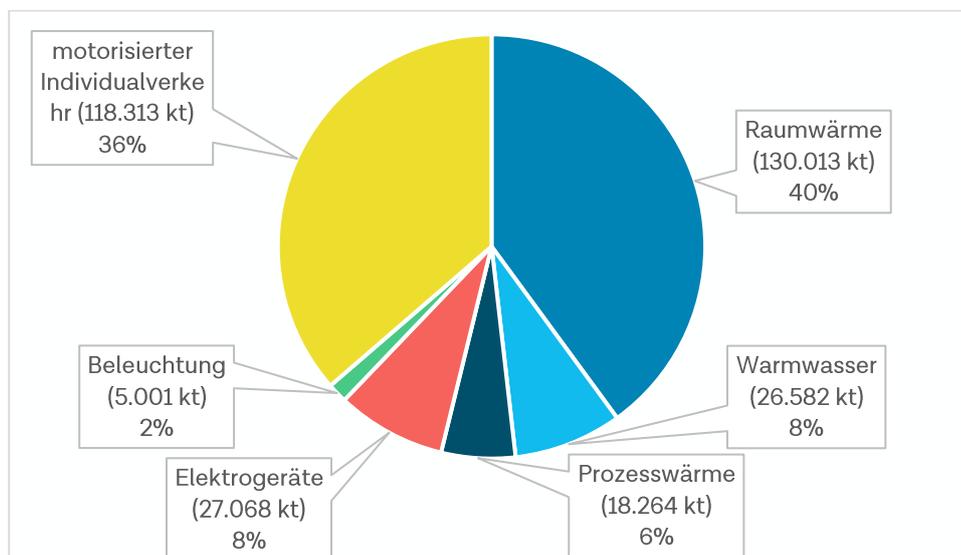


Quelle: eigene Darstellung auf Basis von KBA (2021a, 2021b)

1.1.1 Umweltwirkungen des MIV

Zur Einordnung der durch den MIV verursachten CO₂-Emissionen, werden die umweltökonomischen Gesamtrechnungen des statistischen Bundesamts (Destatis 2020) genutzt. Wie sich die CO₂-Emissionen (inkl. Vorkette) auf die Nutzungsbereiche der privaten Haushalte aufteilen, ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Anteil des MIV liegt mit 36 % in derselben Größenordnung wie der Anteil der Raumwärme mit 40 %. Eingeordnet in den Gesamtkontext über alle Sektoren (u.a. Industrieprozesse, Energiewirtschaft und Landwirtschaft), machten die CO₂-Emissionen des MIV mit 118 Mio. t CO₂ in 2018 16 % der gesamten CO₂-Emissionen (755 Mio. t) in Deutschland aus (UBA 2020a).

Abbildung 2: CO₂-Emissionen (inkl. Vorkette), die 2018 durch die privaten Haushalte verursacht wurden auf Basis von Destatis (2020)



Quelle: eigene Darstellung

1.1.2 Stromverbrauch batteriebetriebener E-Mobilität im MIV

Der Endenergiebedarf des MIV lag 2019 bei 417 TWh. Der Bedarf an Strom für den Verkehrssektor lag bei 12,0 TWh, wobei dieser hauptsächlich (mit 11,7 TWh) auf den Schienenverkehr entfällt (BMVI 2020). Die Differenz von 0,3 TWh wird im Verkehr anderweitig und u.a. bereits für den elektrifizierten Individualverkehr genutzt. Der Verkehrssektor hatte bisher mit 2 % einen sehr geringen Anteil an den 537 TWh des deutschen Gesamtstromverbrauchs in 2019 (BDEW 2021). Szenarien zur Entwicklung der Elektromobilität

1.2 Szenarien zur Entwicklung der Elektromobilität

Um die zukünftige Entwicklung der batteriebetriebenen Elektromobilität im Verkehrssektor abzuschätzen, wurden mehrere Studien ausgewertet, die die Entwicklung des deutschen Energiesystems zur Erreichung der Klimaziele betrachten und den Verkehrssektor einbeziehen. Die Studien betrachten sektoreübergreifend, welche Entwicklungen zukünftig notwendig sind, um die festgelegten CO₂-Reduktionsziele zu erreichen.

Dabei ist der Strombedarf des MIV meist nicht explizit angegeben. In der Regel wird nur der gesamte Verkehrssektor abgebildet, was Schwerlast- und Schienenverkehr einschließt. Die Studienlage zum expliziten Strombedarf des MIV in den kommenden Jahren ist sehr übersichtlich und deckt nur eine sehr geringe Bandbreite an möglichen Entwicklungen ab. Das Vorgehen wurde daher an die Studienlage angepasst. Im ersten Teil wird über die Leitstudien (Tabelle 1) ermittelt, in welchen Mengenkorridoren sich der Bestand an (teil)elektrischen PKW zwischen 2030 und 2050 voraussichtlich bewegen wird. Die Angaben zum Strombedarf des MIV basieren dann auf weiteren Studien, die sich detailliert mit dem MIV befassen. Durch den Vergleich mit den Leitstudien in Bezug auf die Fahrzeugzahlen erfolgt dann eine Einordnung der Ergebnisse zum Strombedarf des MIV. So kann bewertet werden, ob die angesetzten Fahrzeugzahlen zur Erreichung bestimmter Klimaziele ausreichend sind oder ein Nachsteuern auf politischer Ebene zu höheren Bedarfen führen wird.

Tabelle 1: Verwendete Leitstudien

Name der Studie	Zentrale Inhalte
<i>Klimaneutrales Deutschland</i> (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Senkung der CO₂-Emissionen um 95 % ggü. 1990 • Kompensation von 5 % unvermeidbarer Restemissionen durch CO₂-Abscheidung und -Ablagerung
<i>Integrierte Energiewende</i> (dena 2018)	<p><u>Zwei Zielzustände:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Senkung der der CO₂-Emissionen um 95 % ggü. 1990 • Senkung der der CO₂-Emissionen um 80 % ggü. 1990 (nicht ausgewertet) <p><u>Zwei Entwicklungspfade:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Technologieszenario (TM), breite Nutzung von Technologien und Brennstoffen • Elektrifizierungsszenario (EL), Fokus auf der Elektrifizierung aller Sektoren
<i>Klimapfade für Deutschland</i> (Gerbert et al. 2018)	<p><u>Zwei Zielzustände:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Senkung der der CO₂-Emissionen um 95 % ggü. 1990 • Senkung der der CO₂-Emissionen um 80 % ggü. 1990

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 2: Verwendete Studien zum prognostizierten Strombedarf des MIV

Name der Studie	Zentrale Inhalte
<i>Abschätzung der Treibhausgas-minderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung</i> (Harthan et al. 2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Auswertung der Effekte, die das Klimaschutzprogramm 2030 haben wird • Erreichung von 51 % Minderung der Treibhausgasemissionen in 2030 ggü. 1990
<i>Analyse und Darstellung der Klimawirksamkeit der Elektromobilität in zukünftigen Stromversorgungsszenarien</i> (Gerhardt et al. 2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Fokus auf der Wechselwirkung des wachsenden Strombedarfs des Verkehrssektors mit dem Stromnetz • Annahmen zum Fahrzeugbestand auf Basis von Schlesinger et al. (2010)
<i>Netzentwicklungsplan Strom 2035, Version 2021 (erster Entwurf)</i> (Netzentwicklungsplan Strom 2021)	<ul style="list-style-type: none"> • Betrachtung verschiedener Szenarien zum Bestand an Elektrofahrzeugen und deren Auswirkung auf den Strombedarf und Netzstabilität der Übertragungsnetze

Quelle: eigene Darstellung

In Abbildung 3 sind die Prognosen zur Bestandsentwicklung batterieelektrischer Fahrzeuge und Plugin Hybride bis 2050 der jeweiligen genannten Studien grafisch dargestellt. Für 2030 bewegen sich die Schätzungen für den Anteil der batteriebetriebenen Elektromobilität zwischen 1-14 Mio. PKW (wobei unterschiedliche zugrundeliegende Annahmen der Szenarien zu beachten sind). Für 2035 geht der Entwurf des Bundesnetzentwicklungsplans von zwischen 3-8 Mio. teilelektrischen PKW aus. Bis 2050 steigen die Zahlen, je nach Studie, auf 16 bis 36 Mio. PKW an.

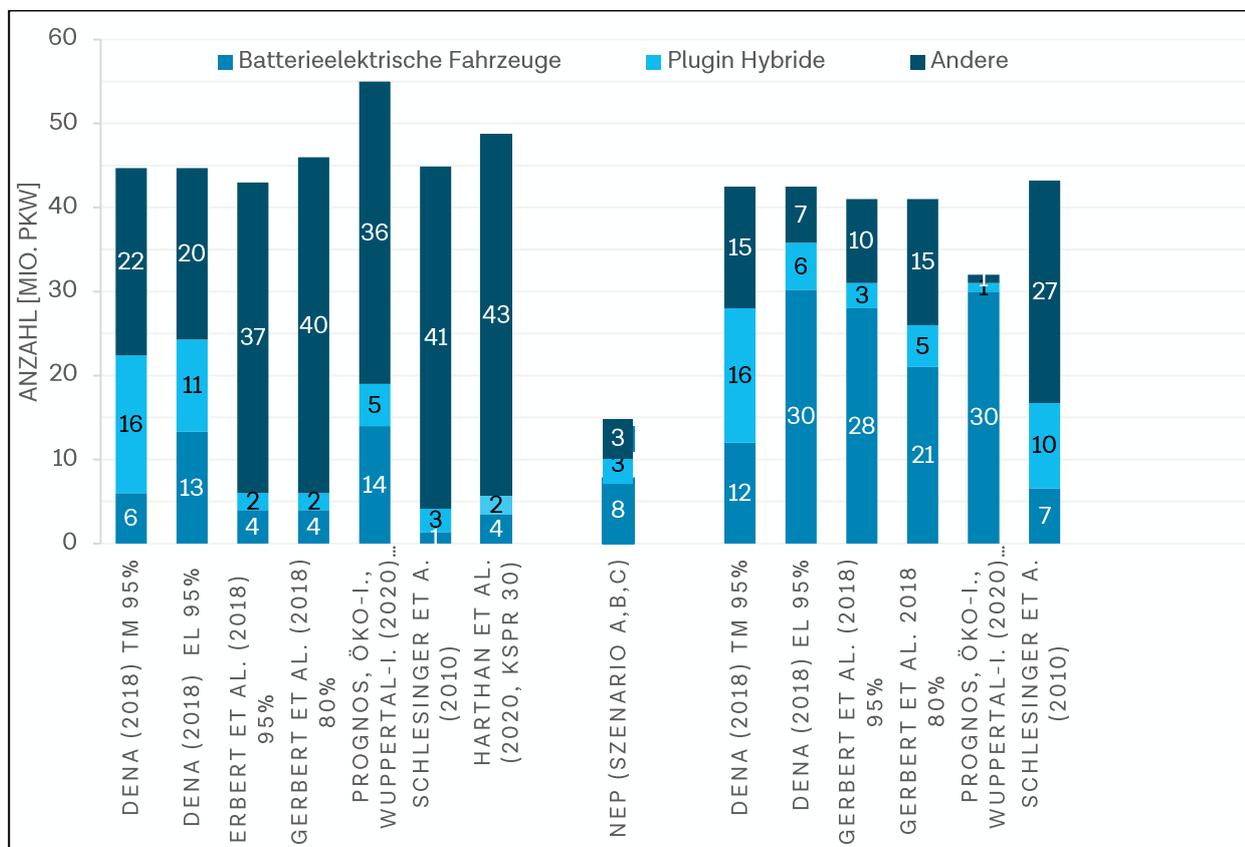
1.2.1 Entwicklung bis 2030 und 2050

Allen Szenarien bis 2050 ist gemein, dass sie für 2050 von einem Rückgang der PKW-Zahl gegenüber 2030 ausgehen. Die Leitstudie der dena (2018) geht von einem demografischen Wandel in Richtung

alternder Gesellschaft in Verbindung mit steigendem Einkommen in den nächsten Jahren aus, was vorerst zu einem leichten Anstieg des PKW-Bestands führe. Ab 2030 sei aber der Bevölkerungsrückgang ausschlaggebend und der Bestand an PKW nehme langsam ab. Der Studie von Gerbert et al. (2018) im Auftrag des BDI liegt eine sehr ähnliche Argumentation zugrunde, die einen Rückgang der Erwerbsbevölkerung annimmt und einen höheren Bedarf an Verkehrsleistungen durch erhöhtes Einkommen und die vermehrte Nachfrage nach PKW-Mobilität durch die alternde Bevölkerung einbezieht. In der Agora-Studie werden vor allem der sinkende Anteil von PKW an der Gesamtverkehrsleistung und die vermehrte Nutzung von Sharing- und Pooling-Konzepten im MIV als Gründe für den sinkenden Bestand bis 2050 angeführt. Explizite Annahmen zu strukturellen Verschiebungen durch autonomen Verkehr wurden mit Verweis auf die entscheidenden politischen Rahmenbedingungen nicht getroffen (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020).

Der Umstieg auf die Elektromobilität erfolgt in den Untersuchungen unterschiedlich schnell. 2030 reicht die Bandbreite von 9 % Anteil (teil)elektrischer PKW bis 55 % Anteil. Für die Prognosen in 2050 reicht die Bandbreite von 39 % bis 97 % Anteil am Gesamtbestand. In den Szenarien von Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020) und dena (2018) wird schon 2030 mit 35-55 % ein erheblicher Anteil an elektrisch und teilelektrisch betriebenen PKW im Gesamtbestand der PKW erreicht. In den anderen Szenarien haben konventionelle Antriebe zu diesem Zeitpunkt noch einen höheren Anteil. (vgl. Abbildung 3). In 2050 bilden teil(elektrische) PKW, außer in der Prognose von Schlesinger et al. (2010) mit einem Anteil von 39 %, die deutliche Mehrheit der PKW. Besonders im Szenario der Agora Energiewende werden dann nicht-elektrischen Antriebstechnologien nur noch eine Nische von 3 % des Bestands zugeschrieben, was u.a. durch einen Zulassungsstopp von Verbrennungsmotoren ab 2035 erreicht werden soll.

Abbildung 3: Aufteilung des Pkw-Bestands in den Jahren 2030, 2035 und 2050



Quelle: eigene Darstellung

1.2.2 Modal Split

Die Entwicklung des Modal-Splits, d.h. die Verteilung der Verkehrsleistung zwischen den verschiedenen Fortbewegungsmitteln, wird beispielhaft an Hand der Studie *Klimaneutrales Deutschland* (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020) aufgeführt.

Darin wird davon ausgegangen, dass der MIV in allen Raumtypen (Stadt, Halbstadt, Land) erheblich an Anteil verlieren und insgesamt von 79 % auf 35 % am Modalsplit sinken wird. Die Nutzung verlagert sich auf den öffentlichen Nahverkehr, dessen Anteil von 24 % in 2017 auf 35 % in 2050 ansteigen soll. Im Kontext dieser Studie ist vor allem relevant, dass Konzepte wie das Ride-Pooling, Car-Sharing und Ride-Sharing Taxis¹ stark an Bedeutung gewinnen sollen. Die PKW verschwinden dabei nicht von der Straße, sondern werden durch höhere Passagierzahlen und weniger Stillstandszeiten effizienter genutzt. In 2050 werden laut Prognose 21 % der Verkehrsleistung durch diese gemeingegenutzten Formen der PKW-Mobilität erbracht. Das Konzept des PKW ist damit immer weniger an private Strukturen gebunden, was sich auf die Bedarfe an eine entsprechende Infrastruktur auswirkt.

¹ Die Abgrenzung der Begrifflichkeiten ist noch nicht eindeutig. So wird aus verkehrswirtschaftlicher Perspektive zwischen gewerblicher und privater Nutzung unterschieden. Im Sprachgebrauch vermischen sich die Bedeutungen häufig. Ride-Pooling meint die Zusammenlegung von gleichen Fahrten unterschiedlicher Nutzer auf ein Fahrzeug, meist im gewerblichen Betrieb. Car-Sharing bezieht sich auf die gemeinsame Nutzung eines Fahrzeugs durch mehrere Personen. Wobei diese selbst fahren. Auch beim Ride-Sharing werden Fahrten von mehreren Personen geteilt, wobei die Vermittlung über digitale Plattformen läuft und das Angebot nicht gewerblichen Character hat. Bei Ride-Sharing Taxis wird dieser Service gewerblich zur Verfügung gestellt.

Besonders im Bereich Car-Sharing werden mehr öffentliche Strukturen wie z.B. öffentliche Ladesäulen in Anspruch genommen.

Der Trend in Richtung vermehrter Nutzung von Car-Sharing Angeboten konnte auch schon während des ersten Jahres der Coronapandemie in 2020 beobachtet werden. Die Nutzung des ÖPNVs ist in diesem Zeitraum deutlich zurückgegangen, wobei der Umstieg bei regelmäßig ÖPNV-Fahrenden vor allem auf die Alternativen Fahrradfahren (43 %), zu Fuß gehen (40 %), Car-Sharing (34 %) und den eigenen PKW (29 %) erfolgte (dena 2020).

2 REGULATORISCHE ENTWICKLUNGEN / RAHMENBEDINGUNGEN

2.1 Verbot von Verbrennungsmotoren

Die zunehmende Anzahl nationaler Beschlüsse für ein Verkaufsverbot von Verbrennungsmotoren und deren Inkrafttreten ist in Tabelle 3 aufgeführt. Mit Norwegen als Vorreiter wird das Verkaufsverbot von Verbrennern zuerst in Skandinavien und einigen kleineren Ländern wie u.a. den Niederlanden und Slowenien eingeführt. Spanien und Frankreich folgen erst 2040. Der Druck auf die anderen europäischen Staaten, ein planmäßiges Auslaufen des Verbrennungsmotors regulatorisch zu begleiten, wird voraussichtlich steigen.

Tabelle 3: Inkrafttreten der Verkaufsverbote von Verbrennungsmotoren auf Basis von Hommen (2020)

Jahr	Land
2025	Norwegen
2030	Schweden, Dänemark, Niederlande, Island, Irland, Slowenien
2035	Großbritannien, Finnland
2040	Frankreich, Spanien, Lettland

Quelle: eigene Darstellung

Auf Seiten der Automobilindustrie ist bereits eine Anpassung an die bevorstehenden Regulierungen zu erkennen. Tabelle 4 skizziert die Planung der einzelnen Automobilhersteller für den Ausstieg aus der Entwicklung, Herstellung und dem Verkauf von Neuwagen mit Verbrennungsmotoren.

Auf Seiten der großen Zulieferer wie u.a. Bosch und Continental wird sich in den nächsten Jahren sehr wahrscheinlich eine ähnliche Anpassung an die Rahmenbedingungen in Richtung verbrennungsfreier Antriebe einstellen (Continental 2018).

Tabelle 4: Veröffentlichtes Ausstiegsdatum einzelner Automobilhersteller für die Entwicklung, die Herstellung und den Verkauf von Neuwagen mit Verbrennungsmotor (Bay & Tyborski 2021; Emobilitaet.business 2021)

Automobilhersteller	Auslauf der Entwicklung von Verbrennungsmotoren	Herstellung ausschließlich elektrischer/emissionsfreier Fahrzeuge	Angebot ausschließlich elektrischer Fahrzeuge (BEV, PHEV)
Jaguar Cars		ab 2025	
Volkswagen AG	ab 2026 (letzte Vorstellung einer neuen Plattform für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren)		
Volvo Car		ab 2030 nur noch E-Autos produzieren und verkaufen 2025 soll bereits die Hälfte aller verkauften Fahrzeuge als reine E-Autos verkauft werden	
Audi AG		ab 2030	
Bentley Motors Ltd.		ab 2030	
Ford Motor Company			ab 2030 (ausschließlich EU)
General Motors Company		ab 2035 (ausschließlich emissionsfreie Fahrzeuge mit Batterie-Antrieb)	
Daimler AG	ab < 2039		
BMW		ab 2024 werden keine konventionellen Antriebe mehr hergestellt	
Toyota	Noch nicht klar; aber bis 2025 soll die Zahl der verkauften E-Autos auf 500.000 steigen		

Quelle: eigene Darstellung

2.2 Wirkung der CO₂-Steuer

Wie sich die CO₂-Steuer auf den Umstieg von Verbrennern auf elektrische Antriebe auswirkt, wurde von Puls (2019) anhand der Entwicklung in Schweden untersucht und auf Deutschland übertragen. Die CO₂-Steuer führt demnach nicht unbedingt dazu, dass Reduktionsziele erreicht werden. Entscheidend für die Zielerreichung sei vielmehr, dass Hindernisse für den Hochlauf der Elektromobilität im MIV abgebaut werden.

Entscheidend für die Wirksamkeit der CO₂-Steuer ist der Preis, der pro Tonne CO₂ angesetzt wird. Erst ab 250 €/tCO₂ in 2030 kann eine CO₂-Steuer eine ausreichende Lenkungswirkung zur Erreichung des Sektorziels entfalten. Der reale Aufschlag in 2030 für die Verbrauchenden würde sich in dem Fall auf 58 ct/l Benzin und 66 ct/l Diesel belaufen. Bei einem geringeren Preis sind Kaufanreize für den Umstieg auf Elektromobilität notwendig (Kirchner et al. 2019). Zur Einordnung: beim aktuellen Preis von

25 €/tCO₂ bewegt sich der Aufschlag durch die CO₂-Steuer zwischen 7-8 ct/l für Benzin und Diesel (von Wirth 2021).

2.3 Herausforderungen für einen Hochlauf der Elektromobilität im MIV

Im Fokus bei der Umstellung auf elektrische Antriebe steht die Kundenakzeptanz, um einen möglichst schnellen Hochlauf zu erreichen. Zu den wichtigsten Hemmnissen zählen die hohen Anschaffungskosten, die Reichweitenangst und unzureichende öffentlich zugängliche Lademöglichkeiten.

Der fehlende Anreiz zum Umstieg auf E-Mobilität wegen der hohen Anschaffungskosten wird in den nächsten Jahren kompensiert werden durch sinkende Batteriepreise und steigenden Kosten für Verbrenner, die durch höhere Anforderungen an die Abgasnachbehandlung entstehen. In gleicher Weise wird sich in den nächsten Jahren die Reichweite durch technische Weiterentwicklungen stetig verbessern und immer weniger Einfluss auf die Kaufentscheidung haben. Um das Argument der unzureichenden Lademöglichkeiten zu entkräften, braucht es einen klaren Ausbauplan für die öffentlich zugänglichen Ladestrukturen. Der Schlüssel zum Ausbau der Ladeinfrastruktur liegt neben einer Finanzierung durch die öffentliche Hand vor allem in der Schaffung von Investitionssicherheit durch entsprechende politische Rahmenbedingungen, um auch private Anbieter und Investoren am Ausbau zu beteiligen (Agora Verkehrswende 2017).

3 STROMBEDARF DER ELEKTROMOBILITÄT

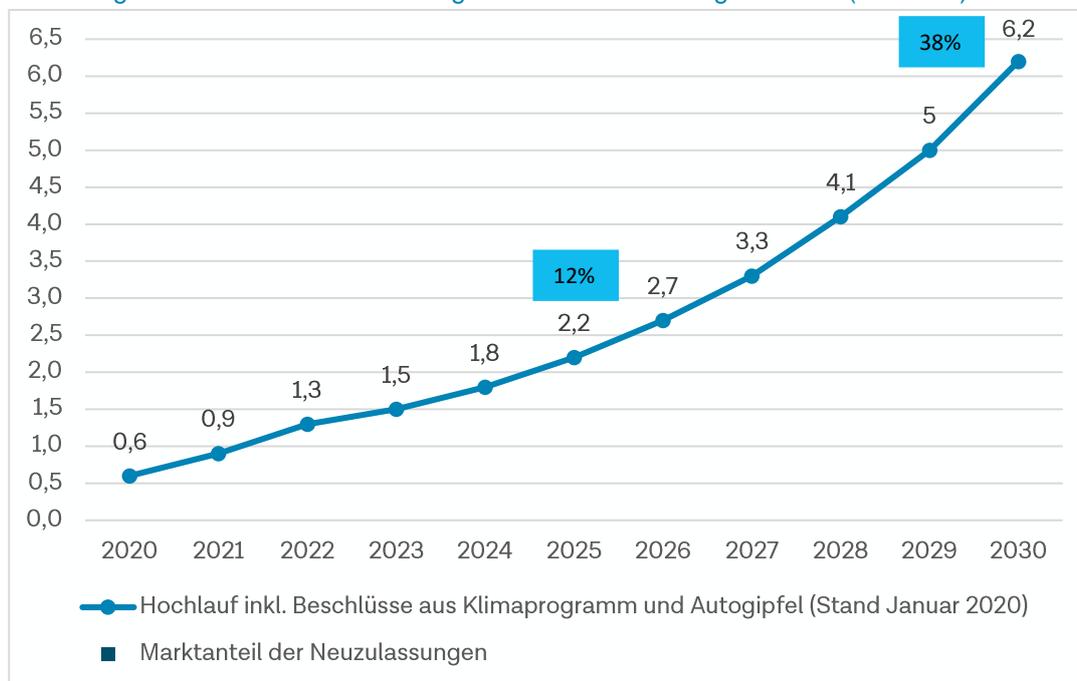
3.1 Szenarien zum zukünftigen zusätzlichen Strombedarf des MIV

Die für die vorliegende Untersuchung entscheidende Frage ist, wie hoch der mit den oben skizzierten Entwicklungen einhergehende zusätzliche Stromverbrauch ausfällt. Zur Ermittlung der Bandbreite an prognostizierten Strombedarfen werden die Studien herangezogen, die explizit den Strombedarf des MIV ausweisen oder vernachlässigbare Anteile für andere Verbraucher im Verkehrssektor angeben.² Abbildung 4 zeigt den erwarteten Verlauf der jährlichen PKW-Neuzulassungen in Deutschland. Diese steigen nicht linear an, sondern nehmen bis 2030 einen exponentiellen Verlauf. Daraus folgend kann ein ähnlicher exponentieller Verlauf der Kurve auch beim Strombedarf erwartet werden, wodurch es in den nächsten Jahren vorerst noch zu einem moderaten Anstieg kommen wird, danach aber ein steiler Anstieg des Bedarfs ansteht. Dabei befinden sich die angesetzten 6,2 mio. elektrifizierte PKW am unteren Ende der Bestandsbandbreite an (teil)elektrifizierten PKW, die zur Erreichung der Klimaziele erreicht werden muss. Werden die politischen Rahmenbedingungen zur Zielerreichung in den nächsten Jahren angepasst, wird der Verlauf der Kurve deutlich steiler ausfallen und damit auch der Strombedarf des MIV ein schnelleres Wachstum erfahren.

Erst ab 2030 (PHEV) bzw. 2035 (BEV) wird sich das exponentielle Wachstum verlangsamen und ab 2035 (PHEV) bzw. 2040 (BEV) werden sinkende Bestände erwartet, die u.a. auf den Umstieg auf andere Mobilitätskonzepte (vgl. Modal Split) zurückzuführen sind (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020).

² In der Studie des Öko-Instituts (2020) wird der Gesamtbedarf aller neuen Verbraucher im Verkehrssektor (E-PKW- E-LKW, Binnenschiffe) betrachtet, jedoch wird wegen fehlender politischer Rahmenbedingungen davon ausgegangen, dass der Schwerlastverkehr bis 2035 keinen erheblichen Antriebswechsel erfahren wird und die Binnenschifffahrt einen vernachlässigbar kleinen Anteil hat. Die Studie des Öko-Instituts (2020) betrachtet den Gesamtbedarf aller neuen Verbraucher im Verkehrssektor (E-PKW- E-LKW, Binnenschiffe), jedoch wird auch hier von geringen Entwicklungen im Schwerlastverkehr und in der Binnenschifffahrt bis 2035 ausgegangen.

Abbildung 4: kumulierte Neuzulassungen Nicht-Verbrennungsmotoren (Non-ICE)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Deloitte 2020.

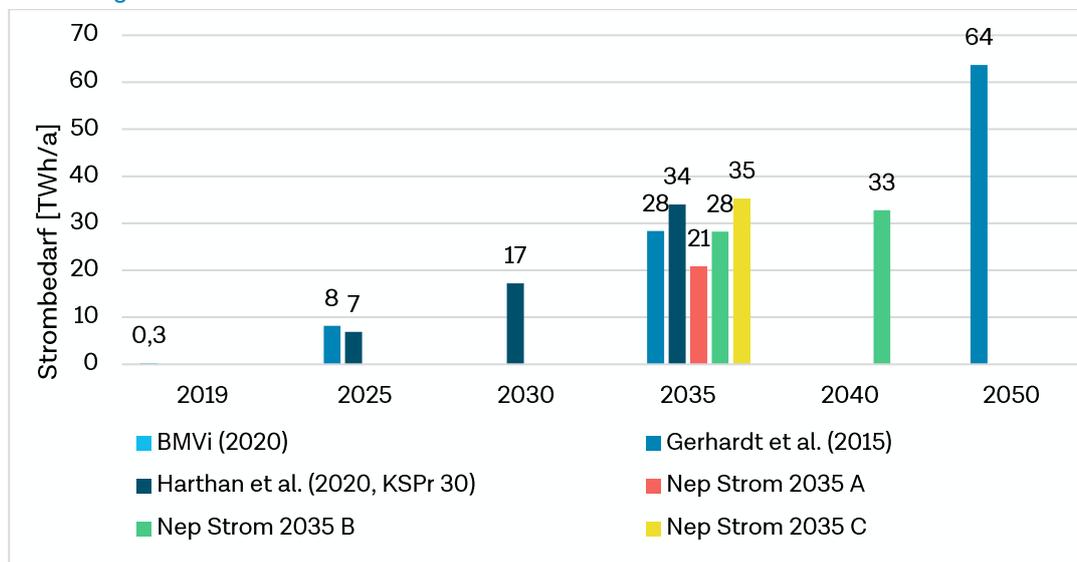
Die Ergebnisse des prognostizierten jährlichen Nettostrombedarfs der Elektromobilität für 2025 bis 2050 sind in Abbildung 5 grafisch dargestellt. Tabelle 5 stellt neben den erwarteten absoluten Werten die prozentuale Veränderung des jährlichen Nettostrombedarfs bis 2050 im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch 2019 dar. Auf die Abbildung des geringen Stromverbrauchs des MIV von 0,3 TWh in 2019 wird verzichtet.

In allen Studien wird ein starker Anstieg des jährlichen Strombedarfs in den nächsten 30 Jahren angenommen. Konkret bedeutet dies einen zusätzlichen Strombezug in Höhe von 3,9 - 6,8 % (=21-35 TWh) im Jahr 2035 und eine Erhöhung um 33 % (64 TWh) im Jahr 2050.

Zu beachten ist, dass die aufgezeigten Studien für den Strombedarf des MIV nur den unteren Bereich einer Durchdringung mit batterieelektrischen Fahrzeugen und Hybridfahrzeugen abbilden. In den Szenarien, in denen eine Reduktion um bis zu 95 % der Treibhausgasemissionen erreicht werden soll, werden in 2030 bis zu drei Mal mehr batterieelektrische PKW benötigt, als von Gerhard et al. (2015) und vom Öko-Institut (2020) für die Rechnung angesetzt wurden. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** (BMVI 2020). Die Werte für 2035 sind ausgehend davon als Mindestwerte anzulegen, die u.a. bei einer Nachjustierung des Klimaschutzprogramms höher ausfallen werden.

In gleicher Weise ist auch der Strombedarf des MIV von 64 TWh in 2050 als absolutes Minimum zu betrachten, da die Anzahl an batterieelektrischen PKW in den Studien mit 95 % Treibhausgasminderungsziel bis zu vier Mal höher prognostiziert wird als in der Datenbasis zur Studie von Gerhard et al. (2015).

Abbildung 5: Jährlicher Strombedarf der Elektromobilität im MIV



Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 5: Strombedarf des MIV bezogen auf den Gesamtverbrauch in 2020

		Gerhardt et al. (2015)	Harthan et al. (2020 KSPR 30)	Nep Strom 2035 A	Nep Strom 2035 B	Nep Strom 2035 C
Gesamtverbrauch (BDEW 2021)	2020 [TWh/a]	518				
MIV	2025 [TWh/a]	8	7			
	[% zu 2019]	1,5%	1,4%			
MIV	2030 [TWh/a]	17				
	[% zu 2019]	3,3%				
MIV	2035 [TWh/a]	28	34	21	28	35
	[% zu 2019]	5,4%	6,6%	4,1%	5,4%	6,8%
MIV	2040 [TWh/a]	33				
	[% zu 2019]	6,4%				
MIV	2050 [TWh/a]	64				
	[% zu 2019]	12,4%				

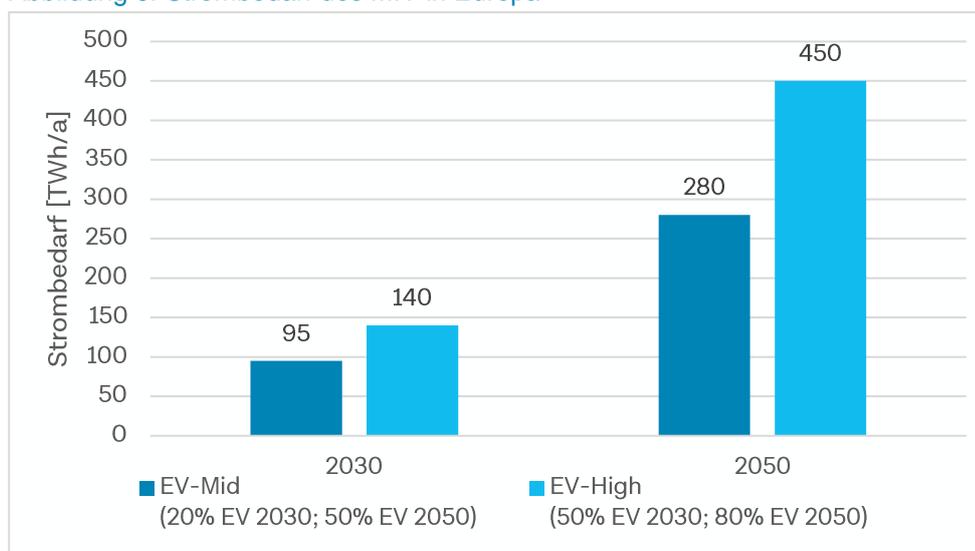
Quelle: eigene Darstellung

Es lässt sich festhalten, dass die Entwicklung der Elektromobilität im MIV je nach Zielsetzung der Treibhausgasreduktion und der angenommenen Pfade durchaus sehr unterschiedlich in Bezug auf die Anteile an (teil)elektrischen PKW prognostiziert werden kann. In allen betrachteten Studien wird allerdings davon ausgegangen, dass der Bestand an elektrischen PKW stark zunehmen und bis 2050 bis auf eine Ausnahme die Mehrheit des Bestands abdecken wird. Die Neuzulassungen und damit auch der Strombedarf werden kurz- bis mittelfristig stark ansteigen. Diese Zunahme wird sich erst langfristig verlangsamen, je nachdem, wie die Entwicklung des Modal Split prognostiziert wird. Mit Blick auf den Verlauf der Neuzulassungen und dem aktuell sehr geringen Strombedarf im MIV (0,3 TWh in 2019) verläuft dieses Wachstum bis 2030 sehr wahrscheinlich exponentiell.

3.2 Ausblick auf den Strombedarf des MIV in Europa

Der erwartete Strombedarf des MIV in ganz Europa ist in Abbildung 6 dargestellt. Im Szenario EV-Mid wird mit einem Anteil der Elektroautos (electric vehicles – EV) von 20 % in 2030 bzw. 50 % in 2050 gerechnet. Im EV-High Szenario wird eine stärkere Durchdringung des Bestands durch Elektroautos von 50 % in 2030 und 80 % in 2050 vorausgesetzt (Öko-Institut 2016). Ähnlich wie in Deutschland wird auch in der EU ein starkes Wachstum des Strombedarfs für den MIV bis 2050 erwartet.

Abbildung 6: Strombedarf des MIV in Europa



Quelle: eigene Darstellung nach Kasten et al. 2016

Werden die politischen Rahmenbedingungen zur Erreichung der Klimaziele in den nächsten Jahren verschärft, wird auch in Europa die Kurve für Neuzulassungen deutlich steiler ausfallen und entsprechend damit auch der Strombedarf des MIV ein schnelleres Wachstum erfahren.

3.3 Zusätzlicher Energiebedarf bei zukünftiger Umstellung auf alternative Antriebe im Schwerlastverkehr

Während der Trend bei den Pkw eindeutig Richtung batterieelektrische Fahrzeuge geht, ist die technologische Entwicklung im Straßengüterverkehr weniger eindeutig absehbar. Zwar stehen auch wie im Pkw-Segment ebenfalls batterieelektrische Fahrzeuge im Fokus, um die Klimaziele bis 2050 zu erreichen, jedoch werden aufgrund der verschiedenen Anforderungen an Reichweite und Flexibilität derzeit unterschiedliche Technologieoptionen in Betracht gezogen. Insbesondere bei den Last- und Sattelzügen steht eine direkte Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs durch den Aufbau einer Infrastruktur für Oberleitungs-Lkw und Oberleitungs-Hybrid-Lkw auf stark frequentierten Autobahnabschnitten zur Diskussion (Fraunhofer IAO 2014; UBA 2019). Gleichzeitig wird auch der Nutzung von regenerativ erzeugtem Wasserstoff in Brennstoffzellen sowie regenerativ erzeugten strombasierten Flüssigkraftstoffen viel Aufmerksamkeit geschenkt, um weite Strecken auch ohne



Ladeunterbrechung oder Oberleitungen zu bewältigen (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020; UBA 2019).

Angesichts der großen Effizienzvorteile gegenüber anderen Technologieoptionen ist eine direkte Nutzung von Strom im Schwerlastverkehr die bevorzugte Option (SRU 2017; UBA 2019). Aufgrund der technologischen Entwicklungsreife ist ein früherer Markteintritt der batterieelektrischen Lkw und der Oberleitungs-/Oberleitungs-Hybrid-Lkw im Gegensatz zu Brennstoffzellenfahrzeuge zu erwarten (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020; SRU, 2017). Die Schaffung möglicher Synergien durch den parallelen Ausbau der einzelnen Technologieoptionen wird ebenfalls betont (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020).

Für den Schwerlastverkehr wird demnach in Szenarien von einem Technologiemix ausgegangen. Das Szenario der 2020 veröffentlichten Studie von Prognos, dem Öko-Institut, und dem Wuppertal-Institut nimmt einen Technologiemix an, indem zwei Drittel der Fahrleistung durch elektrische Lkw (batterieelektrisch und Oberleitungs-/Oberleitungs-Hybrid-Lkw und ein Drittel durch Brennstoffzellenfahrzeuge erbracht wird. Laut der Studie ist eine zügige Elektrifizierung ab 2025 in allen Bereichen (leichte Nutzfahrzeuge, mittelschwerer Lkw, und Last- und Sattelzügen) zu erwarten. Die Annahme einer schnelle Elektrifizierung des innerstädtischen Verteilverkehrs findet sich auch in anderen Studien wieder (Öko-Institut, 2014). Oberleitungssysteme werden vor allem im Bereich der Last- und Sattelzüge >30 t eine wichtige Rolle spielen (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020; SRU, 2017; Samet et al. 2020). Der Markteintritt von Brennstoffzellen-Lkw wird erst ab ca. 2030 erwartet, da batterieelektrische Konzepte nach aktuellem Stand konkurrenzfähiger sind.

3.4 Prognostizierter Strombedarf des gesamten Verkehrssektors

Im gesamten Verkehrssektor inkl. Schwerlast- und Schienenverkehr werden in den verwendeten Leitstudien in 2030 bis zu 87 TWh/a und bis 2050 bis zu 169 TWh/a Strom verbraucht, wenn das 95 % Minderungsziel erreicht werden soll (dena 2018) (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020). Der MIV wird dabei mittel- bis langfristig einen steigenden Anteil am Strombedarf haben und in den nächsten Jahren Treiber des Strombedarfs im Verkehrssektor sein, da davon ausgegangen wird, dass der Schwerlastverkehr deutlich später elektrifiziert wird als der PKW-Bereich (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020).

4 RAHMENBEDINGUNGEN FÜR EE-STROM IN DER E-MOBILITÄT

4.1 Bedeutung der Wachstumsprognosen im MIV für den Ausbau der erneuerbaren Energien

Wird von einem Bedarf der Elektromobilität von 15 TWh in 2030 ausgegangen, müssen gegenüber einem Referenzfall ohne Elektromobilität 10 TWh mehr aus EE erzeugt werden, um bis 2030 das Ziel zu erreichen 65 % des Bruttostromverbrauchs durch EE zu decken. Nach Berechnungen des Öko-Instituts werden die E-Autos beim ungesteuerten Laden allerdings nur zu 57 % mit EE-Strom versorgt. Der überwiegende Teil der restlichen Energie wird zu 60 % durch Importe gedeckt oder durch Gaskraftwerke, die als Grenzkraftwerke zu den Hauptabnahmezeiten am Nachmittag und Abend hochgefahren werden, wenn die ohnehin schon bestehende abendliche Spitzenlast auftritt. Durch ein gesteuertes Ladeverhalten kann der Anteil von EE auf 70 % gesteigert werden. Der Anteil der Importe an der restlichen

Strommenge sinkt dabei deutlich, während sich die inländische Versorgung von Gaskraftwerken in Richtung Steinkohle verschiebt (Timpe et al. 2017a).

Optimalerweise werden die batterieelektrischen Fahrzeuge im zukünftigen Energiesystem vor allem als flexible Lasten genutzt, die, innerhalb gewisser Komfortgrenzen für die Nutzenden, ihren Strombezug zeitlich an den Bedarf des Stromnetzes anpassen können und damit zur Netzstabilität beitragen (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2020; Gerbert et al. 2018). Eine Nutzung der Batterien im System zur Wiedereinspeisung von elektrischer Energie wird in der Studie von Gerbert et al. (2018) explizit nicht betrachtet. Eine Nutzung als Einspeiser findet laut Purr et al. (2019) erst nach Ende der mobilen Nutzung in einem Fahrzeug statt. Diese sogenannte Second-Life-Nutzung in stationären Anwendungen soll den Druck auf die Ressourcenbeschaffung für Batterien verringern, da sich Recycling-Konzepte aktuell noch in der Entwicklung befinden und für die Nutzung von Sekundärrohstoffen noch keine Abschätzungen getroffen werden können.

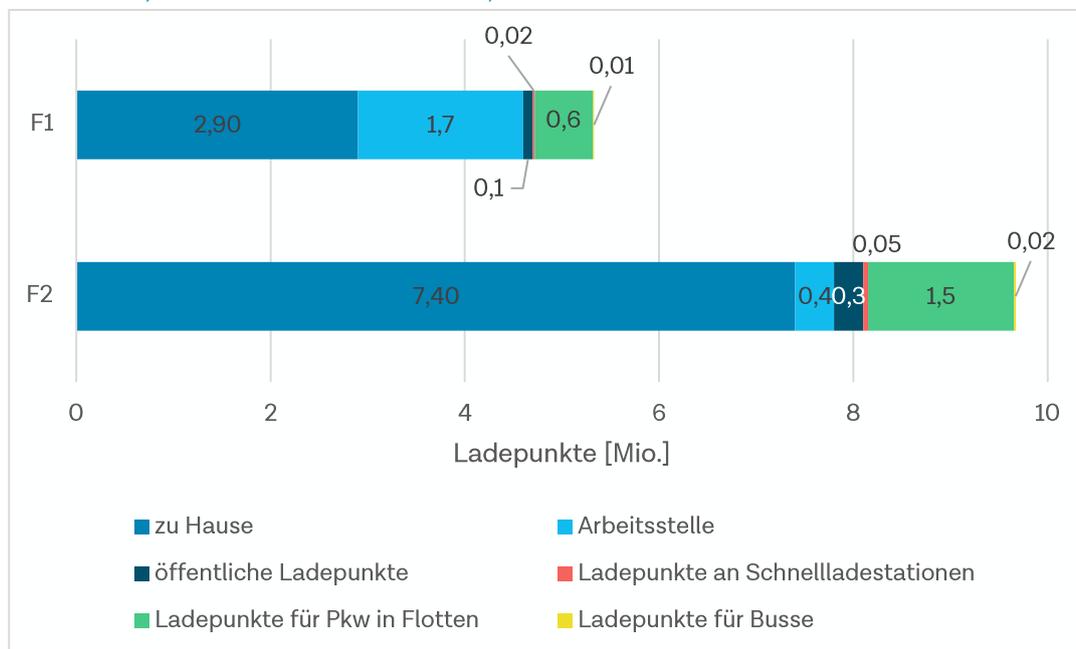
4.2 Ladeinfrastruktur in Deutschland und Europa

Aktuell (Stand 01.02.2020) sind in Deutschland 36.492 öffentliche Ladepunkte an 18.610 Ladesäulen installiert und im Register der Bundesnetzagentur (BNetzA) eingetragen. Davon sind 15 % als Schnellladepunkte gelistet, die eine Ladeleistung mit über 22 kW ermöglichen. Im Ladesäulenregister sind bundesweit alle öffentlich zugänglichen Ladepunkte über 3,7 kW Leistung erfasst (BNetzA 2021a). Private Ladepunkte wie u.a. Wallboxen werden in diesem bundesweiten Register nicht erfasst, sondern nur auf lokaler Ebene der Verteilnetzbetreiber.

Für nicht öffentliche Ladepunkte und Ladepunkte unter 3,7 kW Leistung entfällt die Anzeigepflicht, weswegen kein bundesweites Register für diesen Bereich vorliegt. Eine grobe Einordnung zur Verteilung dieser Ladepunkte erfolgt über eine freiwillige Datenerhebung, in der sowohl öffentliche als auch private Ladepunkte gemeldet werden können. Der größte Anteil an freiwillig gemeldeten Ladesäulen steht, Stand Februar 2020, mit 33 % Anteil im öffentlichen oder halböffentlichen Raum (Parkplatz-/haus, Handel). Hotels, Unternehmen und Autohändler bilden mit einem Anteil von jeweils um die 7 % die nächste größere Gruppe (Chargemap 2021). Der restliche Anteil splittet sich in Bereiche mit sehr geringen Anteilen und wird nicht aufgelistet. Private Ladesäulen haben in dieser Auswertung keinen nennenswerten Anteil, was durch die freiwillige Erfassung in dem Register zu Stande kommen kann und nicht die Realität abbilden muss. Zu der Auslastung bzw. Nutzungsstunden der Ladesäulen sind keine Daten hinterlegt.

Eine Prognose zur Verteilung der Ladepunkte bis 2030 ist in Abbildung 7 zu sehen. Die meisten Ladepunkte werden demnach privat installiert sein oder an Arbeitsstellen liegen. Auch im Szenariorahmen des Netzentwicklungsplans wird davon ausgegangen, dass der größte Teil der Ladevorgänge am Arbeitsplatz oder zu Hause stattfinden wird und die Nutzung von Schnellladesäulen nur auf Langstrecken stattfindet (FfE 2019). Effekte, die sich aus neuen Mobilitätskonzepten wie Car-Sharing oder Pooling ergeben, werden in der Szenarienentwicklung zum Netzentwicklungsplan nicht thematisiert.

Abbildung 7: Anzahl Ladepunkte nach Kategorien (Markthochlauf 2030) Szenario F1: Markthochlauf, 6 Mio. E-Pkw; Szenario F2: Markthochlauf, 15 Mio. E-Pkw



Quelle: Agora Verkehrswende 2019, eigene Darstellung

Norwegen ist bei der Elektromobilität nicht nur beim Marktanteil der elektrifizierten Fahrzeuge mit 56 % in 2019 Vorreiter in Europa, sondern auch bei der Versorgung der Ladesäulen mit Ökostrom und dessen Nachweisführung (Statista 2020). In Kooperation mit dem norwegischen Elektroautoverband liefert ECOHZ Herkunftsnachweise (HKN) für alle Strommengen, die von Elektroautos geladen werden. So wird für jedes Auto unabhängig von dem/der Fahrer:in und dem jeweiligen Stromtarif während des Ladevorgangs der kumulierte jährliche Strombezug durch HKN abgedeckt (ECOHZ 2020).

4.3 Einfluss auf die Stromnetze durch die Elektromobilität

Die Auswirkungen der Ladevorgänge auf die Verteilnetze werden nach Agora Verkehrswende auch bei einer Vollelektrifizierung des PKW-Verkehrs als unkritisch angesehen, wenn ein stetiger Ausbau der Netzstrukturen und der Ladevorgang gesteuert stattfindet. Auf Ebene der Verteilnetze kann das gesteuerte Laden dazu beitragen die Auslastung der Netze zu erhöhen und damit die Kosten für den Trafo und Leitungsbau auf einen größeren Abnehmerkreis zu verteilen. Der Schlüssel wird in einer intelligenten und sicheren Kommunikation zwischen Netz und Ladestation gesehen, um Komforteinbußen für die Nutzenden beim gesteuerten Laden zu vermeiden und den Prozess in Bezug auf die Netzdienlichkeit zu optimieren (Agora Verkehrswende 2019).

Auf Ebene der Übertragungsnetze kann es durch den erhöhten Strombedarf möglicherweise zu einem erhöhten Netzausbaubedarf kommen. Elektroautos bzw. deren Batterien bieten aber vor allem das Potential Lastgänge zu glätten, in dem Lastsenken erhöht werden und Lastspitzen gesenkt werden können. Im Netzentwicklungsplan Strom 2035 sieht man in der fortschreitenden Nutzung der Elektromobilität vor allem Chancen in der flexiblen Anpassung des Verbrauchs an volatile EE. Auch Schnellladestationen am Mittelspannungsnetz werden nicht als Problem betrachtet.

4.4 Der regulatorische Rahmen der Ladesäulenbelieferung

Die Belieferung und Bilanzierung von Ladesäulen werden in 2021 grundlegende Änderung durch die Regulierung der BNetzA erfahren. Bisher mussten Ladesäulen nicht verpflichtend mit intelligenten Messsystemen ausgestattet werden, da Messsysteme zur Erfassung der ausschließlichen Beladung von Elektrofahrzeugen bis Ende 2020 noch von den technischen Vorgaben an intelligente Messsysteme ausgeschlossen waren (BNetzA 2021b). Der verpflichtende Einbau ist vorläufig durch das OVG Münster gestoppt worden, da die zertifizierten Geräte die Interoperabilitätsanforderungen für einen einfachen Austausch der Smart-Meter Komponenten nicht erfüllen. Wie weitreichend das Urteil für einen Einzelfall am Ende sein wird, ist noch unklar. Diskutiert wird auch eine Gesetzesänderung, um die Anforderungen an die Messsysteme zu senken und die Installation wieder rechtssicher zu ermöglichen (Schaudwet 2021).

Die Bilanzierung ohne intelligente Messsysteme erfolgt beim Netzbetreiber bisher über eigene Lastprofile für E-Autos oder über ein Bandlastprofil. Falls noch kein viertelstundenscharfes Messsystem installiert ist, ist eine Zuordnung der Ladestrommengen zu einzelnen Ladevorgängen damit nicht möglich. Im Zuge der Umstellung des Messverfahrens wird diese Zuordnung zukünftig allerdings möglich sein. Bisher gilt die Ladesäule bzw. der Betreibende der Ladesäule als Letztverbraucher und ist damit vertraglich für alle Strommengen an einen Versorger gebunden. Nutzende der Ladesäulen können sich deshalb durch Anfahrt einer entsprechenden Ladesäule nur für einen bestimmten Ladesäulenbetreiber entscheiden, nicht aber für einen bestimmten Stromversorger. Ladestromlieferanten können nur über eine Beistellung Strom an die Batterien der Kunden liefern, aber keine Durchleitung von Strommengen verwirklichen. Der Ladesäulenbetreiber bestimmt damit die Herkunft des Stroms (Hammerstein 2019)

Durch die Einführung des Netznutzungsvertrags „E-Mob“ der BNetzA werden Ladesäulen in Zukunft als Netzkoppelungspunkte und nicht mehr als Letztverbraucher definiert. Laut § 3 Abs. 33 EEG ist der Letztverbraucher jede natürliche oder juristische Person, die Strom verbraucht. In Einklang mit der Definition des EEG wird durch die Einführung des Nutzungsvertrages „E-Mob“ der BNetzA der Elektromobilist zum Letztverbraucher. Für die Autofahrenden wird dadurch im Zuge einer Durchleitung am Netzkoppelungspunkt die Wahl des Stromversorgers bzw. der Stromherkunft ermöglicht. Die Nutzung dieses Abrechnungsprinzips ist für den Betreibenden der Ladesäule nicht verpflichtend. Der Netzbetreiber muss hingegen einem solchen Abwicklungsmodell ab Juni 2021 zustimmen, wenn es vom Ladesäulenbetreiber angefragt wird. Alle Ladesäulen eines Betreibers werden virtuell zu einem Ladepunkt zusammengefasst und für die entsprechenden bilanzierten Mengen dieses Ladepunkts sind Netznutzungsentgelte an den Netzbetreiber zu zahlen. Der Ladesäulenbetreiber kann Erlöse durch Nutzungsgebühren für den Zugang der Ladestromlieferanten generieren und soll dadurch angeregt werden in dieses Abrechnungsmodell mit freier Lieferantenwahl für die Endkund:innen (Autofahrer:innen) zu wechseln (Roegel 2020). Der Markt um die Belieferung von Ladesäulen wird sich damit grundlegend ändern, da nicht mehr die Betreiber:innen, sondern die Endkunden bestimmen können, über welchen Stromversorger der Strom zur Beladung ihres E-Autos geliefert werden soll und folglich auch, ob zertifizierter Ökostrom geladen wird. Ob der Erlös durch Nutzungsgebühren Anreiz genug ist oder gesetzliche Regelungen nötig sind, um den Markt um das Stromangebot an der Ladesäule für alle Stromanbieter zu öffnen, wird sich in den nächsten Jahren zeigen müssen.

4.4.1 Förderprogramme für Ladeinfrastruktur

In Tabelle 6 sind alle bekannten staatlichen Förderprogramme auf Bundes- und Länderebene gelistet, die mindestens bis 2020 aktiv waren und die für die Förderung eine Versorgung mit Grünstrom zur Bedingung machen. Auf die Auflistung kommunaler und privatwirtschaftlicher Förderprogramme wird

verzichtet. Die Zusammenstellung erfolgte auf Basis einer Recherche in der Förderdatenbank des BMWi (heute BMWK). Abgesehen vom bundesweiten Förderprogramm „Flottenaustauschprogramm Sozial & Mobil“, das Organisationen im Gesundheits- und Sozialwesen unterstützt, ist in allen bundesweiten Förderprogrammen für den Aufbau von Ladeinfrastruktur eine Bedingung für die Stromversorgung aufgeführt. Die Anforderungen an den Nachweis sind nicht einheitlich gestaltet, sondern unterscheiden sich je nach Förderprogramm in der Ausgestaltung. In den Länderprogrammen sind überwiegend zertifizierte Grünstromverträge mit entsprechend entwerteten HKN festgelegt, während in den bundesweiten Programmen teilweise nur eine Versorgung aus erneuerbaren Quellen gefordert ist, ohne weitere Anforderungen an den Nachweis.

Tabelle 6: Übersicht der Förderprogramme mit Grünstromforderung

Bezeichnung	Kurzfassung	EE-Strom gefordert
Bundesprogramme		
Förderrichtlinie Elektromobilität	Unterstützung komm. Konzepte, Handwerksbetriebe und KMU	Betrieb muss „weitestgehend“ mit erneuerbarer Energie erfolgen
Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland	Förderung von privatem und kommunalem Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur	Nachweis über zertifizierten Grünstromliefervertrag und Entwertung der entsprechenden HKN oder reg. Eigenversorgung
Ladeinfrastruktur vor Ort	Unterstützung von KMU und Forcierung öffentlicher Ladeinfrastruktur	Nachweis über zertifizierten Grünstromliefervertrag und Entwertung der entsprechenden HKN oder reg. Eigenversorgung
Anschaffung von Elektrobussen im öffentlichen Personennahverkehr	Förderung Umstieg auf E-Mobilität im ÖPNV	Für die Fahrzeuge muss die Nutzung erneuerbarer Energiequellen sichergestellt sein
Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland	Ausschreibung Förderung für öffentliche Ladeinfrastruktur	100% EE-Strom gefordert über Stromliefervertrag oder Eigenerzeugung
Länderprogramme		
Förderprogramm Elektromobilität (TH)	Förderung E-PKW, Ladeinfrastruktur und Speicher	Strom oder Wasserstoff müssen emissionsfrei aus erneuerbaren Energien erzeugt sein
Charge@BW (BW)	Errichtung Ladeinfrastruktur mit reg. Energien	Nachweis über zertifizierten Grünstromliefervertrag und Entwertung der entsprechenden HKN oder reg. Eigenversorgung
Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern (BY)	Förderung Ladeinfrastruktur	Nachweis über zertifizierten Grünstromliefervertrag und Entwertung der entsprechenden HKN oder reg. Eigenversorgung

WELMO – Förderprogramm Wirtschaftsnahe Elektromobilität (BE)	Förderung von E-Fahrzeugen & Ladeinfrastruktur	Ab Inbetriebnahme mind. 1 Jahr Strombezug zu 100 % aus erneuerbarer Energie
progres.NRW (NRW)	Förderung von E-Fahrzeugen & Ladeinfrastruktur	Nachweis über zertifizierten Grünstromliefervertrag und Entwertung der entsprechenden HKN oder reg. Eigenversorgung
E-Mobil Invest – Förderung der Elektromobilität in kommunalen Unternehmen (TH)	Förderung von E-Fahrzeugen & Ladeinfrastruktur	Nachweis über zertifizierten Grünstromliefervertrag und Entwertung der entsprechenden HKN oder reg. Eigenversorgung

Quelle: eigene Darstellung

4.4.2 Elektromobilitätstarife/Autostromtarife

Bei Ladevorgänge an Ladesäulen im öffentlichen Raum besteht ein besonderes Zusammenwirken von aus Betreibern, Service Providern und Stromversorgern. Tabelle 7 zeigt die Hauptgruppen dieser Marktakteure mit den ihnen zugeordneten Funktionen, sowie weitere Informationen zu den Akteuren.

Tabelle 7: Hauptakteure für Betrieb und Nutzung der Ladeinfrastruktur

Hauptgruppe	Funktion	Informationen
Elektromobilist	Nutzer von E-Fahrzeugen, E-Mobilitätsprodukten, E-Dienstleistungen, Ad-Hoc-Laden (vertragsunabhängig)	ggf. Kunde eines Ladesäulenbetreibers oder eines Servicedienstleisters; ggf. Grundstücksbesitzer mit Ladeinfrastruktur
Grundstückbesitzer (Standort privater Ladepunkt)	Erweiterung der Ladeinfrastruktur	Der Eigentümer des Standorts kann Errichter und Betreiber des Ladepunktes sein.
Charge Point Operator (CPO)	Errichter und Betreiber des Ladepunktes	Planung, Genehmigung, Errichtung, Betrieb, Service und Wartung, Backend-Betrieb, Rechnungsstellung an MSP. (Beispiel: Innogy, NewMotion, Allego)
Mobility-Service-Provider (MSP) ³	Serviceanbieter für E-Mobilitätsprodukte	Sicherstellung der Zugänglichkeit der Ladeinfrastruktur für Elektromobilisten über Authentifizierungsmedien (Ladekarte, Apps); Verrechnung der Ladevorgänge; Endkundenmanagement und Servicelösungen für CPOs.

³ auch EMSP: E-Mobility-Service-Provider

eRoaming-Service-Provider (RSP) ⁴	Plattformbetreiber für die Vernetzung von verschiedenen Ladenetzen (Roaming)	Verbindungsglied zwischen den einzelnen Ladeinfrastrukturnetzen. Über Systemplattformen (z.B. Hubject) wird die Ladeinfrastruktur unterschiedlicher CPO und MSP für beliebige E-Mobilisten zugänglich gemacht.
--	--	--

Quelle: eigene Darstellung

4.4.3 Ladetarife für öffentliche Ladesäulen

Die Errichtung und Bereitstellung von Ladeinfrastruktur erfolgt vonseiten eines CPOs. Dieser bietet MSPs den Zugang zu seiner Ladeinfrastruktur, wobei Unternehmen häufig zugleich CPOs und MSPs sind. Zur Nutzung der öffentlichen Ladesäuleninfrastruktur schließen Kund:innen einen Vertrag mit einem MSP ab, in welchem in der Regel zwei B2C-Tarife definiert sind. Diese umfassen das Laden an der Ladeinfrastruktur des MSPs vor Ort, darüber hinaus aber auch das Laden an der Ladeinfrastruktur anderer CPOs mittels Roaming. Mittels Authentifizierungsmedien können Kund:innen sowohl das Ladernetz des jeweiligen MSP, als auch der CPOs nutzen, die eine Roaming-Vereinbarung mit dem Vertrags-MSP abgeschlossen haben. Roaming-Verträge können bilateral von MSP zu CPO abgeschlossen oder über eine Roaming-Plattform (z.B. Hubject) gebündelt werden.

Der RSP schafft mit der Roaming-Plattform eine Schnittstelle für das Clearing, was die Freigabe, Abwicklung und Abrechnung beinhaltet, und ist somit lediglich für die Authentifizierung und das zugehörige „Contracting“ zwischen CPO und MSP verantwortlich. Das „Clearing“ ermöglicht die Überprüfung der Ladeberechtigung und des zugehörigen MSP des E-Mobilisten, bei dem die Abrechnung der Ladekosten nach deren Tarif erfolgen muss (Jakobi 2019; The Mobility House 2021).

Beispiele für E-Mobilitätstarife:

- *E.ON Drive Easy* Tarif (E.ON)
- *Standard-Tarif* (EnBW); *Viellader-Tarif* (EnBW); *Vorteils-Tarif* (EnBW)

Gegenwärtig ist die Situation für Endkund:innen jedoch sehr unübersichtlich, obgleich immer mehr Informationsportale für Transparenz sorgen (bspw. https://www.mobilityhouse.com/de_de/ratgeber/elektro-auto-oeffentlich-laden-welcher-ladetarif-ist-der-richtige-fuer-mich). Da MSPs nicht dazu verpflichtet sind, sich einem Roaming-System anzuschließen, decken Roaming-Systeme nur bestimmte Ladenetzwerke ab und sind nicht flächendeckend verfügbar. Für einen Zugang zur gesamten Ladeinfrastruktur und besonders für das Laden über längere Strecken müssen Kund:innen daher derzeit eine Vielzahl verschiedener Verträge abschließen und sehen sich einem „Tarifdschungel“ gegenüber. Die unterschiedlichen Preise, auf die in der Regel zusätzliche Servicegebühren aufgeschlagen werden sind für Endverbraucher:innen kaum zu durchschauen.

4.4.4 Ad-hoc-Laden

Zusätzlich zum vertragsbasierten Laden, ist ein ad-hoc-Laden (ohne Vertrag) an öffentlichen Ladepunkten möglich und ist von jedem CPO nach der EU-Richtlinie 2014794/EU (Art. 4) anzubieten. Die Vereinbarung zwischen dem E-Mobilisten und dem Betreiber der Ladestation ist in dem Falle nur auf die Ladedauer begrenzt. Die Zahlung kann mit Bargeld, Geldkarte oder per Smartphone App erfolgen (Jakobi 2019)

⁴ auch ERP: E-Mobility-Roaming-Provider

4.4.5 E-Mobilitätstarife für das Laden mit Wallstation zu Hause

E-Mobilitätstarife für das Laden mit Wallstation zu Hause werden von z.B. von Green Planet Energy, E.ON sowie Naturstrom angeboten und unterscheiden sich von den Tarifen für das Laden an öffentlichen Ladesäulen. Aktuell ist das Angebot für E-Mobilitätstarife noch recht unübersichtlich, da viele Stromanbieter noch keinen entsprechenden Tarif im Portfolio haben. Oft werden zwei verschiedene Tarifvarianten angeboten:

- Der Tarif ist gekoppelt an den Hausstromtarif. Die Abrechnung erfolgt über den Hausstromzähler, sodass die nachträgliche Differenzierung zwischen Hausstrom und E-Mobilitätsstrom nicht möglich. Der Stromanbieter nimmt daher eine Mischkalkulation vor.
- Der Tarif ist unabhängig vom Hausstromtarif. Die Abrechnung erfolgt über einen separaten Stromzähler. Damit ist eine Differenzierung zwischen Hausstrom und E-Mobilitätsstrom möglich. Durch die Bestimmung der zeitlichen Ausführung des Ladevorgangs und dem separaten Zähler, ist dies die günstigere Variante.

Der E-Mobilitätstarif setzt sich aus den beiden Komponenten Grundpreis (zwischen 6,00-13,00€ mtl.) und Arbeitspreis (zwischen 30,00-60,00 Cent/kWh) zusammen. Abgerechnet wird über monatliche Abschlagszahlungen. Dabei bestimmt die tägliche Verteilung des Stromverbrauchs (HTI = tagsüber; HTII = abends; NT = nachts) die Höhe des Arbeitspreises. Fokussiert sich der Mobilitätsstrombedarf auf die Nacht, sinken die Ladekosten.

E-Mobilitätstarife werden fast ausschließlich mit 100%igem Ökostrom angeboten. Ein wichtiger Grund dafür ist, dass Ökostrom häufig Voraussetzung für eine Förderung von Kauf und Installation einer Wallbox ist. Der jeweils zugrundeliegende Strommix des Anbieters und die Umweltbelastungen sind auf der Website der jeweiligen Anbieter gemäß §42 EnWG zugänglich.

5 NACHWEIS DER ÖKOSTROMEIGENSCHAFT IM BEREICH DER E-MOBILITÄT

Damit E-Mobilität den erwarteten Beitrag zum Klimaschutz vollumfänglich erfüllen kann, ist sicherzustellen, dass der hiermit verbundene Strombedarf aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden kann. Der Einsatz zertifizierten Ökostroms auf Basis von Herkunftsnachweisen kann hierbei potenziell eine Rolle spielen. Wichtige Rahmenbedingungen für die Nachweisführung werden allerdings dadurch gesetzt, unter welchen Voraussetzungen Ökostrom auf europäische und nationale Ziele für den Einsatz erneuerbarer Energien im Verkehrssektor angerechnet werden kann. Diese Anforderungen an den Nachweis der Ökostromeigenschaft werden im Folgenden untersucht.

5.1 Anrechenbarkeit von Ökostrom auf das Verkehrssektor-Ziel der Erneuerbare-Energien-Richtlinie

Hinsichtlich der Anrechenbarkeit von Strom aus erneuerbaren Energiequellen auf EE-Ausbauziele für den Verkehrsbereich lassen sich in der neugefassten Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 („RED II“) zwei Zielebenen unterscheiden (Hoffmann 2020):

- Nach Art. 3 Abs. 1 RED II müssen EE bis 2030 einen Anteil von 32 % am Bruttoendenergieverbrauch der EU erreichen. Bei der Berechnung von sektoralen Zielbeiträgen nach Art. 7 RED II wird jegliche Stromproduktion aus erneuerbaren Energien dem Elektrizitätssektor zugeordnet, so auch Strom, der im Verkehrssektor eingesetzt wird.
- Nach Art. 25 Abs. 1 RED II muss der EE-Anteil am Endenergieverbrauch des Verkehrssektors in jedem Mitgliedsstaat bis 2030 mindestens 14 % betragen. Für dieses Ziel werden für den Verkehr

bereitgestellter Strom aus erneuerbaren Energien sowie Kraftstoffe, die unter Einsatz von EE-Strom produziert wurden, als Zielbeiträge angerechnet.⁵

Das Verkehrssektor-Ziel nach Artikel 25 und die Zielvorgabe für den EE-Anteil am Endenergieverbrauch nach Artikel 3 sind voneinander unabhängig und folgen unterschiedlichen Berechnungsmethoden. Hierdurch wird vermieden, dass Strom aus erneuerbaren Energien gleichzeitig im Verkehrs- und im Stromsektor als Zielbeitrag gezählt wird. Die beiden Zielebenen sind auch deshalb voneinander getrennt, weil beim Verkehrssektor-Ziel besonders förderungswürdige Erfüllungsoptionen mehrfach angerechnet werden. Neben bestimmten Kraftstoffen können so auch Beiträge erneuerbarer Elektrizität mit einem Multiplikator versehen werden, um ihren Einsatz im Verkehrssektor zu fördern und Herausforderungen bei der statistischen Erfassung auszugleichen (Erwägungsgrund 87 und Art. 27 Abs. 2 RED II). Das in Artikel 25 formulierte Ziel bezieht sich zudem nur auf einen Ausschnitt des Verkehrssektors: Bei der Berechnung des sektoralen Anteils von erneuerbarer Energie ist als Nenner lediglich der Energiegehalt der Kraftstoffe für den Schienen- und Straßenverkehr zu berücksichtigen, einschließlich der für diese Bereiche bereitgestellten erneuerbaren Elektrizität. In den Zähler hingegen kann „der Energiegehalt aller Arten erneuerbarer Energie, die für den gesamten Verkehrssektor bereitgestellt werden“ (Art. 27 Abs. 1 RED II) einfließen, was grundsätzlich den Luft- und Seeverkehr einschließt (Hoffmann 2020). Mitgliedsstaaten können den durchschnittlichen Anteil erneuerbarer Elektrizität an ihrem Strommix zugrunde legen, gemessen zwei Jahre vor dem jeweiligen Jahr (Art. 27 Abs. 3 RED II; vgl. dazu auch Art. 1 Abs. 2 Nr. 3 38. BImSchV; Hoffmann 2020). Unter eng definierten Voraussetzungen besteht allerdings die Möglichkeit, Strom in vollem Umfang als erneuerbar anzurechnen. Bei der E-Mobilität ist dies dann der Fall, wenn der für Straßenfahrzeuge bereitgestellte Strom aus einer direkten Verbindung mit einer erneuerbaren Stromerzeugungsanlage stammt (für Schienenfahrzeuge besteht diese Option nicht). Auch bei strombasierten Kraftstoffen wie Wasserstoff oder synthetischen Kraftstoffen muss der bei ihrer Herstellung eingesetzte Strom bislang aus einer direkten Verbindung mit einer EE-Anlage stammen, um in vollem Umfang als erneuerbar angerechnet zu werden (Art. 27 Abs. 3 RED II). Dabei müssen verschiedene Zusatzkriterien erfüllt sein. So muss die Stromerzeugungsanlage nach oder gleichzeitig mit der Kraftstoffproduktionsanlage den Betrieb aufnehmen. Außerdem darf sie nicht an das Netz angeschlossen sein oder es muss ein Nachweis erbracht werden, dass Elektrizität für die Kraftstoffherstellung bereitgestellt wurde, ohne Elektrizität aus dem Netz zu entnehmen. Für die zukünftige Nachweisführung der Erneuerbare-Energien-Eigenschaft ist allerdings der Zusatz relevant, dass aus dem Netz entnommene Elektrizität in vollem Umfang als erneuerbar angerechnet werden kann, „wenn sie ausschließlich mittels erneuerbarer Energiequellen produziert wurde und nachweislich die Eigenschaften erneuerbarer Energie aufweist sowie etwaige sonstige entsprechende Kriterien erfüllt, sodass sichergestellt ist, dass ihre Eigenschaften als erneuerbare Energie nur einmal und nur in einem Endverbrauchssektor geltend gemacht werden“ (Art. 27 Abs. 3 Unterabs. 6 RED II). Zu den „sonstigen“ Kriterien zählen die geographische und zeitliche Korrelation von erneuerbarer Strom- und Kraftstoffherzeugung sowie die Anforderung, dass Kraftstoffproduzenten zusätzlich zur Nutzung erneuerbarer Quellen oder zu deren Finanzierung beitragen sollen (Erwägungsgrund 90 und Art. 27 Abs. 3 RED II). Im Kontext strombasierter Kraftstoffe hat die EU-Kommission angekündigt, bis Ende 2021 per delegiertem Rechtsakt eine Methodik einzuführen, mit der bei einem Netzbezug von Strom die Einhaltung dieser Kriterien nachgewiesen werden kann. Nach aktuellem Diskussionsstand (Stiftung Umweltenergie-recht, Stand Juli 2021) schlägt die EU-Kommission strenge Anforderungen an die Definition von „grünem

⁵ Ende 2020 wurde das EU-weite Klimaziel dahingehend verschärft, dass bis 2030 eine Verringerung der Emissionen um mindestens 55 % realisiert werden muss statt wie bislang 40 % (gegenüber 1990). Hieraus ergibt sich Anpassungsbedarf bei den Zielen der Erneuerbare-Energien-Richtlinie – entsprechende Vorschläge hat die EU-Kommission Mitte Juli 2021 vorgelegt (European Commission 2021).

Wasserstoff“ vor. Demnach würden Wasserstoff und andere strombasierte Kraftstoffe, die mittels eines Strombezugs aus dem Netz hergestellt werden unter folgenden Bedingungen als grün erzeugt anerkannt werden:

- Strombezug ausschließlich aus erneuerbaren Energiequellen; kein Strombezug aus Biomasse-Anlagen und Speichern
- Vorliegen eines Power Purchase Agreement (PPA) zwischen Erneuerbare-Energien-Anlage und Elektrolyseur
- Inbetriebnahme der Stromerzeugungsanlage erfolgte maximal 12 Monate vor der des Elektrolyseurs; oder später
- Strombezug nur aus nicht geförderten Anlagen (kein Erhalt von Investitions- oder Betriebskostenzuschüssen in Gegenwart und Vergangenheit)
- Viertelstundenscharfer bilanzieller Ausgleich von Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Verbrauch (es sei denn, der EE-Anteil in der Preiszone des Elektrolyseurs ist während der Viertelstunde des Stromverbrauchs höher als im gesamten Land)

Strom- und Wasserstoffproduktionsanlagen müssen in derselben Preiszone verortet sein oder in benachbarten Preiszonen ohne systemischen Netzengpass. Ob mit dem delegierten Rechtsakt auch Vorgaben für Straßen- und Schienenfahrzeuge, die Strom aus dem Netz beziehen, gemacht werden, bleibt abzuwarten. Unter welchen Voraussetzungen zukünftig im Bereich der E-Mobilität auch Strom, der bilanziell zu 100 Prozent aus EE erzeugt wurde, aber nicht über eine Eigenversorgung der Ladesäule bereitgestellt, sondern über das Netz der allgemeinen Versorgung bezogen wurde, als vollständig erneuerbar gelten kann, ist daher noch unklar. Mit dem Vorschlag der EU-Kommission zur methodischen Umsetzung des Art. 27 Abs. 3 für strombasierte Kraftstoffe könnte prinzipiell eine Grundlage für die Anwendung im Bereich der direkten Stromlieferung über das Stromnetz an Ladesäulen geschaffen sein. Aus den Entwürfen wird jedenfalls das Verständnis zur Ausgestaltung des Artikel 27 deutlich, wonach mindestens im gleichen Maße Erzeugungsanlagen zugebaut werden wie der Strombedarf im Verkehrssektor ansteigt. Das bedeutet, dass der steigende Bedarf an Strom durch E-Mobilität zusätzlich zum bisherigen Ausbaupfad produziert werden muss.

5.2 Anrechenbarkeit von Ökostrom auf die Treibhausgasminderungs-Quote nach § 37a BImSchG

In Deutschland wird das Verkehrssektor-Ziel der Erneuerbare-Energien-Richtlinie seit 2015 indirekt durch eine Treibhausgasminderungs-Quote angesteuert, die im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) verankert ist. Wer Kraftstoffe in Verkehr bringt, muss die bei der Nutzung entstehenden THG-Emissionen reduzieren – ab 2020 um 6 Prozent (§ 37a Abs. 4 BImSchG). Neben Optionen wie Biokraftstoffen, bestimmten strombasierten Kraftstoffen oder Upstream-Emissionsminderungen kann seit 2018 auch elektrischer Strom, der zur Verwendung in Straßenfahrzeugen mit Elektroantrieb aus dem Netz entnommen wurde, als Erfüllungsoption eingesetzt werden (Zoll 2021; Hoffmann und von Bredow 2018). Grundlage hierfür sind Meldungen von Stromanbietern, wobei Anrechnungs- und Nachweisregeln durch die 38. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) definiert werden. Für öffentlich zugängliche Ladepunkte werden Nachweise über die entnommene Strommenge erbracht. Um Stromentnahmen an nichtöffentlichen Ladepunkten anrechnen zu können, müssen Stromanbieter nachweisen, wie viele reine Batterieelektrofahrzeuge auf ihre Kunden zugelassen sind. Diese Anzahl wird mit einem



vom BMU veröffentlichten Schätzwert zum durchschnittlichen Stromverbrauch der Fahrzeuge multipliziert.

Die Herkunft bzw. erneuerbare Eigenschaft des Stroms spielt für die Anrechenbarkeit auf die Treibhausgasminderungs-Quote keine Rolle. Die Treibhausgasemissionen des Stroms werden berechnet, indem die energetische Menge des in Straßenfahrzeugen mit Elektroantrieb eingesetzten Stroms mit den durchschnittlichen Treibhausgasemissionen pro Energieeinheit des Stroms in Deutschland multipliziert wird, sowie mit einem Anpassungsfaktor für die Antriebseffizienz (§ 5 Abs. 2 38. BImSchV). Eine Steigerung des EE-Anteils im deutschen Strommix verbessert allerdings den Treibhausgasminderungsbeitrag der Elektromobilität.

Für strombasierte Kraftstoffe, die nach der 37. BImSchV als Erfüllungsoption eingesetzt werden können (d. h. komprimiertes synthetisches Methan, komprimierter Wasserstoff in einer Brennstoffzelle), werden hingegen spezifische THG-Emissionswerte für erneuerbare Kraftstoffe definiert (ebenso wie für Wasserstoff, der aus Kohlestrom mit oder ohne Carbon Capture and Storage gewonnen wird). Ihre Verwendung setzt einen Nachweis voraus, dass bei der Kraftstoffherstellung ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energien nicht-biogenen Ursprungs eingesetzt wurde. Dies gilt insbesondere als erfüllt, wenn Strom aus einer nicht an das öffentliche Stromnetz angeschlossenen Anlage bezogen wird, wobei Ausnahmen für Strom aus Anlagen in Netzausbaugebieten sowie Strom aus Altanlagen gelten (§ 37. BImSchV; Zoll 2021).

Im Mai 2021 hat der Bundestag eine Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote beschlossen, um die Vorgaben der RED II umzusetzen und darüber hinaus der Verschärfung des EU-Klimaschutzziels gerecht zu werden. Der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor soll demnach bis 2030 auf 32 Prozent zu steigern (Bundesregierung 2021; BT-Drucksache 19/29850; BT-Drucksache 19/27435). Hierfür soll die THG-Minderungsquote bis 2026 auf 12 % und bis 2030 auf 25 % erhöht werden. Dabei soll der direkte Einsatz von Strom in Elektroautos dreifach auf die THG-Quote angerechnet werden können, um die E-Mobilität zu fördern und indirekt die Mineralölwirtschaft als Quotenverpflichtete an den Kosten der Ladeinfrastruktur zu beteiligen. Außerdem wird die Rolle von grünem Wasserstoff und anderen ausschließlich mit erneuerbaren Energien hergestellten strombasierten Kraftstoffen gestärkt. Zum einen werden neue Erfüllungsoptionen eingeführt (u. a. die Verwendung zur Produktion konventioneller Kraftstoffe), zum anderen wird eine doppelte Anrechnung auf die THG-Quote ermöglicht, wenn strombasierte Kraftstoffe im Straßenverkehr oder in Raffinerien zum Einsatz kommen.

Um zu verhindern, dass Strom Biokraftstoffe und grünen Wasserstoff vom Markt drängt, wird zudem eine Anhebung der THG-Quote vorgeschlagen, wenn die anrechenbare Menge an Strom für Elektrofahrzeuge festgelegte Schwellenwerte überschreitet. Für die E-Mobilität ist zudem relevant, dass die Bundesregierung ermächtigt wird, in Straßenfahrzeugen eingesetzte Strommengen, die nicht gemäß 38. BImSchV von Dritten gemeldet werden, zu auktionieren. Hierdurch soll erreicht werden, dass ein erhöhter Anteil des für die E-Mobilität genutzten Stroms als Erfüllungsoption für den Quotenhandel genutzt werden kann. Gesonderte Anrechnungsmöglichkeiten für Ökostrom, der in Straßenfahrzeugen eingesetzt wird, sind im Gesetzentwurf weiterhin nicht vorgesehen. Für Wasserstoff und andere strombasierte Kraftstoffe soll hingegen eine Verordnung näher spezifizieren, wie beim Stromeinsatz der Nachweis der Erneuerbare-Energien-Eigenschaft zu erfolgen hat, sobald die EU-Kommission einen delegierten Rechtsakt zur Festlegung der Methodik erlässt.

6 DER BEITRAG DER ELEKTROMOBILITÄT ZUR ENERGIEWENDE UND MOBILITÄTSWENDE

Sowohl bei der batteriebetriebenen E-Mobilität als auch bei einer mit erneuerbaren Energien erzeugten Wasserstoff- oder E-Fuel-betriebenen Mobilität steigt die Nachfrage nach Strom aus erneuerbaren Energien.

Um eine Verlagerung der Zurechnung von Strommengen aus erneuerbaren Energien vom Stromsektor in den Verkehrssektor zu verhindern, ist es inzwischen allgemein anerkanntes Verständnis den dadurch erhöhten Bedarf in neu zu installierenden Anlagen zu erzeugen, die zusätzlich zum Ausbaupfad des Stromsektors installiert werden (siehe z. B. Timpe et al. 2017b).

Mit dem oben erwähnten Entwurf für einen delegierten Rechtsakt zur methodischen Umsetzung des Art. 27 Abs. 3 RED II für Wasserstoff und andere strombasierte Kraftstoffe könnten auch Grundzüge für die Anwendung im Bereich der direkten Stromlieferung über das Stromnetz an Ladesäulen gelegt worden sein. Inwiefern der Gesetzgeber vorsieht, die aktuell diskutierten Anforderungen an den Strombezug bei der Herstellung „grüner“ Kraftstoffe (siehe Stiftung Umweltenergie recht 2021) auf die Elektromobilität zu übertragen, ist allerdings bislang ungeklärt. Zu beachten ist, dass beim Stromeinsatz für die Herstellung strombasierter Kraftstoffen in erheblichem Maße Umwandlungsverluste auftreten (siehe z.B. IRENA 2020). Unter Energieeffizienzgesichtspunkten ist daher ein direkter Einsatz von Strom in Endanwendungen vorzugswürdig, wo dies realisierbar ist. Unter diesem Gesichtspunkt kann es sinnvoll sein, bei der Herstellung strombasierter Kraftstoffe strengere regulatorische Anforderungen hinsichtlich der zeitlichen und räumlichen Korrelation von EE-Stromproduktion und Verbrauch zu formulieren als bei einem direkten Stromeinsatz, um die Systemdienlichkeit von Kraftstoffherstellungsanlagen sicherzustellen. Auch strengere regulatorische Anforderungen an den Nachweis der Zusätzlichkeit ließen sich so begründen, um sicherzustellen, dass der Energiebedarf der Anlagen – inklusive der auftretenden Verluste – durch einen Zubau von EE-Erzeugungsanlagen mindestens in gleichem Maße gedeckt wird. Inhaltlich ist das Kriterium der Zusätzlichkeit dennoch auch für die Elektromobilität relevant: Es gilt sicherzustellen, dass der steigende Strombedarf im Verkehrssektor aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden kann. Das bedeutet, dass der steigende Bedarf an Strom durch E-Mobilität zusätzlich zum bisherigen Ausbaupfad produziert werden muss.

Um diesen zusätzlichen Zubau sicherzustellen, braucht es deutlich erhöhte Ausbauziele für die erneuerbare Stromerzeugung. An dem Bedarf ändert sich auch durch die hektische Anpassung der Klimaziele in unmittelbarer Folge des Urteils des Bundesverfassungsgerichtes vom 29. April 2021 nichts. Ob die Erhöhung bzw. Intensivierung des Ausbaupfades im notwendigen Umfang nach der Bundestagswahl 2021 beschlossen werden wird, ist offen. Auch unter der Annahme, dass der notwendige Strombedarf für E-Mobilität ausreichend in die Ausbauziele und die Zeitachse integriert würden, bleibt angesichts der inzwischen langen Planungs- und Genehmigungszeiten die Unsicherheit hinsichtlich einer rechtzeitigen Umsetzung des zusätzlichen Zubaus.

Für den freiwilligen Ökostrommarkt ist relevant, ob durch ihn Impulse für einen „E-Mobilitäts-begründeten“ beschleunigten, zusätzlichen Ausbau erneuerbarer Erzeugung ausgehen können. Mit einem Vorschlag zu qualitativen Anforderungen an den im MIV genutzten Ökostrom könnten freiwillig geschaffene Zusätzlichkeiten einen wichtigen Impuls auf die spätere gesetzliche Ausgestaltung ausüben.

6.1 Perspektiven für Herkunftsnachweise bei der Erfüllung von Verkehrssektor-Zielen

Nach aktuellem Recht spielen in Deutschland HKN für erneuerbare Energien keine Rolle bei der Erfüllung der Erneuerbare-Energien-Ausbauziele. In keinem der beiden in Kapitel 5 aufgezeigten Fälle (Verkehrssektor-Ziel der Erneuerbare-Energien-Richtlinie und Treibhausgasminderungs-Quote) ist eine Entwertung von HKN im Rahmen eines Grünstrom-Vertrags anrechenbar. Nach Artikel 19 der RED II dienen HKN der Verbraucherinformation. Insbesondere stellt Art. 19 Abs. 2 RED II klar, dass HKN keine Funktion in Bezug auf die Einhaltung des in Artikel 3 formulierten verbindlichen EE-Gesamtziels für 2030 durch die Mitgliedstaaten haben. Auch Auswirkungen auf die Berechnung des Bruttoendenergieverbrauchs von erneuerbarer Energie in den Mitgliedstaaten gemäß Artikel 7 sind nicht vorgesehen. Hingegen wird eine Rolle in Bezug auf das vom EE-Gesamtziel unabhängige Verkehrssektor-Ziel nach Artikel 25 zumindest nicht explizit ausgeschlossen.

Bei Förderprogrammen für die Ladeinfrastruktur wird hingegen zum Teil die Belieferung über zertifizierte Grünstromverträge mit entsprechend entwerteten HKN vorausgesetzt. Die Anforderungen sind jedoch uneinheitlich ausgestaltet. Ihre Einhaltung ist unabhängig von Anrechnungsregeln für die Elektromobilität, die im Rahmen der nationalen THG-Minderungsquote genutzt werden und nicht nach der Stromherkunft unterscheiden. Zudem sind sie auch unabhängig von den in der RED II formulierten Anforderungen für die Anrechnung von Strom auf den EE-Anteil im Verkehrssektor.

Perspektivisch wäre durchaus eine Erweiterung der instrumentellen Rolle von HKN denkbar, um an der Power to X-Sektorenkopplungsschnittstelle eine Nachverfolgung der Erneuerbare-Energien-Eigenschaft zu ermöglichen (dazu auch Purkus et al. 2020). Insbesondere ließen sich HKN nutzen, um bei einem Netzbezug von Strom einen höheren EE-Anteil als den Durchschnittswert für den nationalen Strommix nachzuweisen. Dies könnte zu einer Vereinheitlichung von Fördervoraussetzungen beitragen. Bei einer Anrechenbarkeit auf das Erneuerbare-Energien-Ausbauziel für den Verkehrssektor wären jedoch zusätzliche qualitative Anforderungen an die eingesetzten HKN zu prüfen – insbesondere um sicherzustellen, dass das Kriterium der Zusätzlichkeit eingehalten wird und ein steigender Einsatz von Strom im Verkehrssektor zu einem Ausbau erneuerbarer Erzeugungskapazitäten beiträgt. Auf Basis der in HKN enthaltenen Angaben könnte etwa eine Beschränkung auf Strom aus Anlagen unterhalb eines bestimmten Alters erfolgen, der nicht bereits durch Förderregelungen im Stromsektor gefördert wird. Bei einer Anrechenbarkeit auf nationale Zielbeiträge wäre zudem eine Beschränkung auf inländische Stromerzeugungskapazitäten sinnvoll.

Prinzipiell wären HKN auch in der Lage, mittels der enthaltenen Informationen zum Anlagenstandort einen engeren räumlichen Zusammenhang zwischen Stromerzeugung und Verbrauch für die Beladung von Elektrofahrzeugen nachzuweisen. Grundsätzlich möglich wäre zudem die Einführung von Zeitstempeln für HKN, die für den Nachweis eines zeitlichen Zusammenhangs zwischen Erzeugung und Verbrauch genutzt werden könnten (EnergyTag 2021). In beiden Fällen ist eine Abwägung zwischen dem zusätzlichen Nutzen und dem administrativen Aufwand einer entsprechenden Nachweisführung zu beachten. Dies ist insbesondere für die Elektromobilität relevant, da der Stromverbrauch hier deutlich dezentraler und kleinteiliger erfolgt als bei Anlagen zur Produktion strombasierter Kraftstoffe. HKN, die dem Kriterium der Zusätzlichkeit entsprechen, könnten hier eine Option für eine vereinfachte Nachweisführung darstellen.

6.2 Mögliche Anforderungen an die Zusätzlichkeit

Die besondere Herausforderung, Kriterien für Zusätzlichkeit in der E-Mobilität zu definieren, besteht in der Verknüpfung zweier Energiesektoren: Der im Verkehrssektor nachgefragte Ökostrom wird im Stromsektor produziert. Anforderungen an die Zusätzlichkeit können sich somit sowohl auf den Strom- als auch auf den Verkehrssektor beziehen. Dabei soll auch hier wie schon bei „klassischen“ Ökostromprodukten die quantitative oder qualitative Wirkung über den gesetzlich geforderten und geförderten Rahmen hinausgehen.

Wichtig für die weitere Ausdifferenzierung von möglichen Zusätzlichkeitskriterien ist die aktuelle Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen, auf europäischer Ebene insbesondere der Geltungsbereich von Art. 27 Abs. 3. Wenn sich dieser ausschließlich auf die Nutzung von Ökostrom für die Produktion von E-Fuels bezieht, kann die erhöhte Nachfrage für Ladestrom zur Verlagerung der Ökostromnachfrage vom Strom- in den Verkehrssektor führen, ohne dass zwangsläufig Produktionsanlagen zu gebaut werden.

Wird auch Ladestrom unter die EU-Regelung gefasst, müsste sich die Zusätzlichkeit an der gesetzlichen Vorgabe zum Bezug von Ladestrom aus zusätzlich gebauten Anlagen orientieren. Die für die Zertifizierung notwendige Zusätzlichkeit müsste also über diese regulatorische Anforderung an Zusätzlichkeit hinaus gehen, um einen Mehrwert über die Kundennachfrage über die gesetzlichen Anforderungen hinaus zu generieren.

Im bisherigen Ökostrommarkt ist die Zusätzlichkeit seitens der Ökostromzertifizierer definiert als ein möglichst messbarer Beitrag zur Beschleunigung der Energiewende, der mit dem Bezug eines solchen Ökostroms bewirkt wird. Diese Definition bezieht sich dabei auf eine zusätzliche Wirkung gegenüber dem bisherigen, in der Regel von der Politik vorgegebenen Pfad der Umsetzung der Energiewende. Zusatzkriterien, mit denen Stromkund:innen über den Bezug von Ökostrom andere Maßnahmen fördern als die Energiewende (beispielsweise Natur- oder Sozialprojekte, etc.), werden im Folgenden als nicht relevant betrachtet, da sie zwar gesellschaftlich von Bedeutung, aber nicht wirksam für die Energiewende sind.

Die „klassische“ Zusätzlichkeit, wie sie z.B. vom ok-power Siegel definiert wird, bezieht sich auf die Förderung des zusätzlichen Ausbaus von erneuerbaren Energien, den Erhalt von Bestandsanlagen außerhalb der staatlichen Förderung, Effizienz- und Einsparmaßnahmen sowie auf die Förderung weiterer Innovationen, die im weiten Sinne eine beschleunigte Integration von erneuerbaren Energien in das Energiesystem bewirken. Mit den spezifischen Auswirkungen des Umstiegs auf E-Mobilität im Individualverkehr stellt sich die Frage, ob und wenn ja, wie Zusätzlichkeit bei der Definition von Ökostromprodukten weiterentwickelt werden muss.

Tabelle 8 zeigt die bisherigen Kriterien für Zusätzlichkeit des ok-power-Siegels und ihre Wirkung auf die Energiewende. Dabei wird deutlich, dass es Maßnahmen gibt, welche die Energiewende quantitativ oder qualitativ voranbringen. Quantitativ wird die Energiewende gefördert, indem die tatsächlich aus EE erzeugte Strommenge erhöht oder der Stromverbrauch gesenkt wird. Beides führt dazu, dass in konventionellen Kraftwerken erzeugter Strom zunehmend aus dem Markt verdrängt wird. Die Qualitative Förderung der Energiewende geschieht über Maßnahmen, welche die Rahmenbedingungen für die Einspeisung und Nutzung von Strom aus EE-Anlagen verbessern. Dies kann unter anderem über eine Förderung der Netzintegration von EE-Strom, eine zunehmende Harmonisierung von Verbrauch und Produktion oder die Schaffung anderer Anreize geschehen, welche förderlich für die Energiewende sind.

Tabelle 8: Zusätzlichkeits-Kriterien und ihre Wirkung auf die Energiewende

Maßnahme	Wirkung auf die Energiewende	quantitativ / qualitativ
Förderung des Baus neuer Erzeugungsanlagen	Durch die Beschaffung von HKN aus ungefördernten EE-Neuanlagen kann bei ausreichender Nachfrage ein Anreiz zum Neubau dieser Anlagen entstehen. Auf Grund des Doppelvermarktungsverbotes in Deutschland, werden diese HKN aus dem europäischen Ausland bezogen.	quantitativ
	Neue, durch den Anbieter initiierte und gebaute EE-Anlagen speisen Strom ins deutsche Stromnetz ein, so dass für den gegebenen Stromverbrauch weniger Strom in fossilen Kraftwerken erzeugt werden muss.	quantitativ
Erhalt von Bestandsanlagen, deren Förderung ausgelaufen ist.	Nach einer 20jährigen Laufzeit der EEG-Finanzierung fallen die ersten Anlagen (vornehmlich Wind) aus der Förderung. (Kriterium ist derzeit (Nov 2022) ausgesetzt).	quantitativ
Innovative Projekte	Effizienzmaßnahmen senken den Stromverbrauch, so dass weniger Strom durch erneuerbare bereitgestellt werden muss, um fossile Kraftwerke zu verdrängen.	quantitativ
	Über digitale und vernetzte Zähler können Verbrauch und Produktion besser aufeinander abgestimmt und die Netzdienlichkeit erhöht werden.	qualitativ
	Demand-Side Management kann helfen Spitzenlasten zu glätten und volatile Energieträger in das Energiesystem zu integrieren.	qualitativ
	Innovative Speichertechnologien ermöglichen die Harmonisierung von Angebot und Nachfrage	qualitativ
	Maßnahmen in der E-Mobilität, die die Nachfrage nach zusätzlichem EE-Strom steigern bei gleichzeitiger Verdrängung von fossilem Treibstoff	qualitativ
	Mieterstrommodelle, wenn sie mit dem Ausbau von EE verbunden sind	qualitativ
	In begrenztem Rahmen werden Bildungsmaßnahmen anerkannt	qualitativ
	Innovative Power-to-Heat Anlagen	qualitativ
	Vermarktungsplattformen, die regionale Stromanbieter mit Verbraucher:innen zusammenbringen	qualitativ
	sonstiges	qualitativ/ quantitativ

Quelle: ok-power-Kriterien Version 9.2; eigene Darstellung

Bereits jetzt erkennt ok-power innovative Maßnahmen in der E-Mobilität für die Zertifizierung an. Die Förderung der Maßnahmen ist dabei an den genutzten Strommix gekoppelt, die geförderte E-Mobilitäts-Anwendung darf nur mit zertifiziertem Ökostrom genutzt werden. So trägt sie dazu bei, dass sowohl die Nachfrage nach zusätzlichem EE-Strom gesteigert und es gleichzeitig zu einer Verdrängung fossiler Treibstoffe kommt.

7 DIE ZERTIFIZIERUNG VON E-MOBILITÄTS-STROMPRODUKTEN – HERAUSFORDERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

E-Mobilitätstarife an Ladesäulen werden - so die These auf Basis der Marktbeobachtung – ein eigener Absatzkanal für Ökostrom werden. Viele Verbraucherinnen und Verbraucher werden in Zukunft voraussichtlich zwei Ökostromtarife beziehen: Einen für zu Hause und einen weiteren, für Ladevorgänge an der eigenen Wallbox oder unterwegs.

Das führt zu der Frage, ob beide Tarifarten jeweils auf unterschiedlichen Ökostromprodukten basieren sollten und ob sie sich entsprechend ihrer Kriterien unterscheiden sollten. Während im freiwilligen Ökostrommarkt die Zusätzlichkeit tatsächlich freiwilliger Natur ist, soll sie im Falle der E-Mobilität offizielles Ziel werden. Die Definition von freiwilliger Zusätzlichkeit wird z.B. durch Qualitätssiegel wie dem ok-power Siegel oder Empfehlungen durch Verbände (siehe www.wwf.de) geprägt. Eine gesetzlich definierte Zusätzlichkeit wird hingegen durch entsprechende einheitliche regulatorische Definitionen geprägt sein. Käme es im Zuge des Art. 27 Abs. 3 der RED II erstmals zu einer Zusätzlichkeitsdefinition im regulatorischen Kontext, wäre dies ein Novum.

Für die Einordnung der Wirksamkeit von Zusätzlichkeit sind zwei Aspekte von zentraler Bedeutung. Zum einen die Frage, ob der Gesetzgeber die Hinzurechnung der zusätzlich errichteten Anlagen zum Ausbaupfad (ob freiwillig oder gesetzlich definiert) überhaupt zulässt bzw. anerkennt, was bei mengen-gesteuerten Pfaden mit fest definierten Ausbaugrenzen (siehe EEG) nicht der Fall wäre. Zum anderen ist für die Bewertung der Zusätzlichkeit zu klären, ob die zusätzliche Anlage auch ohne den Impuls aus dem Verkehrssektor oder im Falle von zertifiziertem Ökostrom ohne Impuls durch die nachfragenden Ökostromkund:innen errichtet und finanziert worden wäre.

Es wird hier die These geteilt, dass ein Investor in jedem Fall in einen geeigneten Standort zur erneuerbaren Stromerzeugung investiert und sich die „Anrechnung“ einer Zusätzlichkeit für Wasserstoff oder E-Mobilität oder ein zertifiziertes Ökostromprodukt offenhalten wird. Die Vorlaufzeiten bis zur Inbetriebnahme dauern bei Onshore-Windanlagen mit vier bis fünf Jahren länger als eine Legislaturperiode. Es wird damit deutlich, dass Zusätzlichkeit letztlich bei jedem Stromverbrauch wichtig ist. Die EU-Kriterien für strombasierte Kraftstoffe (Bindung an bestimmte Anlagen mittels PPA etc.) könnte letztlich die Vermarktungsflexibilität der EE-Erzeuger ebenso einschränken wie die Beschaffungsflexibilität der E-Fuel-Produzenten.

Um den Zubau von rund 30 TWh/a bis 2035 sicherzustellen, sollte angesichts der Unsicherheit bei einer freiwilligen Erfüllung von zusätzlichen Ausbaumengen auf eine deutliche, gesetzlich abgesicherte Erhöhung der Ausbauziele gesetzt werden. Damit wäre es gleichgültig, ob eine Anlage dem Ziel des Strom- oder des Verkehrssektor dient. Wenn, wie in Kapitel 3 ausgeführt, der Strombedarf in Deutschland durch batteriegeladenen E-Mobilität bis 2035 um rund 30 TWh / Jahr steigen wird, ist der Ausbaupfad so zu definieren, dass diese 30 TWh zusätzlich zu dem bisherigen Ausbaupfad des Stromsektors hinzukommen.

Käme es im Zuge des Art. 27 Abs. 3 und seiner nationalen Umsetzung zu einer per Verordnung geregelten Definition von grünem E-Mobilitätsstrom, der die Zusätzlichkeit aufgreift, stellen sich für Ökostrom-Siegel folgende Fragen:

1. Ist die Definition von Zusätzlichkeit qualitativ zielführend und quantitativ ausreichend? Es wäre Aufgabe der Zertifizierer, ein Defizit in der Wirksamkeit einer Zusätzlichkeit auszugleichen.
2. Wie würde die Einhaltung der Definition überprüft und dokumentiert werden? Entstehen hierzu Regelungs- und Umsetzungslücken? Es könnten zusätzliche freiwillige Kriterien die Dokumentation der Zusätzlichkeit z.B. über eine spezifische Gestaltung von HKN verbessern und damit die Glaubwürdigkeit der E-Mobilitätstarife erhöhen. Bereits heute schließt die Zertifizierung von Ökostromprodukten die Prüfung der abgesetzten Menge mit ein – ein wichtiger Lückenschluss in dem an sich gut organisierten HKN-System.

3. Wann würden die Regelungen in Kraft treten? Träte eine Zusätzlichkeit per Verordnung erst spät in Kraft, könnten Zertifizierer durch eigene Kriterien früher starten und somit den Gesetzgeber unter Druck setzen.

Grundsätzlich würde gelten, dass der Bedarf für eine Aufklärung von Verbrauchenden durch unabhängige Kriterien dann obsolet werden würde, wenn die gesetzlichen Vorgaben ausreichend und zielführend definiert und umgesetzt würden. Sobald jedoch die Regelungen so lückenhaft oder unzureichend ausgestaltet werden, dass die Zusätzlichkeit nicht gewährleistet wird, sollte dies die Zertifizierer auf den Plan rufen.

EnergieVision e.V. möchte Verbrauchenden mit der Zertifizierung von Ökostromprodukten Orientierung bieten, damit sie einen Tarif mit einer zusätzlichen und beschleunigenden Wirkung auf die Energiewende wählen können und gleichzeitig den richtigen E-Mobilitätstarif für sich finden.

Im Folgenden wird erörtert, wie sinnvoll spezifische Kriterien für E-Mobilitäts- gegenüber regulären Ökostromtarifen sein können.

7.1 Chancen und Herausforderungen für zertifizierte Ladestromprodukte

7.1.1 Chancen

Nach den geltenden Rahmenbedingungen wirkt sich der Bezug eines Grünstromprodukts, bei dem EE-Anteile durch die Entwertung von HKN belegt werden, nicht auf die Anrechenbarkeit hinsichtlich der THG-Minderungsquote bzw. des nationalen Verkehrssektorziels nach Art. 25 Abs. 1 RED II aus (siehe Kapitel 5 und 6). Ähnlich wie beim freiwilligen Grünstrommarkt haben Verbraucher:innen aber die Möglichkeit, mit der Nachfrage nach einem Grünstrom-Ladetarif ihrer Präferenz für eine Stromherkunft aus erneuerbaren Energien Ausdruck zu verleihen: Die Entwertung von HKN für EE-Anteile in Ladetarifen stellt sicher, dass EE-Eigenschaften eindeutig einzelnen Ladepunkten zugeteilt werden und eine Doppelvermarktung ausgeschlossen wird. Insbesondere für Verbrauchende in Industrie und öffentlicher Hand ist die Beschaffung von Ökostrom, für den Herkunftsnachweise entwertet wurden, zudem ein wichtiges Instrument im Rahmen der Klimabilanzierung. Wie in Abschnitt 4.4.1 dargestellt, werden Grünstromtarife zudem teils von Förderprogrammen für Ladeinfrastruktur gefordert.

Sofern die Nachfrage nach Grünstrom bzw. Herkunftsnachweisen für erneuerbaren Energien für die Elektromobilität nicht eine entsprechende Nachfrage in anderen Endverbrauchsanwendungen verdrängt, könnte sie perspektivisch zu einer Erhöhung bzw. Stabilisierung des Preisniveaus für HKN beitragen. Aktuell sind Erlöse aus HKN-Verkäufen allerdings zu gering und in der Entwicklung nicht hinreichend planbar, um für Anlagenbetreiber einen messbaren Treiber für Investitionsentscheidungen darzustellen (Güldenbergh et al. 2019). Gleichzeitig lässt sich bereits jetzt im HKN-Markt eine Preisdifferenzierung nach HKN-Qualitätsmerkmalen beobachten (z. B. hinsichtlich erneuerbarer Energiequelle, Anlagenstandort, Anlagenalter, Förderstatus). Zertifizierungssysteme für Grünstromprodukte spielen daher eine wichtige Rolle dabei, Transparenz für Kund:innen zu schaffen und Anlagenbetreibern zu erlauben, Qualitätsmerkmale ihrer EE-Produktion in der Preissetzung abbilden zu können.

Um sicherzustellen, dass ein steigender Strombedarf für die E-Mobilität mit einer Erweiterung der EE-Stromerzeugungskapazität einhergeht, bietet es sich für Kriterien für zertifizierten E-Mobilitätsstrom an, sich auf mögliche positive Einflüsse auf den Ausbau erneuerbarer Energien zu konzentrieren. Hierbei

sind zwei Ansätze – ggf. auch in Kombination – möglich. Bei einer Versorgung von Ladesäulen aus dem Netz können Zertifizierungssysteme Kriterien an die Qualität der entwerteten HKN stellen, z.B. um sicherzustellen, dass HKN aus ungeförderten Anlagen stammen oder das Anlagen in einem genauer zu definierenden räumlichen Zusammenhang mit dem Ladepunkt stehen (siehe Abschnitt 7.2). Orientierung könnten hierbei die Kriterien der EU-Kommission für den Nachweis der Zusätzlichkeit und des räumlichen und zeitlichen Zusammenhangs von EE-Stromproduktion und -verbrauch bieten, die derzeit im Zusammenhang mit der Herstellung grünen Wasserstoffs und anderer strombasierter Kraftstoffe diskutiert werden (siehe Abschnitt 5.1).

Als zweiten Ansatz könnten Zertifizierungssysteme die direkte Versorgung von Ladepunkten durch Erneuerbare-Energien-Anlagen in unmittelbarer räumlicher Nähe (ohne Durchleitung des Stroms durch Netze der allgemeinen Versorgung) honorieren. Unterstellt man, dass der Ladepunkt über eine neu installierte Kleinanlage versorgt wird, ließe sich deren Errichtung fördern. Die Planungs- und Bauzeiten sind erheblich geringer als bei größeren Parks. Zudem entstehen mit einer bundesweit geplanten Solarpflicht auf Neubauten automatisch Anreize, dies mit einem Bau von Ladepunkten zu verbinden. Es wäre zu prüfen, wie Hürden für den Ausbau von Kleinanlagen gesenkt werden können. Ein Ansatzpunkt wäre zum Beispiel, im Rahmen der THG-Minderungsquote eine vollständige Anrechnung von Strom als erneuerbar zu erlauben, wenn der für die E-Mobilität bereitgestellte Strom aus einer direkten Verbindung mit einer EE-Stromerzeugungsanlage stammt (vgl. Kapitel 5).

Für den Nachweis der Zusätzlichkeit bietet die direkte Versorgung von Ladepunkten durch EE-Anlagen Vorteile: der zusätzliche Bedarf an Ökostrom würde unmittelbar durch verschärftes Nutzen lokaler EE-Potenziale gedeckt. Diese Möglichkeit bieten Kleinanlagen, häufig zusammen mit Off-Grid- bzw. Eigenverbrauchslösungen:

- Parkplätze, die überdacht und mit PV bestückt werden
- Kleinwindanlagen für Ladeplätze
- Quartierskonzepte, bei denen diverse private Anlagen Ladesäulen versorgen
- Ausweitung des Mieterstrommodells (inzwischen auf Quartiere anwendbar) auf E-Mobilität als eigenes Ladestrommodell

Zusätzlichkeitskriterien können dazu beitragen, dass der Ladestrom mit einer erhöhten Qualität versehen wird. Neben dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme, der Größe der Anlage, der Lokalität könnte dies auch ein sinnvolles Maß an Zeitgleichheit oder der netzdienliche Einsatz von Speichern sein.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass zertifizierter E-Mobilitätsstrom eine Mehrzahlungsbereitschaft bei Ladestrom-Kunden weckt und dadurch Neuanlagen angereizt werden. Denkbar wäre auch, dass durch zertifizierten Ökostrom an einer Ladesäule deren Wirtschaftlichkeit aufgrund höherer Ladevorgänge erhöht wird. Jedoch ist die Mehrzahlungsbereitschaft eine schwer zu prognostizierende Größe und wird im „klassischen“ Ökostrommarkt“ meistens deutlich überschätzt.

7.1.2 Herausforderungen am Ladepunkt

Die bisherige Gestaltung des E-Mobilitäts-Sektors bringt besondere Herausforderungen mit, die gegebenenfalls in der Kriterienentwicklung berücksichtigt werden müssen:

Freie Wählbarkeit des Stromtarifes an der Ladesäule: Derzeit ist keine freie Tarif- bzw. Produktwahl möglich. Das Prinzip der Beistellung soll jedoch zugunsten einer freien Anbieterwahl an der öffentlichen Ladesäule abgelöst werden. In einer Ladesäule mit der Wahlmöglichkeit verschiedener Tarife würden

zertifizierte und nicht-zertifizierte Produkte angeboten und geliefert werden. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass Verbraucherinnen und Verbraucher auch unterwegs über ihren persönlich gewählten E-Mobilitätstarif laden können.

Durch dieses Aufeinandertreffen von verschiedenen Ökostromqualitäten an einem öffentlichen Ladepunkt, wirken Themen wie Zeitgleichheit und Lastprofile an der Ladesäule noch abstrakter, obwohl sie eine energiesystemisch wichtige Rolle spielen können.

Zu klären wäre zudem, inwiefern Anpassungsbedarf bei der Stromkennzeichnung bestünde, um an öffentlichen Ladesäulen den Bezug persönlich gewählter E-Mobilitätstarife abbilden zu können. Nach dem EnWG wird der Strombezug der Ladepunkte dem Letztverbrauch gleichgestellt (im Sinne des EnWG und der auf Grund des EnWG erlassenen Verordnungen, siehe § 3 Nr. 25 EnWG). Eine Stromkennzeichnung würde in diesem Fall auf der Ebene von Ladesäulen erstellt, durch beliefernde Elektrizitätsversorgungsunternehmen. Bei der Ausgestaltung von persönlich gewählten E-Mobilitätstarifen wäre demnach die Frage zu klären, ob und in welcher Weise Erneuerbare-Energien-Eigenschaften des Strombezugs einzelnen Mobilitätskund:innen zugeordnet würden.

7.1.3 Herausforderungen beim Ladestrom

Eine Herausforderung für die Honorierung von Kleinanlagen in räumlicher Nähe zur Ladesäule ist, dass für die daraus resultierenden Produktionsmengen nach der HKRNDV oftmals keine Herkunftsnachweise ausgestellt werden können.

- Die Arbeit bleibt unter der Mindestmenge für einen Herkunftsnachweis (1000 kWh)
- Es gibt keine geteilten Herkunftsnachweise, weshalb bei z.B. 1.500 kWh/a 500 kWh bzgl. einer nachgewiesenen Ökostromeigenschaft verloren gehen könnten. Bei einem Aufrunden würde zu viel Ökostrom ausgewiesen.
- Aktuell können keine Herkunftsnachweise für eigenerzeugten Strom ausgestellt werden. Zwar könnte eine fernsteuerbare Messeinheit gutachterlich geprüft nachweisen, welche Menge Strom eine Anlage zu welcher Zeit produziert – jedoch fehlt die Wirkung der Herkunftsnachweise, die eine Doppelvermarktung ausschließen

7.2 Vorschläge für Zusätzlichkeitskriterien für Ladestrom

Unabhängig von den Plänen der Gesetzgebung werden im Folgenden Vorschläge für energiewendeförderliche Kriterien zur Diskussion gestellt.

Eine möglichst einfache und verbraucher:innenfreundliche Nutzung von Elektromobilitätsangeboten führt nur mittelbar zu einem Mehrwert für die Energiewende. Daher sollten Anwendungen, die sich auf Anreizsysteme für Endnutzer:innen fokussieren, von der Darstellung einer Zusätzlichkeit ausgenommen werden, aber eventuell in Pflichtkriterien zum Verbraucher:innenschutz aufgenommen werden. Dazu zählen beispielsweise:

- Einheitliches Zugangsdesign für Nutzer:innen
- Öffnung aller Ladesäulen für alle Stromversorger / Tarifdienstleister um Wettbewerb zu ermöglichen
- Investitionen in innovative Mobilitätsinfrastruktur, die das Laden von Elektroautos erleichtert.

Wichtig für glaubwürdigen Ökostrom am Ladepunkt ist die Schaffung wirksamer Anreize für systemdienliches Laden. Dies wird z.B. durch dynamische Ladepreismodelle, welche die aktuelle EE-Produktion als Referenz für den Strompreis nutzen (hohe EE-Produktion → niedriger Strompreis) ermöglicht. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls die Rolle von Speichern für systemdienliches Laden relevant.

In Tabelle 9 sind mögliche Kriterien für auf zusätzlichem Ökostrom basierende Ladestromprodukte aufgeführt.

Tabelle 9: Mögliche Kriterien für die Zusätzlichkeit von Öko-Ladestrom

Sektor	Wirkung der Zusätzlichkeit	Zusätzlichkeitskriterium	Konkrete Maßnahmen
Strom	quantitativ	Steigerung der Stromproduktion entsprechend der Höhe des zunehmenden Strombedarfs	Bau von Erzeugungsanlagen, die ins Netz einspeisen und ohne Förderung gebaut werden
			Bau von EE-Anlagen an Ladesäulen zur Eigenerzeugung
	quantitativ und qualitativ	Regionale Verortung der Stromproduktion	Priorisierung von Stromerzeugung in räumlicher Nähe (zu definieren), um zu vermeiden, dass der Ladestrom mit HKN aus dem Ausland vergrünt wird.
			Produktion des Ladestroms im Verteilnetzgebiet der Ladesäule
			Stromerzeugung und Stromverbrauch müssen in gewissem Maße zeitgleich erfolgen.
Weitere innovative Maßnahmen, die die Energieverwendung im Stromsektor voranbringen	Energieeffizienz, Smart Metering, Mieterstrommodelle, Vermarktungsplattformen, etc.		
Verkehr	quantitativ	Verringerung des Stromverbrauchs	Effizienzmaßnahmen in E-Mobilen
	qualitativ	Lastmanagementfähige Fahrzeuge	Weiterentwicklung der Batterien, so dass der gespeicherte Strom bei Bedarf auch ins Netz eingespeist werden kann.
		Kontrolle der Ladezyklen der Batterien	Eine Verringerung der Vollladezyklen erhöht die Lebensdauer der Batterien.
Sektorenkopplung	quantitativ	Systemdienliches Laden (Vehicle-to-Grid)	Verteilnetzorientiertes, verschiebbares Laden zu Hause oder am Arbeitsplatz (Bundesnetzagentur 2020)
			Preismodelle für Ladestrom, in welchen die tagesabhängige Produktion berücksichtigt wird.
Infrastruktur	qualitativ		Einheitliches Zugangsdesign für Nutzer:innen

		Erleichterung des Zugangs zur Ladeinfrastruktur	Öffnung aller Ladesäulen für alle Stromversorger / Tarifiedienstleister um Wettbewerb zu ermöglichen
		Verbesserung der Ladeinfrastruktur	Investitionen in innovative Mobilitätsinfrastruktur, die das Laden von Elektroautos erleichtert.

Eigene Darstellung

7.3 Chancen und Risiken für eine Zertifizierung von E-Mobilität neben konventionellen Ökostromprodukten:

Aus der Perspektive der Zertifizierungspraxis und sowie des Marketings (des Anbieters) sprechen einige Punkte für und gegen eine neue Zertifizierungskategorie „E-Mobilitätsprodukte“.

Es gibt vielfältige **Chancen**, die für eine separate Zertifizierung sprechen:

Zunächst kann sich die anstehende Regulierung so entwickeln, dass es für Ökostromprodukte des Verkehrssektors verordnete Qualitätskriterien geben wird, für konventionelle Ökostromprodukte des Stromsektors jedoch weiterhin nicht. Das schafft unter Umständen offensichtliche Unterschiede, mit denen Zertifizierer umgehen müssten. An sich ist jedoch allen Ökostromprodukten die Aufgabe eigen, die Energiewende zusätzlich zu fördern und zu beschleunigen. Dies wiederum spräche dafür, konventionelle, zertifizierte Ökostromprodukte auf E-Mobilitätsprodukte auszuweiten und deren Kriterien gleichermaßen auf E-Mobilität anzuwenden.

Für die Anbieter ist E-Mobilität ein Geschäftsfeld, das zunehmend an Bedeutung gewinnen wird. Sie sind deshalb motiviert, sich hier gut aufzustellen, weil sie ihr Image und ihre Position wahren möchten. Zudem müssen sie auf die Bedürfnisse ihrer Kundinnen und Kunden eingehen: Diese wollen sichergehen, dass sie sich für einen Tarif entscheiden, der die Mobilitätswende mit Ökostrom voranbringt. Das bietet Anbietern die Chance, neue Zielgruppen zu erreichen. Weitere Absatzchancen können sich daraus ergeben, dass Verbraucher:innen die Regionalität auch bei Ökostromprodukten wichtig ist (Wallbott 2021).

Hinzu kommt das Marketingpotenzial, positive Neuigkeiten zu verbreiten und das Stromprodukt mit einem Narrativ zu hinterlegen. Über Storytelling können Geschichten hinter der Stromproduktion erzählt werden, was es dem Anbieter ermöglicht, sichtbarer zu werden. Dies kann durch die Platzierung von Logos an den Ladesäulen selbst oder als Icon auf Karten mit einer Ladesäulen-Übersicht verstärkt werden.

Für Stromkund:innen ist auf der anderen Seite die Unterscheidung zwischen Kriterien im „normalen“ Tarif und einem speziellen „E-Mob-Tarif“ möglicherweise verwirrend und nicht nachvollziehbar. Für Stromanbieter und Zertifizierer bedeutet das eine umfangreiche Kommunikation, deren Erfolg nicht gewährleistet wäre.

Neben dem Kommunikationsaufwand steht auf der Seite der **Herausforderungen** der Zertifizierungsaufwand. Es wäre eine weitere komplette Zertifizierungslinie notwendig, inklusive aller dazugehörigen Abläufe, Verfahren und Gutachtenden. Hinzu kommt die Kostendeckung: Das Gebührenmodell des Zertifizierers wird komplizierter, da bei relativ gleichbleibendem Fixaufwand für die Zertifizierung nur



geringe Mengen gegenüberstehen. Je nach Ausgestaltung der Kriterien für E-Mobilität könnten möglicherweise die Gutachtenden mehr zu tun haben als bei bisherigen Ökostromprodukten.

Zudem bietet die Zertifizierung von Ladestromprodukten ok-power neue Möglichkeiten für eine bessere Marktpräsenz. So könnte die neu integrierte Zertifizierung sichtbar gemacht werden, indem zukünftig Ladepunkte auf einer Onlinekarte sichtbar oder hervorgehoben werden, an denen ok-power-zertifizierte Anbieter gewählt werden können.

7.4 Vorschlag für ein weiteres Vorgehen

Zunächst bedarf es einer Strategie, wie man sich als Zertifizierer generell mit möglichen Vorgaben zur Zusätzlichkeit von Strom im Verkehrssektor positionieren will. Die Diskussion um grünen Wasserstoff kann hierzu eine gute Übung darstellen.

Nach einer internen Diskussion über mögliche Kriterien für E-Mobilitätsstrom sowie die Vor- und Nachteile einer separaten Zertifizierung von E-Mobilitätsprodukten, könnte eine Pilotphase sinnvoll sein: ok-power könnte zwei oder drei Anbieter direkt ansprechen und gemeinsam einen Piloten für Qualitätskriterien und deren Umsetzung aufsetzen. Das bietet die Möglichkeit, sowohl Pilot-Kriterien als auch eine Pilot-Zertifizierung durchzuführen. Die Chancen und das Potenzial für eine Zertifizierung durch ok-power wären so schnell ersichtlich.

8 LITERATUR

- Agora Verkehrswende (2017): Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern. 12 Thesen zur Verkehrs-wende (Kurzfassung)
- Agora Verkehrswende, Agora Energiewende, Regulatory Assistance Project (RAP) (2019): Verteilnetzausbau für die Energiewende – Elektromobilität im Fokus.
https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Netzausbau_Elektromobilitaet/AgoraRAP2019_VerteilnetzausbauElektromobilitaet.pdf (06.04.2021)
- Bay, L., & Tyborski, R. (2021): Das Ende des Verbrennungsmotors ist nah – welche Hersteller wann aus der Technologie aussteigen. Handelsblatt.
<https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autobranche-das-ende-des-verbrennungsmotors-ist-nah-welche-hersteller-wann-aus-der-technologie-aussteigen/26938578.html?ticket=ST-672789-ndwchrRJfxsG9N4p7aIA-ap4> (12.04.2021)
- BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2021): Energiewirtschaftliche Entwicklungen – Quartalsbericht, Berlin
- BMVI (2020): Verkehr in Zahlen 2020/2021 49. Jahrgang.
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-2020-pdf.pdf?__blob=publicationFile (06.04.2021)
- Bundesnetzagentur (2021a): Ladesäulenkarte.
https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/HandelundVertrieb/Ladesaeulenkarte/Ladesaeulenkarte_node.html (20.02.2021)
- Bundesnetzagentur (2020): Genehmigung des Szenariorahmens 2021-2035. Bonn. https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/2035/SR/Szenariorahmen_2035_Genehmigung.pdf?__blob=publicationFile (30.05.2021)
- Bundesnetzagentur (2021b): Häufig gestellte Fragen zum MsbG und Rollout. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Netzzugang_Messwesen/Mess-undZaehlwesen/FAQ_MsbG/FAQ_MsbG_node.html (18.01.2021)
- Bundesregierung (2021): Klimaschutz im Verkehr: CO₂-Ausstoß von Kraftstoffen senken.
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/weniger-co2-in-kraftstoffen-1850472> (29.07.21)
- BT-Drucksache 19/27435 vom 09.03.2021. Gesetzentwurf der Bundesregierung. Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgas-minderungs-Quote. <https://dserver.bundestag.de/btd/19/274/1927435.pdf> (29.07.21)
- BT-Drucksache 19/29850 vom 19.05.2021. Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. <https://dserver.bundestag.de/btd/19/298/1929850.pdf> (29.07.21)
- Chargemap (2021): Statistiken. <https://de.chargemap.com/about/stats> (18.03.2021)
- Deloitte (2020): Elektromobilität in Deutschland Marktentwicklung bis 2030 und Handlungsempfehlungen.
<https://www2.deloitte.com/de/de/pages/consumer-industrial-products/articles/elektromobilitaet-in-deutschland.html> (06.04.2021)
- dena (2020): Mobilitätsverhalten seit Covid-19: Individualverkehr nimmt in Corona-Zeiten deutlich zu.
<https://www.dena.de/newsroom/meldungen/mobilitaetsverhalten-seit-covid-19-individualverkehr-nimmt-in-corona-zeiten-deutlich-zu/> (30.03.2021)
- dena (2018): dena-Leitstudie - Integrierte Energiewende: Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050.
https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf (06.04.2021)



- ECOHZ (2020): How transportation can run on renewable electricity <https://www.ecohz.com/how-we-work/how-transportation-can-run-renewable-electricity/> (02.12.2020)
- Emobilitaet.business (2021): Verbrenner-Ausstieg: Diese Automobilhersteller haben bereits das Ende des Verbrennermotors beschlossen. <https://emobilitaet.business/wissensdatenbank/automobilhersteller/7205-ende-des-verbrennungsmotors-beschlossen> (08.04.2021)
- EnergyTag (2021): EnergyTag and granular energy certificates: Accelerating the transition to 24/7 clean power. The EnergyTag Initiative, London. <https://www.energytag.org/wp-content/uploads/2021/05/EnergyTag-and-granular-energy-certificates.pdf> (29.07.21)
- European Commission (2021): Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652. COM(2021) 557 final, Brussels. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/amendment-renewable-energy-directive-2030-climate-target-with-annexes_en.pdf (29.07.21)
- Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE) (2019): Kurzstudie Elektromobilität: Modellierung für die Szenarienentwicklung des Netzentwicklungsplans. https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/20202027_NEP_Kurzstudie_Emob_Abschlussbericht_0.pdf (06.04.2021)
- Generalzolldirektion (2021): *Anrechnung von Elektromobilität und strombasierten Kraftstoffen* <https://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verbrauchssteuern/Treibhausgasquote-THG-Quote/Quotenverpflichtung/Erfuellung-Quotenverpflichtung/Anrechnung-Elektromobilitaet-strombasierte-Kraftstoffe/anrechnung-elektromobilitaet-strombasierte-kraftstoffe.html?nn=294356> (07.01.2021)
- Gerbert, P., Herhold, P., Burchardt, J., et al. (2018): Klimapfade für Deutschland. The Boston Consulting Group, Prognos. <https://bdi.eu/artikel/news/studie-zum-klimaschutz-kernergebnisse-der-klimapfade-fuer-deutschland/> (12.04.2021)
- Gerhardt et al. (2015): Analyse und Darstellung der Klimawirksamkeit der Elektromobilität in zukünftigen Stromversorgungsszenarien. Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik http://www.energieversorgung-elektromobilitaet.de/includes/reports/Endbericht_Stromversorgungsszenarien_EMobilitaet_IWES.pdf (06.04.2021)
- Güldenbergh, J., Maaß, C., Mundt, J., Werner, R., 2019. AP 2: Analyse des HKN-Handels und der Preise, in: Hauser, E., Heib, S., Hildebrand, J., Rau, I., Weber, A., Welling, J., Güldenbergh, J., Maaß, C., Mundt, J., Werner, R., Schudak, A., Wallbott, T. (Hrsg.), Marktanalyse Ökostrom II – Marktanalyse Ökostrom und HKN, Weiterentwicklung des Herkunftsnachweissystems und der Stromkennzeichnung. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, S. 181–228. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-08-15_cc_30-2019 marktanalyse_oekostrom_ii.pdf (29.07.21)
- Hacker, F., Blanck, R., Hülsmann, F., Kasten, P., Loreck, C., Ludig, S., Mottschall, M., Zimmer, W. (2014): eMobil 2050: Szenarien zum möglichen Beitrag des elektrischen Verkehrs zum langfristigen Klimaschutz. Öko-Institut e.V. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_um_11_96_106_elektromobilitaet_bf.pdf (12.04.2021)
- Harthan, R. O., Repenning, J., Blanck, R., et al (2020): Abschätzung der Treibhausgasminde rungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung. Im Auftrag des BMU und UBA, Berlin

- <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/abschaetzung-der-treibhausgasminderungswirkung-des> (12.04.2021)
- Hammerstein C., Roegele P. (2019): Kartellrechtlicher Zugangsanspruch zu Ladesäulen: Zur Liberalisierung des Ladestrommarktes. EWerk 06/2019, 221-228.
https://www.ewerk.nomos.de/fileadmin/ewerk/doc/2019/Ewerk_2019_06_01.pdf (06.04.2021)
- Hoffmann, B., 2020. Grüner Strom im Kraftstoffmarkt – Was bringt die RED II?, Zeitschrift für Neues Energierecht (ZNER), 24(4), 300–306.
- Hoffmann, B. und von Bredow, H., 2018. Neue Impulse für die Treibhausgasminderung im Verkehrsreich, Zeitschrift für Neues Energierecht (ZNER), 22(6), 511–518.
- Hommen, M. und Kirchbeck, B. (2020): Verbote für Verbrenner: Wann sie wo kommen und welche Länder zögern.
<https://www.next-mobility.de/verbote-fuer-verbrenner-wann-sie-wo-kommen-und-welche-laender-zoegern-a-977253/> (30.03.2021)
- IRENA (2020): Green Hydrogen: A guide to policy making. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/publications/2020/Nov/Green-hydrogen> (29.07.21)
- Jakobi, F. (2019): Leitfaden für die Errichtung von öffentlichen Ladepunkten der Elektromobilität im Land Mecklenburg-Vorpommern: Informationen für Errichter und Betreiber. Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH.
<https://www.leka-mv.de/wp-content/uploads/2019/10/LEKA-Leitfaden-LANG-web.pdf> (14.04.2021)
- Kasten P., Bracker J., Haller M., Purwanto J. (2016): Electric mobility in Europe – Future impact on the emissions and the energy systems. Freiburg: Öko-Institut e.V. <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Assessing-the-status-of-electrification-of-the-road-transport-passenger-vehicles.pdf> (06.04.2021)
- KBA (2021a): Bestand an Pkw in den Jahren 2011 bis 2020 nach ausgewählten Kraftstoffarten.
https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/fz_b_umwelt_archiv/2020/2020_b_umwelt_z.html?nn=2595996 (23.02.2021)
- KBA (2021b): Fahrzeugzulassungen (FZ) Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern - Monatsergebnisse Dezember 2020, Berlin. https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2020_monatlich/FZ8/fz8_202012_pdf.pdf;jsessionid=7DAB710CB714390DBF7F40499C465700.live11313?__blob=publicationFile&v=10 (06.04.2021)
- Kirchner, A., Auf der Maur, A., Straßburg, S., Gebert, P., Jentzsch, A., Burchardt, J., Meiler, M. (2019): Klimapfade Verkehr 2030. Boston Consulting Group.
https://www.prognos.com/sites/default/files/2021-01/20190219_analyse_bcg_prognos_klimapfade_verkehr_2030.pdf (08.04.2021)
- Netzentwicklungsplan Strom 2035 (2021): erster Entwurf | Übertragungsnetzbetreiber CC-BY-4.0
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität.
<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland> (12.04.2021)
- Puls, T., Schaefer, T. (2019): CO₂-Reduktion im Verkehr: Was kann Deutschland von Schweden lernen? IW-Policy Paper, No. 8/2019, Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln.
https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/policy_papers/PDF/2019/IW-Policy-Paper_2019_Verkehr_Schweden.pdf (06.04.2021)
- Purkus, A., Sakhel, A., Werner, R., und Maaß, C. (2020): Herkunftsnachweise für Erneuerbare Energien jenseits des Stromsektors – Chancen und Herausforderungen. Hamburg Institut Discussion Papers 1/2020. Hamburg: HIR Hamburg Institut Research. <https://www.hamburg->



[institut.com/images/pdf/fachbeitraege/Hamburg_Institut_Discussion_Paper_HKN_Chancen_Herausforderungen_Dez_2020.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Hamburg_Institut_Discussion_Paper_HKN_Chancen_Herausforderungen_Dez_2020.pdf) (06.04.2021)

Purr, K., Lehmann, H., Nuss, P. et al. (2019): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität: RESCUE-Studie. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet.pdf (12.04.2021)

Raiber, S., Spindler, H., und Feldwieser, M. (2014): Elektrischer Schwerlastverkehr im Urbanen Raum: Potenzialanalyse am Fallbeispiel des Wirtschaftsraums Mannheim. Fraunhofer IAO.

http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-4421056.pdf (12.04.2021)

Roegele, P. (2019): BNetzA beschließt NZR-EMOB. Raue.

<https://raue.com/aktuell/branchen/energie-rohstoffe-und-klimaschutz/energie/bnetza-beschliesst-nzr-emob/> (18.01.2020)

Samet, M. J., Liimatainen, H., van Vliet, O. P. R., and Pöllänen, M. (2021): Road Freight Transport Electrification Potential by Using Battery Electric Trucks in Finland and Switzerland. *Energies*. 14(4), 823

<https://doi.org/10.3390/en14040823> (12.04.2021)

Schaudwet, C. (2021): Smart-Meter-Urteil schafft Klärungsbedarf. Tagesspiegel Background

<https://background.tagesspiegel.de/energie-klima/smart-meter-urteil-schafft-klarungsbedarf> (15.03.2021)

Schlesinger, M., Hofe, P., Kemmler, A., Kirchner, A., Strassburg, S. (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung.

https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2015/12/EWI_2010-08-30_Energieszenarien-Studie.pdf (08.04.2021)

Sachverständigenrat für Umweltfragen (2017): Umsteuern erforderlich: Klimaschutz im Verkehrssektor. Sondergutachten.

https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2016_2020/2017_11_SG_Klimaschutz_im_Verkehrssektor.pdf?__blob=publicationFile&v=13 (12.04.2021)

Statista (2020): Market share of electric cars in Norway.

<https://www.statista.com/statistics/1029909/market-share-of-electric-cars-in-norway/> (02.12.2020)

Statistisches Bundesamt (2020): Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Private Haushalte und Umwelt. Wiesbaden: DeStatis

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/private-haushalte/Publikationen/Downloads/haushalte-umwelt-pdf-5851319.html> (06.04.2021).

Stiftung Umweltenergierecht (2021): Anforderung an die Produktion von grünem Wasserstoff. Ein Vergleich des Delegierten Rechtsakts und der Erneuerbare-Energien-Verordnung (EEV). Stand: 9. Juli 2021. Würzburg.

https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2021/07/Stiftung_Umweltenergierecht_Vergleich-del.-RA-und-EEV_Stand_2021-07-09.pdf (29.07.21)

Timpe, C., Bracker, J., Hacker, F., Haller, M., Kasten, P., Schierhorn, P., Martensen, N., (2017a) Handlungsbedarf und -optionen zur Sicherstellung des Klimavorteils der Elektromobilität Freiburg, Berlin: Öko-Institut e.V., Energynautics GmbH.

Timpe, C., Seebach, D., Bracker, J., Kasten, P. (2017b): Improving the accounting of renewable electricity in transport within the new EU Renewable Energy Directive. Policy paper for Transport & Environment. Freiburg, Berlin: Öko-Institut.

<https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Improving-accounting-of-renewable-electricity-in-transport.pdf> (08.04.2021)



- The Mobility House (2021): Elektroauto öffentlich Laden: Welcher Ladetarif ist der Richtige für mich?
https://www.mobilityhouse.com/de_de/ratgeber/elektroauto-oeffentlich-laden-welcher-ladetarif-ist-der-richtige-fuer-mich (14.04.2021)
- Toggweiler, P. (2021): Verbot von Benzin- und Dieselfahrzeugen: Diese Länder machen Ernst.
<https://www.watson.ch/wissen/international/359803184-verbot-von-benzin-und-dieselfahrzeugen-diese-laender-machen-ernst> (23.02.2021)
- UBA (2019): Kein Grund zur Lücke: So erreicht Deutschland seine Klimaziele im Verkehrssektor für das Jahr 2030.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/19-12-03_uba_pos_kein_grund_zur_lucke_bf_0.pdf (12.04.2021)
- UBA (2020a): Kohlendioxid-Emissionen.
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/kohlendioxid-emissionen#kohlendioxid-emissionen-im-vergleich-zu-anderen-treibhausgasen> (12.01.2021)
- UBA (2020b): Stromverbrauch.
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/stromverbrauch> (12.01.2021)
- Von Wirth, S. (2021): Was die neue CO₂-Steuer für Verbraucher bedeutet.
<https://www.handelsblatt.com/finanzen/steuern-recht/steuern/co2-preis-was-die-neue-co2-steuer-fuer-verbraucher-bedeutet/26228322.html?ticket=ST-2533579-eLZ1O59rbJbRlrfKBIQd-ap4>
(06.04.2021)



KONTAKT

Robert Werner

HIC Hamburg Institut Consulting GmbH
Paul-Neumann-Platz 5
22765 Hamburg

Tel.: +49 (0)40-39106989-24
werner@hamburg-institut.com
www.hamburg-institut.com