

91. Jahrgang – Heft 3 – 2021

ZEITSCHRIFT FÜR VERKEHRSWISSENSCHAFT

INHALTSVERZEICHNIS

Zur Novelle des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) 2021 – Analyse und Bewertung des Gesetzes für die Entwicklung neuer Mobilitätsdienstleistungen Von Jakob Hebart	Seite 116
Kommentar zu dem Beitrag: Zur Novelle des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) 2021 – Analyse und Bewertung des Gesetzes für die Entwicklung neuer Mobilitätsdienstleistungen Von Karl-Hans Hartwig	Seite 138
Bereitstellung und Finanzierung von Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Lkw – Identifikation und Einordnung wesentlicher Ausgestaltungsfragen auf Basis (institutionen-)ökonomischer Erkenntnisse Von Thorsten Beckers und Nils Bieschke	Seite 140
Kommentar zu dem Beitrag: Bereitstellung und Finanzierung von Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Lkw – Identifikation und Einordnung wesentlicher Ausgestaltungsfragen auf Basis (institutionen-)ökonomischer Erkenntnisse Von Michael Lehmann	Seite 183

Herausgeber

Prof. Dr. Thorsten Beckers (Bauhaus-Universität Weimar)
Prof. Dr. Alexander Eisenkopf (Zeppelin Universität)
Prof. Dr. Christos Evangelinos (Internationale Hochschule Bad Honnef · Bonn (IUBH))
Prof. Dr. Frank Fichert (Hochschule Worms)
Prof. Dr. Astrid Gühnemann (Universität für Bodenkultur Wien)
Prof. Dr. Georg Hirte (Technische Universität Dresden)
Prof. Dr. Kai Nagel (Technische Universität Berlin)
Prof. Dr. Christoph Walther (Bauhaus-Universität Weimar/ PTV AG)
Dr. Martin Winter (DLR Berlin)

Herausgeberbeirat

Prof. Dr. Gerd Aberle (Universität Gießen)
Prof. Dr. Kay W. Axhausen (Eidgenössische Technische Hochschule - ETH, Zürich)
Prof. Dr. Herbert Baum (Universität zu Köln)
Prof. Dr. Matthias Finger (École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL))
Prof. Dr. Karl-Hans Hartwig (Universität Münster)
Dr. Hendrik Haßheider (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI))
Prof. Dr. Georg Hauger (Technische Universität Wien)
Prof. Dr. Christian von Hirschhausen (Technische Universität Berlin)
Prof. Dr. Günter Knieps (Universität Freiburg)
Prof. Dr. Jürgen Kühling (Universität Regensburg)
Prof. Dr. Gernot Liedtke (Technische Universität Berlin/ DLR Berlin)
Dr. Heike Link (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung - DIW, Berlin)
Prof. Dr. Robert Malina (Hasselt University)
Prof. Dr. Kay Mitusch (Karlsruher Institut für Technologie (KIT))
Prof. Dr. Hans-Martin Niemeier (Hochschule Bremen)
Prof. Dr. Werner Rothengatter (Karlsruher Institut für Technologie (KIT))
Prof. Dr. Bernhard Schlag (Technische Universität Dresden)
Prof. Dr. Bernhard Wieland (Technische Universität Dresden)

Redaktion

Prof. Dr. Thorsten Beckers (Bauhaus-Universität Weimar)
Dr. Martin Winter (DLR Berlin)

Einreichung von Beiträgen

Manuskripte sind an die folgenden Herausgeber zu senden:

Prof. Dr. Thorsten Beckers
thorsten.beckers@uni-weimar.de
Bauhaus-Universität Weimar
Professur Infrastrukturwirtschaft und -management (IWM)
Marienstr. 7A
99423 Weimar

Prof. Dr. Kai Nagel
nagel@vsp.tu-berlin.de
Technische Universität Berlin
Fachgebiet Verkehrssystemplanung und Verkehrstelematik (VSP)
Skr. SG 12
Salzufer 17-19
10587 Berlin

Informationen zur Einreichung von Beiträgen und zur Qualitätsprüfung und Begutachtung eingereichter Beiträge finden Sie auf der Homepage der ZfV (www.z-f-v.de → „Einreichung von Beiträgen und Begutachtung / Qualitätsprüfung“).

Verlag – Herstellung – Vertrieb – Anzeigen

Verkehrs-Verlag J. Fischer,
Corneliusstraße 49, 40215 Düsseldorf
Telefon: (0211) 9 91 93-0, Telefax (0211) 6 80 15 44
www.verkehrsverlag-fischer.de

Einzelheft EUR 25,50 – Jahresabonnement EUR 76,50 zuzüglich MwSt und Versandkosten
Für Anzeigen gilt Preisliste Nr. 25 vom 1.1.2009
Erscheinungsweise: drei Hefte pro Jahr

© Verkehrs-Verlag J. Fischer, Corneliusstraße 49, 40215 Düsseldorf
ISSN: 0044-3670

Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Zur Novelle des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) 2021 – Analyse und Bewertung des Gesetzes für die Entwicklung neuer Mobilitätsdienstleistungen in Deutschland

VON JAKOB HEBART

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	117
2	Einordnung in die Literatur	118
2.1	ÖPNV und PBefG	118
2.2	Historie & Novellierung des PBefG	119
2.3	Neue Mobilitätsdienstleistungen	121
2.4	Chancen neuer Mobilitätsdienstleistungen	123
3	Analyse der Novelle des PBefG 2021	125
3.1	Pflicht zur Bereitstellung von Mobilitätsdaten	125
3.2	Einführung der Verkehrsart Linienbedarfsverkehr	126
3.3	Einführung der Verkehrsart gebündelter Bedarfsverkehr	127
3.4	Conclusio der Analyse	128
4	Entwicklung eines alternativen Ordnungsrahmens	129
4.1	Mehr Wettbewerb im Gelegenheitsverkehr	129
4.2	Abbau asymmetrischer Informationen	131
4.3	Vereinfachung der Strukturen	132
5	Fazit	133
	Literaturverzeichnis	134

Hinweis: In diesem Aufsatz wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

Anschrift des Verfassers:

Jakob Hebart
Zeppelin Universität
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Verkehrspolitik
Am Seemooser Horn 20
88045 Friedrichshafen
E-mail: jakob.hebart@zu.de

1 Einleitung¹

Der Wettbewerb im Verkehrsmarkt in Deutschland befindet sich durch neue Marktteilnehmer, neue Verkehrsmittel, ein neues Nachfrage- und Mobilitätsverhalten der Konsumenten und neue Geschäftsmodelle in einem rapiden Wandel. Maßgeblich wurden die Entwicklungen in den vergangenen Jahren von Innovationen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) geprägt. Beschleunigend wirken die makroökonomischen Entwicklungen in Form eines anhaltenden Zuzugs in Großstädte und Metropolregionen sowie einer zunehmenden Sensibilisierung der Gesellschaft für den anthropogenen Klimawandel. Insbesondere im urbanen Raum wächst das Spannungsfeld zwischen dem öffentlichen Verkehr, dem privatwirtschaftlichen Verkehr und dem Individualverkehr. Während der Individualverkehr primär von Produktinnovationen bei der Antriebstechnik und der Automatisierung des Fahrens geprägt ist (McKinsey, 2019), konzentriert sich der öffentliche Verkehr auf inkrementelle Prozessinnovationen im Bereich des Ticketings und der Buchungsplattformen (VDV, 2020). Der privatwirtschaftliche Verkehr hingegen wurde durch den Markteintritt neuer Unternehmen, die Dienstleistungen zur geteilten Nutzung eines Fahrzeugs oder einer Fahrt anbieten, vollkommen neu sortiert. Neue Mobilitätsangebote nutzen digitale Technologien für eine effiziente Vermittlung über mehrseitige Plattformen, eine Senkung der Transaktionskosten und den Abbau von Informationsasymmetrien zwischen Fahrern und Fahrgästen (Brühn und Götz, 2014).

Den Ordnungsrahmen für die Beförderung von Personen im Nahverkehr in Deutschland liefert das Personenbeförderungsgesetz (PBefG), das „Grundgesetz der Verkehrspolitik“ (Kugoth und Schwietering, 2021). Es regelt die geschäftsmäßige Beförderung von Personen mit bestimmten Verkehrsmitteln und findet seinen Ursprung im Jahr 1935 (§1 PBefG). Trotz einiger Novellen wurde eine zeitgemäße Anpassung des PBefG in den letzten Jahren vernachlässigt. So profitiert der Taximarkt durch veraltete Regulierungen von hohen

¹ Abstract: Der Markt für Mobilitätsangebote in Deutschland befindet sich in einem strukturellen Wandel. Aufgabe der politischen Entscheidungsträger ist es, einen angemessenen Ordnungsrahmen für den urbanen Verkehr zu schaffen, der die wettbewerbsrechtlichen, wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Ansprüche erfüllt. Die geschäftsmäßige Beförderung von Personen im Straßen- und Schienenverkehr ist in Deutschland genehmigungspflichtig. Maßgeblich sind die Vorschriften des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG), das zuletzt 2013 modernisiert wurde. Durch den Markteintritt neuer Mobilitätsarten und der steigenden Relevanz offener Mobilitätsdaten entstand im PBefG ein akuter Reformbedarf, der in den letzten Jahren von Interessensvertretern und der Wissenschaft kritisch begleitet und mit der Verabschiedung der Novelle Anfang 2021 geschlossen wurde. Im Zentrum des vorliegenden Aufsatzes steht die Analyse dieser Novelle des Personenbeförderungsgesetzes hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Entwicklung neuer Mobilitätsdienstleistungen in Deutschland. Die Untersuchung zeigt, dass die Novelle den Wettbewerb in der gewerblichen Personenbeförderung durch dysfunktionale Anreize verzerrt, um etablierte Anbieter insbesondere im Gelegenheitsverkehr vor neuen Wettbewerbern zu schützen. Die Ergebnisse dienen als Basis für die Erarbeitung eines alternativen wettbewerbsökonomisch effizienten Ordnungsrahmens sowie geeigneter Rahmenbedingungen und Maßnahmen.

Markteintrittsbarrieren und konnte regionale Vermittlungsmonopole mit marktbeherrschender Stellung herausbilden (Wissenschaftlicher Beirat des BMVI, 2017). Die Monopolkommission stellte 2014 fest, dass ordnungsrechtliche und preispolitische Beschränkungen des Marktumfeldes die Ursache für Wettbewerbsdefizite im Taximarkt darstellen (Monopolkommission, 2014). Die wettbewerbsbeschränkenden Maßnahmen gelten als Ursache für überhöhte Konsumentenpreise, prekäre Beschäftigungsverhältnisse, strukturelle Steuerhinterziehung und eine Verlagerung in die Schattenwirtschaft (Schlesiger und Kroker, 2014). Um die Rahmenbedingungen anzupassen, verständigte sich die Bundesregierung im Rahmen des Koalitionsvertrags 2018 auf eine Novelle des PBefG, die Anfang 2021 verabschiedet und umgesetzt wurde.

Fraglich ist, welche Veränderungen sich dadurch für den Verkehrsmarkt in Deutschland ergeben und wie eine alternative wohlfahrtsökonomisch effiziente Verkehrsmarkordnung gestaltet sein müsste. Diese Frage diskutiert der vorliegende Beitrag, der wie folgt aufgebaut ist. In Kapitel 2 werden die verkehrsökonomischen Grundlagen zu neuen Mobilitätsdienstleistungen dargelegt. Anschließend folgt in Kapitel 3 die wettbewerbsökonomische Analyse der Novelle des PBefG. Darauf aufbauend wird in Kapitel 4 ein neuer Ordnungsrahmen für das PBefG vorgestellt, der die Chancen neuer Mobilitätsdienstleistungen ins Zentrum stellt. Kapitel 5 beschließt den Aufsatz.

2 Einordnung in die Literatur

2.1 ÖPNV UND PBefG

Der öffentliche Personennahverkehr, im allgemeinen Sprachgebrauch zumeist mit dem Akronym ÖPNV abgekürzt, bildet neben dem Individualverkehr und dem Fernverkehr eine Säule des Personenverkehrs (Knieps, 2004). Im weiteren Sinne wird er in den öffentlichen Personennahverkehr, auf Basis des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG), sowie den Schienenpersonennahverkehr (SPNV), der auf dem Allgemeinen Eisenbahngesetz (AEG) basiert, untergliedert. Letzterer umfasst kurze Verkehre mit Schienenfahrzeugen auf einer Strecke von unter 50 km oder einer Fahrtzeit von weniger als einer Stunde (§42a PBefG) und ist ebenso wie der Schienenpersonenfernverkehr nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit. Unter dem ÖPNV im engeren Sinn ist die geschäftsmäßige Personenbeförderung mit spezifischen, genehmigungspflichtigen Verkehrsmitteln zu verstehen. Dazu zählen neben Straßenbahnen und Obussen auch Verkehre mit Kraftfahrzeugen (§1 PBefG), die in Deutschland aus Gründen der Verkehrssicherheit genehmigungspflichtig sind und nur befristet zugelassen werden. Die Genehmigungsverfahren dieser Gewerbeaufsichtsfunktion sind im PBefG beschrieben und sollen die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit der Verkehrsunternehmen sicherstellen. Daneben greift das PBefG regulierend in den Verkehrsmarkt ein, um seine Funktionalität zu gewährleisten und Verkehrsangebote, insbesondere solche, die im allgemeinen Interesse liegen, zu schützen (Regling u. a., 2019).

Die in §1 PBefG erwähnten Oberleitungsbusse stellen ein Relikt der Verkehrsmarkordnung der 1960er-Jahre dar, denen im heutigen Verkehrssystem nahezu

keine Bedeutung mehr zukommt (DLR, 2015). Bei Straßenbahnen beschränkten sich Innovationen zuletzt auf prozessuale Entwicklungen im Bereich des Ticketing (VDV, 2020). Maßgebliche Entwicklungen fanden insbesondere bei geschäftsmäßigen Mobilitätsdiensten der Personenbeförderung mit Kraftfahrzeugen (Kfz) statt, auf denen der Schwerpunkt im Folgenden liegt. Kraftfahrzeuge im Sinne des Straßenverkehrsgesetzes (StVG) sind „Landfahrzeuge, die durch Maschinenkraft bewegt werden, ohne an Bahngleise gebunden zu sein“ (§1 StVG). Kfz der EG-Fahrzeugklasse M umfassen Personenkraftwagen und Kraftomnibusse und dienen der Personenbeförderung (§4 Abs. 4 PBefG). Verkehre mit diesen Kfz werden in den Linienverkehr und den Gelegenheitsverkehr untergliedert. Als Linienverkehre bezeichnet man regelmäßige Verkehrsverbindungen zwischen bestimmten Ausgangs- und Endpunkten, auf denen Fahrgäste an bestimmten Haltestellen ein- und aussteigen können (§42 f. PBefG). Aus Gründen des Gemeinwohls sind Linienverkehrsunternehmen an Pflichten, unter anderem zum Betrieb (§21 PBefG) und zur Beförderung (§22 PBefG), gebunden. Diesem Pflichtenbündel steht das Recht entgegen, als einzige Verkehrsart Personen sammeln zu dürfen. Gelegenheitsverkehre sind Personenverkehr mit Kraftfahrzeugen, die keine Linienverkehre sind (§46 PBefG). Im Nahverkehr umfassen diese den Verkehr mit Taxen (§47 PBefG) sowie mit Mietomnibussen und Mietwagen (§49 PBefG). Die in §48 PBefG beschriebenen Ausflugsfahrten und Ferienziel-Reisen werden in der vorliegenden Arbeit nicht weiter beleuchtet. Sonderformen sind unter anderem Rufbussysteme oder Taxibusse, welche die Merkmale dieser drei Verkehrsarten nicht erfüllen. Eine Genehmigung kann in diesen Fällen nach den Vorschriften erteilt werden, denen das Angebot am meisten entspricht, solange sie öffentlichen Verkehrsinteressen nicht entgegenstehen (§2 Abs. 6 PBefG).

2.2 HISTORIE & NOVELLIERUNG DES PBEFG

Das Personenbeförderungsgesetz trat zum 1. Januar 1964 erstmals in Kraft, es findet seinen Ursprung jedoch bereits im „Gesetz über die Beförderung von Personen zu Lande“ aus dem Jahr 1935. 1952 wurde es in das Recht der Bundesrepublik Deutschland übernommen und ersetzte ab 1990 auch die in der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) gültige „Anordnung über die Personenbeförderung durch den Kraftverkehr, Nahverkehr und die Fahrgastschiffahrt“. Seitdem wurde das PBefG im Rahmen regelmäßiger Novellen granular weiterentwickelt. 1990 wurde die so genannte Experimentierklausel eingeführt, welche die Erprobung neuer Verkehrsmittel und Verkehrsarten für einen Zeitraum von bis zu vier Jahren ermöglicht, solange diese keine öffentlichen Verkehrsinteressen behindern (§2 Abs. 7 PBefG). Seit 1996 ermöglicht das PBefG den Einsatz von Taxen und Mietwagen, um den ÖPNV zu „ersetzen, ergänzen oder verdichten“ (§8 PBefG). Zudem wurden neben einer normierten Definition des ÖPNV die kommunalen Auftraggeber eingeführt und mit Befugnissen ausgestattet, die in späteren Novellen weiter gestärkt wurden (Karl, Mehlert und Werner, 2017; Regling u. a., 2019). Die Verordnung EC 1370/2007 des Europäischen Parlaments machte 2012 eine weitere Novelle des PBefG erforderlich, die wettbewerbliche Änderungen zur Finanzierung von Verkehrsleistungen

enthielt und in nationales Recht überführt werden mussten. Zudem verpflichtete ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichts (BVerwG) die Bundesregierung zur Liberalisierung des inländischen Fernbuslinienverkehrs (BVerwG 3 C 14.09). Die Änderungen traten zum 01. Januar 2013 im Rahmen der letzten großen Novelle des Personenbeförderungsgesetzes in Kraft und ermöglichen seitdem den Wettbewerb zwischen Omnibussen und Eisenbahnen im Fernverkehr (BT-Drucksache 17/8233).

Mit dem Aufkommen innovativer Mobilitätsangebote im letzten Jahrzehnt stellt sich für den deutschen Gesetzgeber die Frage, ob und in welchem Umfang das Personenbeförderungsgesetz auf diese neuen Angebote reagieren muss. Diese neuen Mobilitätsdienstleistungen nutzen digitale Plattformen zur Koordination von Angebot und Nachfrage nach Verkehrsleistungen in Echtzeit (Kapitel 2.3). Insbesondere im Bereich der App-basierten Fahrdienste verstärkte sich zuletzt der Regelungsbedarf, da diese nur im Rahmen der Experimentierklausel eine temporäre Ausnahmegenehmigung erhalten konnten. Im Koalitionsvertrag der 19. Legislaturperiode einigten sich die regierenden Parteien darauf, „das Personenbeförderungsgesetz mit Blick auf neue digitale Mobilitätsangebote [zu] modernisieren“ (Die Bundesregierung, 2018, S.48), um eine rechtssichere Grundlage für neue plattformbasierte digitale Mobilitätsangebote zu schaffen. Dabei sollten sowohl der Taxi- als auch der Mietwagenverkehr regulatorisch entlastet werden.

Im Februar 2019 legte das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) ein Eckpunktepapier zur Novellierung des PBefG vor, in dem ein Regulierungsrahmen für App-basierte Fahrdienste benannt wurde. Neben der Einführung einer Genehmigungspflicht für die digitale Vermittlung umfasste der Vorschlag die Einordnung von Ride-Pooling Diensten als Sonderform des Linienverkehrs sowie regulatorische Entlastungen des Mietwagenverkehrs durch die Aufhebung des Pooling-Verbots und der Rückkehrpflicht für Mietwagen (BMVI, 2019). Als Reaktion auf das größtenteils negative Stimmungsbild setzte das BMVI im Frühjahr 2019 eine Findungskommission ein, mit dem Ziel, einen mehrheitsfähigen Entwurf zu erarbeiten. Neben dem Beibehalten der Rückkehrpflicht für Mietwagenverkehre und regulatorischen Entlastungen für das Taxigewerbe wurden darin verschiedene marktregulierende Steuerungsmöglichkeiten an die kommunalen Genehmigungsbehörden delegiert, unter anderem die Möglichkeit, Tarifkorridore mit Höchst- und Tiefpreisen für Taxi- und Mietwagenverkehre festzulegen (PBefG-Findungskommission, 2020). Die Änderungen wurden in einen Gesetzentwurf der Bundesregierung überführt, durch das Bundeskabinett beschlossen und im März 2021 parallel zur öffentlichen Anhörung des Verkehrsausschuss in den Deutschen Bundestag eingebracht. Am 05.03.2021 beschloss der Bundestag den Gesetzentwurf der Bundesregierung, einen Tag darauf stimmte auch der Bundesrat dem Gesetz zu (BMVI, 2021).

2.3 NEUE MOBILITÄTSDIENSTLEISTUNGEN

Als neue Mobilitätsdienstleistungen oder new mobility services (NMS) werden in der wissenschaftlichen Literatur moderne Formen der Mobilität bezeichnet, die auf innovativer IKT basieren und seit wenigen Jahren verfügbar sind bzw. in Zukunft verfügbar sein werden (Shibayama und Emberger, 2020). Shaheen und Chan (2016) unterteilen diese in Mobilitätsdienste, die zum einen das Teilen eines zumeist motorisierten Fahrzeugs („Vehicle-Sharing“), insbesondere von PKWs („Car-Sharing“), Fahrrädern („Bike-Sharing“), Motorrollern („Scooter-Sharing“) und Tretrollern („Kick-/E-Scooter-Sharing“), ermöglichen. Zum anderen umfasst der Begriff Dienste, mit denen einzelne Fahrten vermittelt werden („Ride-Sharing“). Neben der Vermittlung klassischer Fahrgemeinschaften („Car-Pooling“) werden dazu bedarfsgesteuerte Personenbeförderungsdienste („Ride-Hailing“) und flexible Formen des Bedarfsverkehrs wie Sammeltaxidienste („Ride-Pooling“) gezählt (Shibayama und Emberger, 2020).

Das vorliegende Papier konzentriert sich auf Mobilitätsdienste, die im Regelungsbereich des Personenbeförderungsgesetzes liegen. Per definitionem sind davon digitale Angebote, die das Teilen eines Fahrzeugs ermöglichen, ausgeschlossen, da hier keine entgeltliche Beförderungsdienstleistung von Personen erbracht wird. Diese werden im Verlauf des Papiers nicht weiter beleuchtet. Daneben schließt das Gesetz Beförderungen mit Pkws aus, „wenn [...] das Gesamtentgelt die Betriebskosten der Fahrt nicht übersteigt“ (§1 Abs. 2 PBefG). Da das Geschäftsmodell von Car-Pooling Diensten darauf beruht, dass die Fahrtkosten maximal den Betriebskosten entsprechen, stellen auch diese keine entgeltlichen Beförderungsdienste im Sinne des PBefG dar. Die vorliegende Analyse konzentriert sich auf die neuen Mobilitätsdienstleistungen „Ride-Hailing“ im Gelegenheitsverkehr und „Ride-Pooling“ im Bedarfsverkehr.

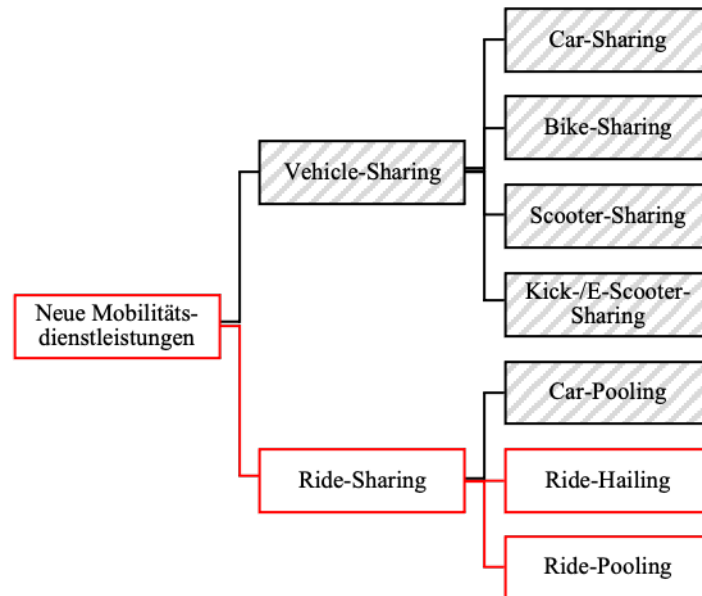


Abbildung 1 - Neue Mobilitätsdienstleistungen (Eigene Darstellung in Anlehnung an Shibayama und Emberger, 2020)

Im Gelegenheitsverkehr mit Taxen existieren seit 2009 IKT-basierte Dienste, unter anderem die Anwendung MyTaxi (heute FreeNow). Diese sogenannten „Taxi-Hailing“ Apps ermöglichen die digitale Vermittlung von Taxifahrten zwischen Fahrgästen und Taxifahrern. Neben der Nutzung eines Taxis über den Winkmarkt, den Wartemarkt an Taxiständen oder telefonisch über eine Taxizentrale, ergänzen Taxi-Hailing Dienste diese um eine digitale Buchungsoption (Shibayama und Emberger, 2020). Gleichzeitig begann international die Verbreitung sogenannter „Ride-Sourcing“ Dienste. Im Gegensatz zu Taxiverkehren transportieren dabei selbstständige Fahrer die Fahrgäste mit privaten Fahrzeugen. Aufgrund der inhaltlichen Nähe der Dienstleistung wird international oftmals auch die Bezeichnung „Ride-Hailing“ verwendet (Jin u. a., 2018). Die Annahme und Vermittlung der Aufträge sowie die Berechnung der Fahrpreise und deren Bezahlung übernehmen „transportation network companies“ (TNCs) (Grahn u. a., 2021). Nach mehreren Klagen in der Europäischen Union entschied der Europäische Gerichtshof (EuGH) im Dezember 2017, dass TNCs nicht nur einen „Dienst der Informationsgesellschaft“ im Sinne des Artikel 56 AEUV übernehmen, sondern als Verkehrsdienstleister tätig sind (EuGH C-434/15). 2018 ergänzte der Bundesgerichtshof (BGH), dass die Annahme von Fahraufträgen durch den Fahrer abseits des Betriebsplatzes gegen §49 Abs. 4 Satz 2 PBefG, der sogenannten Rückkehrpflicht, verstoße. Aus diesen Gründen gelten TNCs in Deutschland als Mietwagenunternehmen und dürfen ihr klassisches Geschäftsmodell mit freien Fahrern und privaten PKWs nicht anwenden. Dies verhinderte bis heute eine Ausbreitung der Dienste. International haben sich TNCs in den

vergangenen Jahren jedoch mit hoher Geschwindigkeit verbreitet. Zu den erfolgreichsten Unternehmen zählen neben Uber und Lyft (USA) insbesondere Didi Chuxing (China) und Ola (Indien). Die Nähe der Dienste von Taxibetrieben und Ride-Sourcing-Unternehmen hat weltweit zu einem starken Spannungsfeld zwischen beiden Playern geführt. Auf der einen Seite bieten TNCs eine Transportdienstleistung an, die sich bei niedrigeren Preisen, besserer Verfügbarkeit und höherer Auslastung kaum von der eines Taxis unterscheidet (Kapitel 2.4). Gleichzeitig treten sie aggressiv in neue Märkte ein und umgehen dabei staatliche Regulierungen und etablierte Praktiken, denen der Taxenverkehr unterliegt (Solon, 2017).

Eine Variante des Ride-Sourcing ist das „Ride-Splitting“ oder „Ride-Pooling“, bei dem sich mehrere fremde Fahrgäste mit ähnlicher Reiserichtung eine Fahrt im selben Fahrzeug teilen. Diese Bereitschaft reduziert die Fahrtkosten und kann, abhängig von der Nachfrage und der Eignung des Start- und Zielortes zu einer gemeinsamen Fahrt führen, muss es aber nicht. Obwohl das Konzept geteilter Fahrten bereits seit Jahrzehnten besteht, machten erst Matching-Algorithmen, die Verarbeitung großer Datenmengen und die breite Verfügbarkeit von Smartphones solche Mitfahrgelegenheiten in den letzten Jahren zu einer günstigen und bequemen Alternative. Wird die geteilte Fahrt nicht von einer TNC, sondern einem Taxi durchgeführt, spricht man von „Taxi-Sharing“ (Shaheen und Cohen, 2018). Neben dem „Ride-Splitting“ und „Taxi-Sharing“ zählt zu diesen „on-demand ride services“ auch der sogenannte „Microtransit“. Gemeint sind Bedarfsverkehre mit Kleinbussen, die sowohl feste als auch flexible Routen und Fahrpläne umfassen. Die Verkehre werden in der Regel durch einen zentralen Anbieter erbracht, der sowohl das Angebot bestehend aus Fuhrpark und Fahrern als auch die digitale Kundenschnittstelle koordiniert (Goletz u. a., 2020). In Deutschland bieten die Microtransit-Unternehmen MOIA (2019), BerlKönig (2018) und CleverShuttle (2019) solche Ride-Pooling Dienstleistungen an. Dadurch grenzt sich Microtransit als neue Form der geschäftsmäßigen Beförderung von Personen von klassischem Ride-Sourcing ab, entspricht jedoch auch keiner Verkehrsart des PBefG. Während im Vergleich zum Linienverkehr (§42 PBefG) feste Routen mit definierten Start-, Halte- und Endpunkten fehlen, grenzt er sich zum Taxenverkehr (§46 PBefG) durch die fehlende Bereitstellung der Fahrzeuge an bestimmten Orten ab. Im Gegensatz zum Mietwagenverkehr (§49 PBefG) dürfen Beförderungsaufträge auch während der Fahrt angenommen werden. Daher operieren die Unternehmen bisher im Rahmen der temporären Ausnahmegenehmigung des §2 Abs. 7 PBefG.

2.4 CHANCEN NEUER MOBILITÄTSDIENSTLEISTUNGEN

Auf Basis verkehrswissenschaftlicher Studien gilt Ride-Sourcing im Vergleich zum Verkehr mit Taxen als ökonomisch effizienter. Dies ist in erster Linie auf dynamische Preismechanismen in den Applikationen der TNCs zurückzuführen, die mit Preisanpassungen auf eine schwankende Beförderungsnachfrage reagieren. Daneben ersetzen die Anwendungen Disponenten und kostenintensive Technik wie Taxameter oder Kartenlesegeräte (Edelman und Geradin, 2016). Auch die Suchkosten der Fahrer und Fahrgäste, die beim Heranwinken und Warten des Fahrzeugs entstehen, reduzieren die

Algorithmen (Rogers, 2017). Daneben zeigten Cramer und Krueger (2016), dass Fahrer des Unternehmens Uber in New York eine signifikant höhere Kapazitätsauslastung als vergleichbare Taxiunternehmen aufwiesen. Kumuliert ermöglichen es diese Faktoren den Ride-Sourcing Unternehmen Fahrten zu niedrigeren Preisen als Taxis anzubieten (Wang und Smart, 2020). Es muss darauf hingewiesen werden, dass Taxis weltweit deutlich stärkeren (Preis-) Regulierungen unterliegen und die Datenlage insgesamt bisher begrenzt ist.

Wie dieser Effizienzvorsprung sich auf die Verkehrsbelastung auswirkt, kann bisher nicht abschließend beurteilt werden. Untersuchungen deuten darauf hin, dass Ride-Sourcing zu Mehrverkehr in urbanen und suburbanen Gebieten führt. Erhardt u. a. (2019) zeigten in San Francisco (USA), dass Straßen mit hoher TNC-Aktivität längere Reisezeiten aufwiesen als solche mit weniger Aktivität. Nie (2017) stellte in Shenzhen (China) fest, dass Ride-Sourcing in geringem Umfang zu höherem Stauaufkommen führt. Auch Wissenschaftler der University of California, Davis kommen zu dem Schluss, dass Ride-Sourcing zu mehr zurückgelegten Fahrzeugkilometer (VMT) führt (Rodier und Michaels, 2019), ebenso wie Wu und MacKenzie (2021), welche die zusätzliche Verkehrsbelastung in den USA auf bis zu 7,8 Millionen Fahrzeugkilometer täglich schätzen. Hinsichtlich der Verlagerungseffekte deutet die bisher dünne Datenlage darauf hin, dass Ride-Sourcing Angebote den ÖPNV sowohl ergänzen als auch kannibalisieren. Eine Umfrage in San Francisco ergab, dass 33 % der Ride-Sourcing-Nutzer alternativ den ÖPNV genutzt hätten (Rayle u. a., 2016). Auch Heno (2017) und die American Public Transportation Association (2016) fanden negative Verlagerungseffekte, wenngleich in geringerem Umfang. Ride-Sourcing wird jedoch am häufigsten an Wochenenden sowie zu Randzeiten genutzt, wenn der ÖPNV seltener verkehrt oder sich Fahrgäste beim Warten unsicher fühlen (APTA, 2016). Zudem fungieren TNCs in Großstädten teilweise als Zubringer zum öffentlichen Nahverkehr auf der ersten/letzten Meile. In den USA, dem Heimatland von Uber und Lyft, sind einzelne öffentliche Verkehrsunternehmen inzwischen dazu übergegangen, Ride-Sourcing Angebote, die an bestimmten ÖPNV-Endstationen starten, zu subventionieren und gleichzeitig unprofitable öffentliche Verkehre zu reduzieren (Brustein, 2016).

Daneben zeigen Studien, dass TNCs deutlich zuverlässiger als Taxen sind und eine bessere Verfügbarkeit in Randbezirken und Vororten aufweisen, wodurch sich signifikant niedrigere Wartezeiten für die Fahrgäste ergeben (Smart u. a., 2015; Brown und LaValle, 2021). Hinsichtlich der wahrgenommenen Sicherheit gaben Fahrgäste und Fahrer in einer Studie an, dass die Applikationen der TNCs, in denen beide Parteien registriert sein müssen, das Sicherheitsgefühl steigerte. Insbesondere Fahrerinnen empfanden durch die Bewertungsfunktionen und das Tracking der Fahrzeuge in Echtzeit ein höheres Sicherheits- und Kontrollgefühl (Glöss, McGregor und Brown, 2016). Gleichzeitig stellten Edelman und Geradin (2016) am Beispiel Uber fest, dass die Fahrzeuge oftmals unter- oder gar nicht versichert waren und vorgeschriebene Inspektionen vielfach nicht durchgeführt wurden. Zudem verfügten die Fahrer teilweise nicht über ausreichend Schulungen, wenngleich sie kein Zusammenhang zur Unfallhäufigkeit nachweisen konnten. In eine Untersuchung zum Arbeitsmarkt für Ride-Sourcing Fahrer zeigten Hall und Krueger (2016), dass Fahrer im Vergleich mit Taxifahrern in der Regel deutlich weniger Stunden pro Woche arbeiteten,

dabei jedoch mindestens so viel wie ein Taxifahrer verdienen, in einigen Fällen sogar deutlich mehr. Während Ride-Sourcing in der Wissenschaft bereits ausführlich untersucht wurde, finden sich zum Microtransit und seinen verkehrlichen Effekten kaum Publikationen. Erste Studien zeigen jedoch, dass das Pooling von Fahrten grundsätzlich zu einer substantiellen Reduktion des Verkehrsaufkommens mit positiven Effekten für die Luftqualität in Städten und den Ausstoß klimaschädlicher CO₂ Emissionen führen könnte (Alonso-Mora *u. a.*, 2017).

Ob die Novelle das Personenbeförderungsgesetz zu einem zeitgemäßen Ordnungsrahmen für neue Mobilitätsdienstleistungen weiterentwickelt, wird im folgenden Kapitel ausführlich analysiert.

3 Analyse der Novelle des PBefG 2021

Die Novelle des Personenbeförderungsgesetzes 2021 widmet sich neben kleineren Änderungen insbesondere drei großen Themenfeldern, die im Folgenden genauer diskutiert werden. Diese umfassen zum einen die Pflicht zur Bereitstellung von Mobilitätsdaten im Gelegenheitsverkehr (Kapitel 3.1), zum anderen die Einführung zwei neuer Verkehrsformen, dem Linienbedarfsverkehr (3.2) sowie dem gebündelten Bedarfsverkehr (3.3). Die Basis der Diskussion bilden der Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD (Drucksache 19/26175) sowie das Gesetz zur Modernisierung des Personenbeförderungsrechts.

3.1 PFLICHT ZUR BEREITSTELLUNG VON MOBILITÄTSDATEN

Das Sammeln und Bereitstellen von Mobilitätsdaten stellt eine wichtige Komponente der Entwicklung von Verkehrssystemen dar, um Verkehrsträger besser miteinander zu vernetzen und intermodale Reiseketten zu ermöglichen. Mit dem Ziel, diese Entwicklung zu fördern, verpflichtet das PBefG in Zukunft personenbefördernde Unternehmen im Gelegenheitsverkehr mit Pkw und Vermittler solcher Dienstleistungen zur Bereitstellung statischer und dynamischer Mobilitätsdaten (Drucksache 19/26175). Als Vermittler gelten mit Einführung der Novelle Unternehmen, die selbst keine Personen befördern, Personenbeförderungsdienstleistungen jedoch vermitteln. Die Klarstellung erfolgte als Konsequenz auf das EuGH-Urteil zur Einstufung von TNCs als Verkehrsdienstleister (EuGH C-434/15). Die Daten sollen im Rahmen einer „One-Stop-Shop“ Lösung anonymisiert mit einem nationalen Zugangspunkt (NAP) geteilt werden und so datenbasierte intelligente Verkehrsdienste, beispielsweise verkehrsträgerübergreifende Buchungsplattformen in Sinne des Mobility-as-a-Service (MaaS) Ansatzes ermöglichen. Die Pflicht zur Datenbereitstellung basiert auf der EU-Verordnung 2017/1926, in deren Rahmen in Zukunft Mobilitätsdaten europaweit zusammengeführt werden sollen. Im Kontext wachsender grenzüberschreitender Personenverkehre bietet die Regulierung eine geeignete Basis für transnationale Verkehrsketten ohne Brüche insbesondere in Grenzregionen sowie im internationalen Reise- und Urlaubsverkehr.

Darüber hinaus sollen die Mobilitätsdaten zu Aufsichts- und Kontrollzwecken insbesondere neuer Mobilitätsdienstleistungen genutzt werden (Drucksache 19/26175). Als Argumentationsgrundlage führt der Gesetzgeber die Neuheit der Mobilitätsdienstleistungen im deutschen Verkehrssystem an. Auffallend ist, dass solselbstständige Taxenunternehmen, zu denen im Jahr 2020 mehr als 77% der Taxibetriebe in Deutschland zählten, von der Übermittlungspflicht und den digitalen Kontrollmöglichkeiten ausgeschlossen sind (Taxi, 2020). Vor dem Hintergrund der Marktversagenstatbestände im Markt für Gelegenheitsverkehre mit Taxen (Wissenschaftlicher Beirat des BMVI, 2017) ist diese Entscheidung infrage zu stellen. Neben der informellen Beschränkung der Konzessionen, welche die Bildung eines aktiven informellen Sektors begünstigt hat, wird das Marktversagen durch kommunale Funkzentralen mit regionaler Marktmacht verfestigt. Quantitative Marktzutrittsbeschränkungen in Verbindung mit Tarifpflichten unterbinden eine qualitative Ausdifferenzierung des Angebots in Form unterschiedlicher Preis-Qualitäts-Kombinationen. Zudem sichern sie etablierten Anbietern Monopolrenten und führen zu gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtsverlusten (Monopolkommission, 2014). Aus Gründen der Aufsicht erscheint die Nutzung statischer und dynamischer Mobilitätsdaten zur Kontrolle aller Gelegenheitsverkehre naheliegend und angemessen. Dies gilt auch hinsichtlich der Kontrolle der Umwelt- und Klimaverträglichkeit der Fahrzeuge. Zum Zeitpunkt der Analyse waren keine Daten verfügbar, die darauf hindeuten, dass die Fahrzeugflotten neuer Mobilitätsunternehmen überdurchschnittlich hohe Global- oder Luftschadstoffwerte aufweisen. Im Kontext der Diskussion erscheint eine einheitliche Regulierung aller Verkehrsarten des Gelegenheitsverkehrs daher sinnvoll und zumutbar.

3.2 EINFÜHRUNG DER VERKEHRSART LINIENBEDARFSVERKEHR

Mit der Einführung des Linienbedarfsverkehrs als neuer Verkehrsart schafft das PBefG Rechtssicherheit für diese neuen Verkehre ohne feste Fahrpläne und Stationen in Gefäßen für bis zu neun Personen (§44 PBefG). In der internationalen Literatur wird diese Verkehrsart auch als Microtransit bezeichnet (Shaheen und Cohen, 2018). Die Einführung ermöglicht es Microtransit-Unternehmen, ihre Mobilitätsdienstleistungen in Zukunft außerhalb der Experimentierklausel (§2 Abs. 7 PBefG) anzubieten. Für die Entwicklung neuer Mobilitätsdienstleistungen ist diese Einführung daher grundsätzlich positiv zu bewerten. Microtransit-Anbieter nutzen intelligente digitale Technologien zur Abbildung innovativer Tür-zu-Tür Verkehre. Das Angebot orientiert sich per definitionem am aktuellen Bedarf. Kritisch ist daher die Festlegung zeitlich und räumlich abgegrenzter Betriebspflichten zu diskutieren (§21 PBefG). Auch die geforderte Abstimmung der Betriebszeiten mit dem Linienverkehr verdeutlicht, dass dem Linienbedarfsverkehr primär eine Ergänzungsfunktion neben dem Linienverkehr zugesprochen wird. Die positiven Aspekte einer zusätzlichen attraktiven und ökologisch sinnvollen Mobilitätsform treten dabei in den Hintergrund. Auch Verlagerungspotenziale und Möglichkeiten, bestehende Linienverkehre durch flexible Linienbedarfsverkehre zu substituieren, werden nicht thematisiert. Im Gegenteil betont die Novelle, dass bereits vorhandene Verkehre im Sinne eines öffentlichen Verkehrsinteresses zu schützen sind. Obwohl für den

Linienbedarfsverkehr die gleichen Betriebs-, Beförderungs- und Tarifpflichten gelten, ist er nicht Teil dieses öffentlichen Verkehrsinteresses, mit der Folge, dass bereits erteilte Genehmigungen wieder entzogen werden können. Es zeigt sich eine grundsätzliche Skepsis des Regulierers gegenüber neuen Mobilitätsdienstleistungen, die als Angriff auf bestehende Strukturen und nicht als Ergänzung eines verbesserungswürdigen Verkehrssystems verstanden werden. Dieses Narrativ spiegelt sich in einer Ungleichbehandlung gegenüber anderen Verkehrsarten wider, die selbst potenzielle Eingriffe in die Berufsfreiheit (Art.12 GG) im Rahmen eines Entzugs der Genehmigung als angemessen begründet.

3.3 EINFÜHRUNG DER VERKEHRSART GEBÜNDELTER BEDARFSVERKEHR

Mit dem gebündelten Bedarfsverkehr führt der Gesetzgeber eine weitere neue Verkehrsart in das PBefG ein, die sich nur in geringem Maße von bestehenden Angeboten des öffentlichen Verkehrssystems unterscheidet. So umfasst der gebündelte Bedarfsverkehr die Personenbeförderung mit Pkw, bei der „mehrere Beförderungsaufträge entlang ähnlicher Wegstrecken gebündelt ausgeführt werden“ (Drucksache 19/26175, S. 53). In der internationalen Literatur entspricht das Konzept dem Ride-Splitting. Bei dieser Variante des Ride-Sourcing teilen sich mehrere fremde Fahrgäste mit ähnlicher Reiserichtung eine Fahrt in einem Fahrzeug. Den Eindruck zunehmender Komplexität verfestigt auch der Gesetzesvorschlag, in dem mehrfach darauf verwiesen wird, dass Verwechslungen zwischen den einzelnen Verkehrsarten ausgeschlossen werden müssen. Grundsätzlich ist die Zulassung gebündelter Bedarfsverkehre positiv für die Entwicklung neuer Mobilitätsdienstleistungen. Wie Chang, Lee und Choi, (2017) zeigen, stellen sie eine klima- und verkehrspolitisch sinnvoll Ergänzung des Verkehrssystems dar und können zu substanziellen Energieeinsparungen und Emissionsreduktionen führen. Unter der Prämisse, dass auf einem bestimmten Streckenanteil Fahrten mit mehreren Fahrgästen durchgeführt werden, bilden sie einen Kontrapunkt zu emissions- und verkehrintensiven Taxi-Hailing und Ride-Sourcing-Verkehren.

Der Anteil gebündelter Fahranteile soll durch eine Bündelungsquote gewährleistet werden, die festlegt, dass ein bestimmter Anteil der Fahrten gebündelt erfolgen muss. Bei ausreichender Kontrolle können solche Quoten eine treffsichere umweltökonomische Maßnahme darstellen, um das Umweltziel effektiv zu erreichen (Feess, 1998). Hinsichtlich statischer und dynamischer Effizienzkriterien sind Quoten für einzelne Verkehrsarten jedoch kritisch zu bewerten, um die Verkehrsbelastung in Städten zu reduzieren (May u. a., 2012). Offen bleibt, wie eine Aufsicht der eingeführten Vorgaben gewährleistet und Kontrolldefizite wie im Taxiverkehr vermieden werden sollen. Diese umfassen die Bündelungsquote, soziale Standards für das Fahrpersonal, eine Ausweitung der Rückkehrpflicht sowie über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehende Vorgaben zu Abstellorten, Barrierefreiheit und Emissionsstandards (§50 Abs. 4 PBefG). Unklar ist, weshalb in der Novelle überproportional strenge, die Nachfrage und das Angebot hemmende Regulierungen geschaffen wurden. Angesichts der ökologischen und verkehrstechnischen Erwünschtheit der Verkehrsbündelung wären zusätzliche Privilegien und weniger Pflichten die logische Folge einer konsequenten Verkehrspolitik. Diese Frage

stellt sich auch hinsichtlich der geographischen Begrenzung gebündelter Bedarfsverkehre auf die Gemeinden des jeweiligen Betriebssitzes (§50 Abs. 3 PBefG). Neben wettbewerbsökonomischen Bedenken verkennt die Regelung, dass Verkehre im suburbanen und regionalen Raum vielfach über Gemeindegrenzen hinweg erbracht werden. Zwar können Genehmigungsbehörden Beförderungen außerhalb der Betriebssitzgemeinde gestatten, ob und in welchem Ausmaß diese Möglichkeit eingesetzt werden wird, bleibt unklar.

3.4 CONCLUSIO DER ANALYSE

Die Analyse der Novelle des PBefG zeigt, dass neue Mobilitätsdienstleistungen in Deutschland weiterhin nur in einem eng geschnürten Korsett aus Vorgaben und Quoten zugelassen werden. Ob so langfristig ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen dem Schutz der Konsumenten und der Daseinsvorsorge durch die Anbieter aufrechterhalten werden kann, ist fraglich. Es verfestigt sich der Eindruck, dass das PBefG zunehmend zur Diskriminierung einzelner, im Sinne des Gesetzgebers unerwünschter Verkehrsarten, verwendet wird, um Wettbewerb im Bereich der Personenbeförderung zu unterbindet. Auffallend ist, dass der Gesetzgeber nicht einmal den Versuch unternimmt, die vielfach beschriebenen Marktversagenstatbestände im Gelegenheitsverkehr mit Taxen (Monopolkommission, 2014) zu beheben. Stattdessen betreibt die Novelle großen regulatorischen Aufwand, Anwendungsfälle bis ins Detail zu regeln, wobei sie neue Mobilitätsdienste tendenziell überproportional stark belastet. Hier ist insbesondere auf die Ungleichbehandlung bei der Pflicht zur Bereitstellung von Mobilitätsdaten hinzuweisen. Auch die Möglichkeiten Preiskorridore, Einzelanforderungen sowie explizite ökologische und soziale Standards für Anbieter neuer Mobilitätsdienstleistungen festzulegen, sind zu erwähnen. Zudem wird an der intensiv diskutierten Rückkehrpflicht für Mietwagen, die unnötige Leerfahrten produziert, weiter festgehalten. Lediglich Flächenkommunen und Ballungsräume können in Zukunft Abstellorte mit einem Mindestabstand von 15 Kilometern zueinander festzulegen (§49 Abs. 5 PBefG). Parallel werden etablierte Verkehrsarten wie der Gelegenheitsverkehr mit Taxen über die Abschaffung der Ortskenntnisprüfung regulatorisch entlastet, die durch die Pflicht, ein Navigationsgerät oder eine vergleichbare Softwarelösung (bspw. Google Maps) sowie einen kleinen Fachkundenachweis vorweisen zu können, ersetzt wird (§2 Abs. 13 StVG; §48 Abs. 4 FeV).

Dem Anspruch des Regulierers, mit der Novelle ein level playing field der Verkehrsarten herzustellen, kann hier nur schwer gefolgt werden. Die Neuerungen stehen diametral zu den im Koalitionsvertrag dokumentierten und im ersten Referentenentwurf wiederholten Bemühungen, sowohl den Taxen- als auch den Mietwagenverkehr regulatorisch entlasten zu wollen (Die Bundesregierung, 2018). Insbesondere Entlastungen des Gelegenheitsverkehrs mit Mietwagen finden sich kaum in der Novelle wieder. Über dem Gesetz schwebt zudem die Frage, wie eine wirksame Kontrolle der Vorgaben sichergestellt werden soll. Angesichts der jahrelang vorherrschenden Marktversagenstatbestände im Taxenverkehr erscheint eine konsequente Durchsetzung der Pflichten ohne eine strukturelle

Kapazitätsanpassung der Regulierungsbehörden fraglich. Dass im Gesetzentwurf die Kosten für die Kontrolle einiger Regulierungen keine Erwähnung finden, bestätigt den Eindruck, dass die Implikationen der Novellierung teilweise nicht vollumfassend beleuchtet wurden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass von der Novelle des Personenbeförderungsgesetzes 2021 keine positiven Impulse für die Entwicklung neuer Mobilitätsdienstleistungen zu erwarten sind. Einzig im Bereich der verkehrsträgerübergreifenden Buchungsplattformen, die auf aktuellen statischen und dynamischen Mobilitätsdaten basieren, könnte die neue Regulierung den Aufbau beschleunigen. In allen Bereichen, in denen neue Mobilitätsdienstleistungen zu mehr Wettbewerb für die etablierten Verkehrsarten führen könnten, wurde die Attraktivität durch restriktive Einzelmaßnahmen stark beschränkt. Die Novelle nimmt damit die Verfestigung bestehender Marktversagenstatbestände in einzelnen Märkten und die daraus resultierenden negativen Konsequenzen für Anbieter und Nachfrager sowie die gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrtsverluste bewusst in Kauf.

4 Entwicklung eines alternativen Ordnungsrahmens

Die Analyse der Novelle des PBefG zeigt, dass die Anpassungen des Rechtsrahmens auf einer Vielzahl detaillierter Einzelverordnungen basieren, die ökonomisch nicht zu rechtfertigen sind. Die granulare Ausgestaltung des Wettbewerbsrahmens nimmt Wohlfahrtsverluste in Kauf und garantiert einzelnen Marktteilnehmern Monopolrenten. Es entsteht der Eindruck, dass die übergeordneten wettbewerbsökonomischen Zusammenhänge zum Schutz einzelner Verkehrsarten immer stärker aus dem Blick geraten. Der in diesem Kapitel entwickelte Ordnungsrahmen für die gewerbsmäßige Personenbeförderung ist aus wohlfahrtsökonomischen Gründen von deutlich größeren Freiheitsgraden geprägt. Eine freie Preisbildung im Gelegenheitsverkehr kann insbesondere durch mehr Wettbewerb (Kapitel 4.1), den Abbau von Informationsasymmetrien (4.2) sowie eine Vereinfachung der Strukturen des PBefG (4.3) ermöglicht werden. Flankiert wird die Wettbewerbsordnung von klaren Leitplanken, welche die Sicherheit der Konsumenten und die Wohlfahrt insgesamt garantieren. Die Handlungsempfehlungen basieren auf dem PBefG nach seiner Novellierung, die Anfang 2021 politisch beschlossen wurde.

4.1 MEHR WETTBEWERB IM GELEGENHEITSVERKEHR

Der Gelegenheitsverkehr in Deutschland, der insbesondere mit Taxen und Mietwagen durchgeführt wird, ist von einer starken Ungleichbehandlung der Verkehrsarten und massiven Einschränkungen der freien Preisbildung geprägt. Insbesondere die qualitative Regulierung des Taximarktes ist nicht mehr zeitgemäß und unterdrückt Innovationen, von denen vor allem die Konsumenten profitieren würden (Haucap, 2015). Um mehr Wettbewerb im Gelegenheitsverkehr zu ermöglichen, sollte in einem ersten Schritt die in vielen Städten verbreitete Beschränkung der Konzessionen aufgehoben werden. Diese Einschränkung der Berufsfreiheit nach Art.12 GG wurden in der Vergangenheit mit den

hohen irreversiblen Anschaffungskosten eines Pkw und der Schutzbedürftigkeit der Taxen als Teil des ÖPNV begründet. Die Monopolkommission bilanzierte bereits 2014, dass diese Argumente für eine Beschränkung der Konzessionen nicht mehr hinreichend sind. Neben den Preiseffekten fördert die Beschränkung die Entwicklung eines informellen Sektors, auf dem Lizenzen zu fünfstelligen Preisen gehandelt werden (Monopolkommission, 2014). Diese spiegeln die diskontierten Gewinne wieder, welche die Taxifahrer mit einer Konzession erzielen können.

Eine weitere Preisregulierung stellt die Tarifpflicht (§51 PBefG) dar. Ursprünglich konzipiert, um die Nachfrager vor überhöhten Preisen zu schützen, garantiert sie heute den Anbietern sichere Renten. Da sie den Wettbewerb um attraktive Wettbewerbspreise und hochwertige Dienstleistungen unterdrückt und zu höheren Konsumentenpreisen und weniger Qualität führt, sollte die Tarifpflicht ebenfalls aufgehoben werden. Im Falle einer Freigabe der Tarife bliebe es den Anbietern überlassen, ob sie zu Randzeiten, in Randgebieten oder für den Transport sperriger Gegenstände oder Tiere Preisanpassungen vornehmen. Um den unwahrscheinlichen Fall eines ruinösen Preiswettbewerbs einzuschränken, könnte in einer befristeten Übergangsphase ein Preiskorridor mit einer Preisuntergrenze auf dem Level der aktuellen Tarife eingeführt werden. Die Monopolkommission (2014) weist in ihrem Gutachten jedoch darauf hin, dass auch temporäre Höchst- und Tiefstpreise einen unnötigen Eingriff in die Preisgestaltung darstellen und insbesondere in urbanen Regionen mit starkem Wettbewerb nicht notwendig sein könnten.

Zuletzt sollte im Gelegenheitsverkehr mit Mietwagen die Rückkehrpflicht aufgehoben und die Auftragsannahme außerhalb des Betriebssitzes zugelassen werden (§49 Abs. 4 PBefG). Diese protektionistische Einzelanforderung induziert Mehrverkehr in Form von Leerfahrten, der die Betriebskosten der Mietwagenunternehmen steigert und ökologisch nicht mehr zu verantworten ist. Durch eine Abschaffung der Rückkehrpflicht könnten jedes Jahr 170 Mio. Fahrkilometer und 30.000 Tonnen CO₂ eingespart werden (Haucap u. a., 2015).

Die primär positiven Effekte einer Steigerung des Wettbewerbs auf Taximärkten sind international gut erforscht. Sie zeigen sich im Vergleich etablierter Taxiverkehre mit neuen Ride-Sourcing Anbietern und wurden in Kapitel 2.4 ausführlich dargestellt. Profitieren würden von der freien Preisbildung insbesondere die Nachfrager in Form sinkender Konsumentenpreise. Daneben würde die Aufhebung der Konzessionsbeschränkung sowie die durch die Preissenkungen induzierte Mehrnachfrage zu einer Steigerung des Angebots und kürzeren Wartezeiten führen. Nach Brown und LaValle (2021) könnten die Fahrpreise um 40%, die Wartezeiten um 75% sinken. Zudem ist von einer besseren Dienstleistungsabdeckung zu Randzeiten und in Randgebieten auszugehen (Smart u. a., 2015). Für die Anbieter bedeutet die Mehrnachfrage eine höhere Auslastung ihrer Arbeitszeit, die Ertragsrückgänge infolge niedrigerer Gesamtfahrpreise ausgleichen würde. Die Anzahl der Leerfahrten, die 30% bis 50% der gesamten Fahrkilometer ausmachen, würde sich stark reduzieren (Haucap u. a., 2015). Auch für den Staat sind positive Effekte durch geringere Wohlfahrtsverluste infolge einer Umverteilung bisheriger Monopolrenten

zu erwarten (Cohen u. a., 2016). Die induzierte Mehrnachfrage würde höhere Steuereinnahmen generieren und im Gelegenheitsverkehr mit Taxen und Mietwagen, durch die temporäre Preisregulierung, soziale Härten vermindern. Ordnungsrechtlich könnte eine Aufhebung der Konzessionsbeschränkungen den informellen Sektor für Taxikonzessionen eindämmen und der geringere Verwaltungsaufwand die regulierenden Behörden entlasten.

4.2 ABBAU ASYMMETRISCHER INFORMATIONEN

Eine zweite wichtige Säule einer Neuordnung des PBefG stellt der Abbau von Informationsasymmetrien zwischen Konsumenten, Anbietern und regulierenden Behörden dar. Da es sich bei Fahrten im Gelegenheitsverkehr um Erfahrungs- oder Vertrauensgüter handelt, ist eine strukturelle Erhöhung der Markttransparenz maßgeblich, um die Entscheidungsgewalt der Kunden zu stärken und Marktversagenstatbestände zu mindern. In einem ersten Schritt sollte die Pflicht zur Erfassung und Übertragung von Mobilitätsdaten vollständig auf den Gelegenheitsverkehr mit Taxen ausgeweitet werden. Für den Taxiverkehr wäre die Vorgabe auf statische Daten, unter anderem Kontaktdaten, Bedienegebiete und -zeiten, Preise, Buchungs- und Bezahlungsmöglichkeiten sowie Fahrzeugdaten zur Barriere- und Befreiheit und dem Umweltstandard der eingesetzten Fahrzeuge sowie auf dynamische Daten zum Live-Standort zu beschränken (Scharl und Niemann, 2021). Es ist davon auszugehen, dass die höhere Transparenz zu einer Ausdifferenzierung des Angebots in unterschiedliche Preis-Qualitäts-Kombinationen führt (Monopolkommission, 2014). Diese Pflichtenausweitung ist aufgrund der Zugehörigkeit des Taxenverkehrs zum ÖPNV angemessen und auch notwendig, um eine zukünftige Benachteiligung der Verkehrsart zu vermeiden, sollten die Angebote verkehrsträgerübergreifender Buchungsplattformen weiter zunehmen. Für den gewerblichen Mietwagenverkehr sollten die Vorgaben um eine Pflicht zur automatischen Datenübertragung an die Finanzämter erweitert werden, die Steuerhinterziehung verhindert.

Strengere Kontrollmöglichkeiten erscheinen angesichts der massiven steuerrechtlichen Verstöße auch im Verkehr mit Taxen angemessen, die Bedienung des Wink- und Wartemarktes ist mit vergleichbaren Vorgaben jedoch nicht vereinbar. Diese beiden Märkte stellen grundsätzlich eine Herausforderung beim Abbau asymmetrischer Informationen dar, da zwischen Anbietern und Nachfragern ein Hidden-Information-Problem hinsichtlich der Routenführung und des Fahrpreises sowie der Ausstattung, Sauberkeit und Sicherheit des Fahrzeuges besteht, das sich mit digitalen Applikationen nicht lösen lässt (Brühn und Götz, 2014). Um eine saubere Steuererhebung sowie eine faire Routen-, Preis- und Qualitätsgestaltung zu gewährleisten müssen höhere Standards vor allem durch regelmäßige Kontrollen der Taxenbetriebe durchgesetzt werden.

Mit dem Ziel, die Qualität und Sicherheit der Fahrgäste weiter zu erhöhen, sollten aus diesem Grund die Anforderungen an gewerbliche Fahrer und deren Fahrzeuge ausgebaut werden. Dabei gehen die Anforderungen von Ride-Sourcing Unternehmen an ihre Fahrer bereits relativ weit: Fahrer müssen einen Versicherungsnachweis, ein polizeiliches Führungszeugnis, einen Fahrzeugschein und ihren Auszug aus dem Verkehrszentralregister

einreichen (Brühn und Götz, 2014). Insbesondere die Einführung einer Versicherungspflicht in §13 PBefG würde eine sinnvolle Weiterentwicklung darstellen. Hinsichtlich der Fahrer wären unter anderem regelmäßige Prüfungen der Fahrqualität und der gesundheitlichen Fahrtauglichkeit anzudenken. Eine Selektion leistungsschwacher Fahrer würde in einem dynamischen Wettbewerbsumfeld mit geringen Informationsasymmetrien zudem durch Marktkräfte unterstützt (Brown und LaValle, 2021). Angenehmer Nebeneffekt besserer Fahrer und geringer Unfallzahlen könnte eine Senkung der hohen Versicherungsprämien sein, wodurch sich die Betriebskosten der Taxi- und Mietwagenunternehmen reduzieren. Positiv ist in diesem Kontext auf die Abschaffung der Ortskenntnisprüfung in der vorliegenden Novelle hinzuweisen.

Ähnlich der Intensivierung des Wettbewerbsdrucks würden von einem Abbau der Informationsasymmetrien insbesondere die Fahrgäste, in Form eines nach Preis und Qualität besser differenzierten Angebots profitieren. Durch die höhere Transparenz hätten Fahrgästen mehr Informationen zur Routenführung und Preisgestaltung (Monopolkommission, 2014). Bei den Anbietern würden individuelle Vorteile ihrer Fahrzeuge stärker zur Geltung kommen und könnten höhere Fahrpreise rechtfertigen. Zudem zeigen internationale Studien, dass die größere Transparenz die Sicherheit der Fahrer und Fahrgäste erhöht (Glöss, McGregor und Brown, 2016). Für den Regulierer stellen neben der höheren Sicherheit die stärkeren steuerrechtlichen Kontrollmöglichkeiten verbunden mit weniger Steuerdelikten einen Vorteil dar.

4.3 VEREINFACHUNG DER STRUKTUREN

Neben der Steigerung des Wettbewerbs und des Abbaus asymmetrischer Informationen stellt eine Vereinfachung der Strukturen im PBefG die dritte Säule der Neuordnung des Regulierungsrahmens dar. An erster Stelle steht die Auflösung des neu eingeführten gebündelten Bedarfsverkehrs (§50 PBefG), der sich kaum von anderen Verkehrsarten des gewerblichen Gelegenheitsverkehrs differenziert. Der gebündelte Bedarfsverkehr ist ebenso wie der Mietwagenverkehr auf den Bestellmarkt reduziert. Im Sinne einer ökologisch verantwortungsvollen Weiterentwicklung des PBefG könnte die geteilte Nutzung einer Fahrt als Zusatzoption verpflichtend in den Mietwagenverkehr integriert werden. Eine Weiterentwicklung könnte die verhaltensökonomischen Erkenntnisse des Nudging nutzen und festlegen, dass die geteilte Fahrtoption verpflichtend als Standard zu setzen ist (Benartzi *u. a.*, 2017). Durch die bereits erläuterte Aufhebung der Tarifpflicht können Mietwagenverkehre mit gebündelten Fahrtanteilen zu niedrigeren Fahrtkosten angeboten werden. Offen bleibt an die Frage, wie Fahrten, die gebündelt gebucht wurden, für die jedoch entlang der Wegstrecke kein Pooling-Partner zur Verfügung steht, zu behandeln sind.

Einher mit der Auflösung geht der Abbau aller Einzelregulierungen, die für den gebündelten Bedarfsverkehr eingeführt wurden. Diese in §50 Abs. 4 PBefG genannten Vorgaben umfassen unter anderem eine Bündelungsquote, Sozialstandards, die Rückkehrpflicht sowie Regelungen zu Abstellorten, Barrierefreiheit und

Emissionsstandards. Für die Konsumenten würde diese Änderung die Übersichtlichkeit deutlich erhöhen und gleichzeitig das Verkehrssystem um ein günstiges, sozial verträgliches und ökologisch sinnvolles Angebot ergänzen. Auch für die Verkehrsanbieter vereinfacht die Änderung das Angebot und ermöglicht dennoch eine flexible Reaktion auf die sich ändernde Mobilitätsnachfrage. Die Allgemeinheit profitiert von einer Reduktion der emittierten Global- und Luftschadstoffe im Personenverkehr.

Im Bereich der bedarfsorientierten Verkehrsangebote ist eine substantielle Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit des Linienbedarfsverkehrs und eine stärkere Orientierung an der tatsächlichen Nachfrage der Konsumenten erforderlich. Erst eine Entbindung von den Pflichten zum Betrieb und der Gestaltung von Tarifen entfesselt das flexible Potenzial des Linienbedarfsverkehrs. Die Vorgabe, das Sammeln von Personen zwingend mit dem Pflichtenbündel eines Linienverkehrsunternehmens im Sinne des §42 PBefG i.V.m. §21 und §22 PBefG zu verbinden, stellt eine Reminiszenz dar, die für eine bedarfsgesteuerte Verkehrsart schlicht ungeeignet ist und die Starrheit des deutschen Beförderungsrechts verdeutlicht. Von einer Aufhebung der Betriebszeiten könnten Verkehrssysteme insbesondere in Randgebieten und zu Randzeiten in Form längerer flexibler Betriebszeiten profitieren. Innerhalb der Hauptverkehrszeiten verdichten nachfrageorientierte Linienverkehre die Fahrpläne und ermöglichen so alternative Umsteigeverbindungen. Die Beschränkung der Beförderungsentgelte und Zuschläge auf die Vorgaben des Aufgabenträgers sollte aufgehoben und die Fahrtpreise der freien Preisbildung unterworfen werden.

5 Fazit

Die vorliegende Arbeit liefert einen aktuellen Diskussionsbeitrag zur Regulierung neuer Mobilitätsdienstleistungen im Geltungsbereich des PBefG, insbesondere im Gelegenheitsverkehr. Die Analyse zeigt, dass die Anfang 2021 verabschiedete Novelle des PBefG keine substantiellen Auswirkungen auf die Verkehrsmarkordnung und die Entwicklung neuer Mobilitätsdienstleistungen haben wird. Der Wettbewerb etablierter Verkehrsangebote mit neuen Mobilitätsdienstleistungen wird unter dem Deckmantel der Schutzbedürftigkeit der öffentlichen Daseinsvorsorge weiterhin massiv verzerrt. Die resultierende wettbewerbsökonomische Fehlsteuerung geht in Form überhöhter Konsumentenpreise und geringer Dienstleistungsqualität insbesondere zu Lasten der Fahrgäste. Durch das Festhalten an der bestehenden Verkehrsmarkordnung nimmt der Gesetzgeber soziale Nachteile für die Beschäftigten sowie ökologische Schäden an Umwelt und Klima bewusst in Kauf. Auf diesem Marktversagen aufbauend wurde in Kapitel vier ein innovationsfreundlicher Ordnungsrahmen für das PBefG erarbeitet, der die Chancen des Wettbewerbs nutzt und durch den Abbau asymmetrischer Informationen die Konsumenten und Anbieter schützt. Niedrige Markteintrittsbarrieren garantieren eine wohlfahrtsökonomisch optimale Verteilung der Renten, fördern eine Ausdifferenzierung des Angebots und schaffen so ein echtes level playing field. Ein ganzheitlicher Ansatz bei der Erfassung von Mobilitätsdaten fördert die Entstehung neuer innovativer Wettbewerber.

Literaturverzeichnis

- Alonso-Mora, J. u. a. (2017) „On-demand high-capacity ride-sharing via dynamic trip-vehicle assignment“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(3), S. 426–467.
- APTA (2016) *Shared Mobility and the transformation of public transit*. Chicago. doi: 10.17226/23578.
- Benartzi, S. u. a. (2017) „Should Governments Invest More in Nudging?“, *Psychological Science*, 28(8), S. 1041–1055.
- BerlKönig (2018) *Der BerlKönig rollt durch Berlin*. Verfügbar unter: <https://www.bvg.de/de/Aktuell/Neuvmeldung?newsid=2772>.
- BMVI (2019) *Eckpunkte für eine Novellierung des Personenbeförderungrechts*. Berlin.
- BMVI (2021) *Moderne Personenbeförderung – fairer Wettbewerb, klare Steuerung*, BMVI. Verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/personenbefoerderungsgesetz.html>.
- Brown, A. und LaValle, W. (2021) „Hailing a change: comparing taxi and ridehail service quality in Los Angeles“, *Transportation*. Springer US, 48(2), S. 1007–1031.
- Brühn, T. und Götz, G. (2014) „Die Markteintritte von Uber und Airbnb: Wettbewerbsgefährdung oder Effizienzsteigerung?“, *ifo Schnelldienst*, 21, S. 3–6.
- Brustein, J. (2016) „Uber and Lyft Want to Replace Public Buses“, *Bloomberg*, 15 August. Verfügbar unter: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-08-15/uber-and-lyft-want-to-replace-public-buses>.
- Chang, Y. S., Lee, Y. J. und Choi, S. S. B. (2017) „Is there more traffic congestion in larger cities? - Scaling analysis of the 101 largest U.S. urban centers“, *Transport Policy*, 59, S. 54–63.
- CleverShuttler (2019) *Wir feiern 5 Jahre RidePooling mit CleverShuttle!* Verfügbar unter: <https://www.clevershuttle.de/blog/wir-feiern-5-jahre-ridepooling-clevershuttle>.
- Cohen, P. u. a. (2016) *Using Big Data To Estimate Consumer Surplus*, *Nber Working Paper Series*. 22627. Cambridge.
- Cramer, J. und Krueger, A. B. (2016) „Disruptive change in the taxi business: The case of Uber“, *American Economic Review*, 106(5), S. 177–182.
- Die Bundesregierung (2018) *Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD 2018*. Berlin. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/koalitionsvertrag-zwischen-cdu-csu-und-spd-195906>.

- DLR (2015) *Potenziale des Hybrid-Oberleitungsbusses als effiziente Möglichkeit für die Nutzung erneuerbarer Energien im ÖPNV*. Berlin.
- Edelman, B. G. und Geradin, D. (2016) „Efficiencies and regulatory shortcuts: How should we regulate companies like Airbnb and Uber“, *Stanford Technology Law Review*, 19(293), S. 293–328.
- Erhardt, G. D. u. a. (2019) „Do transportation network companies decrease or increase congestion?“, *Science Advances*, 5.
- Feess, E. (1998) *Umweltökonomie und Umweltpolitik*. 2. München: Verlag Vahlen.
- Glöss, M., McGregor, M. und Brown, B. (2016) „Designing for Labour: Uber and the On-Demand Mobile Workforce“, *CHI '16: Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, S. 1632–1643.
- Goletz, M. u. a. (2020) „Plattformbasiertes Sharing und Pooling im Verkehrssektor – ein Systematisierungsansatz“, *Wirtschaftsdienst*, 2, S. 117–123.
- Grahn, R. u. a. (2021) „Are travelers substituting between transportation network companies (TNC) and public buses ? A case study in Pittsburgh“, *Transportation*, 48, S. 977–1005.
- Hall, J. V und Krueger, A. B. (2016) *Nber Working Paper Series an Analysis of the Labor Market for Uber'S Driver-Partners in the United States*, *Nber Working Paper Series*. 22843. Cambridge.
- Haucap, J. u. a. (2015) „Chancen der Digitalisierung auf Märkten für urbane Mobilität: Das Beispiel Uber“, *Ordnungspolitische Perspektiven*, 73, S. 1689–1699.
- Haucap, J. (2015) „Ökonomie des Teilens – nachhaltig und innovativ ? Die Chancen der Sharing Economy und ihre möglichen Risiken und Nebenwirkungen“, *Ordnungspolitische Perspektiven*, 69, S. 15.
- Henao, A. (2017) *Impacts of Ridesourcing - Lyft and Uber - On transportation including VMT, mode replacement, parking and travel behavior*. University of Colorado.
- Jin, S. T. u. a. (2018) „Ridesourcing, the sharing economy and the future of cities“, *Cities*, 76, S. 96–104.
- Karl, A., Mehlert, C. und Werner, J. (2017) *Reformbedarf PBefG*. Berlin. Verfügbar unter: https://www.kcw-online.de/content/6-veroeffentlichungen/96-kcw-gutachten-zum-reformbedarf-des-personenbefoerderungsgesetzes-pbefg/2017-06-02-reformbedarf-pbefg-flexible-bedienung_gutachten.pdf.
- Knieps, M. (2004) *Aufgabentraeger oder Verkehrsunternehmen als Gesellschafter von Verkehrsverbänden? - eine Analyse bestehender Verbundstrukturen und eine Bewertung unterschiedlicher Organisationsmodelle unter institutionenökonomischen Gesichtspunkten*. Justus-Liebig-Universität Gießen.

- Kugoth, J. und Schwietering, C. (2021) „Wir brauchen eine neue Verfassung für die Straße“, *TagesspiegelBackground Verkehr und Smart Mobility*. Verfügbar unter: <https://background.tagesspiegel.de/mobilitaet/wir-brauchen-eine-neue-verfassung-fuer-die-strasse>.
- May, A. D. u. a. (2012) „An option generation tool for potential urban transport policy packages“, *Transport Policy*, 20, S. 162–173.
- McKinsey (2019) *The future of mobility is at our doorstep*. Verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-mobility-is-at-our-doorstep>.
- MOIA (2019) *MOIA launches Europe's largest electric ridesharing service in Hamburg*. Verfügbar unter: <https://www.moia.io/en/press/MOIA-launches-Europe-s-largest-electric-ridesharing-service-in-Hamburg>.
- Monopolkommission (2014) „Wettbewerbsdefizite auf Taximärkten“, in *Hauptgutachten XX: Eine Wettbewerbsordnung für die Finanzmärkte*. Bonn, S. 114–127.
- Nie, Y. (Marco) (2017) „How can the taxi industry survive the tide of ridesourcing? Evidence from Shenzhen, China“, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 79, S. 242–256.
- PBefG-Findungskommission (2020) *Modernisierung des Personenbeförderungsrechts*. Berlin.
- Rayle, L. u. a. (2016) „Just a better taxi? A survey-based comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco“, *Transport Policy*, 45, S. 168–178.
- Regling, L. u. a. (2019) *Grundlagen für ein umweltorientiertes Recht der Personenbeförderung*. Dessau-Roßlau, Deutschland.
- Rodier, C. und Michaels, J. (2019) *The Effects of Ride-Hailing Services on Greenhouse Gas Emissions*. Davis.
- Rogers, B. (2017) „The Social Costs of Uber“, *University of Chicago Law Review Online*, 82(1), S. 85–102.
- Scharl, A. und Niemann, J. (2021) *Bereitstellungspflicht von Mobilitätsdaten im PBefG, Kompass Mobilität 07/2021*. Verfügbar unter: <https://www.roedl.de/themen/kompass-mobilitaet/2021/07/bereitstellungspflicht-mobilitaetsdaten-pbefg>.
- Schlesiger, C. und Kroker, M. (2014) „Die Abgründe des Taxi-Gewerbes“, *WirtschaftsWoche*, April. Verfügbar unter: <https://www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/unwuerdiges-geschacher-die-abgruende-des-taxi-gewerbes/10724474.html>.

- Shaheen, S. und Chan, N. (2016) „Mobility and the sharing economy: Potential to facilitate the first-and last-mile public transit connections“, *Built Environment*, 42(4), S. 573–588.
- Shaheen, S. und Cohen, A. (2018) „Shared ride services in North America: definitions, impacts, and the future of pooling“, *Transport Reviews*, 39(4), S. 427–442.
- Shibayama, T. und Emberger, G. (2020) „New mobility services: Taxonomy, innovation and the role of ICTs“, *Transport Policy*, 98, S. 79–90.
- Smart, R. u. a. (2015) *Faster and Cheaper: How Ride-Sourcing Fills a Gap in Low-Income Los Angeles Neighborhoods*. Cambridge.
- Solon, O. (2017) „How Uber conquers a city in seven steps“, *The Guardian*, April. Verfügbar unter: <https://www.theguardian.com/technology/2017/apr/12/why-everyone-hates-uber-seven-step-playbook>.
- Taxi (2020) *Geschäftsbericht 2019/2020*. Berlin. Verfügbar unter: <https://bundesverband.taxi/wp-content/uploads/2021/01/20210118-GB-LAYOUT-2015.pdf>.
- VDV (2020) *Digitale Transformation des ÖPNV - Chancen, Lösungen und Herausforderungen für die Branche*. Köln: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V.
- Wang, S. und Smart, M. (2020) „The disruptive effect of ridesourcing services on for-hire vehicle drivers’ income and employment“, *Transport Policy*, 89, S. 13–23.
- Wissenschaftlicher Beirat des BMVI (2017) „Die Chancen der Digitalisierung im Taximarkt nutzen: Liberalisieren und Verbraucherschutz stärken“, *List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik*. Berlin, 43, S. 125–137.
- Wu, X. und MacKenzie, D. (2021) „Assessing the VMT effect of ridesourcing services in the US“, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 94.

**Kommentar zu dem Beitrag:
Zur Novelle des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) 2021
Analyse und Bewertung des Gesetzes für die Entwicklung neuer
Mobilitätsdienstleistungen in Deutschland (von Jakob Hebart)**

VON KARL-HANS HARTWIG

Wie in anderen Märkten/Bereichen ermöglichen die erheblichen Fortschritte der Informations- und Kommunikationsmärkte (IKT) auch und gerade für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) erhebliche Innovationspotenziale. Dazu gehören mittlerweile etwa App-basierte Mobilitätsleistungen, Formen des Car Sharing, Transportleistungen On-Demand mit PKWs und verschiedenartigen Bussen oder aufeinander abgestimmte intermodale Transportleistungen. Günter Knieps formuliert dazu 2018 in seinem Beitrag „ÖPNV in der App-Ökonomie: Chancen und Risiken“ in der „Zeitschrift für Verkehrswissenschaft“, dass „die traditionelle Marktparzellierung im staatlich subventionierten ÖPNV in Form von fahrplanmäßigem Linienverkehr von Bussen und Bahnen einerseits und privatwirtschaftlichen On-Demand-Transportangeboten von Taxis und Mietwagen andererseits nicht länger aufrechterhalten werden kann“. Vielmehr seien gesetzliche Marktzutrittsbeschränkungen zwischen Taxis, Carsharing, Mietwagen, App-basierten Taxivermittlungen oder Rufbussen abzubauen und Eingriffe nur erforderlich, wenn technische Vorgaben notwendig sind und Verkehrsleistungen im öffentlichen Interesse liegen, die sich privatwirtschaftlich nicht rechnen.

Einen aktuellen und effizienten Ordnungsrahmen dazu hätte das Personenbeförderungsgesetz (PBefG) liefern können, das am 02. August 2021 in Kraft trat und auf eine Vielzahl neuer und effizienter Mobilitätsdienstleistungen auch aus anderen Regionen zurückgreifen konnte. So wurden etwa ab 2017 datenbasierte Verkehrsdienste mit verkehrsübergreifenden Buchungsplattformen ermöglicht und für neue Mobilitätsdienstleistungen genutzt. Wie Jakob Hebart mit seiner systematischen und

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Karl-Hans Hartwig
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Institut für Verkehrswissenschaft
Am Stadtgraben 9
D-48145 Münster
E-Mail: Karl-Hans.Hartwig@wiwi.uni-muenster.de

zutreffenden Analyse zur Novelle des PBefG verdeutlicht, ist dieses Anliegen jedoch letztlich noch immer an öffentlichen Vorgaben und Quoten gescheitert. So wird etwa in Politik und öffentlicher Verwaltung weiterhin mit dem Argument des Konsumentenschutzes und der Notwendigkeit einer öffentlichen Daseinsvorsorge ein umfangreiches Marktversagen sowohl im Gelegenheitsverkehr mit Taxen als auch bei der Rückkehrpflicht von Mietwagen unterstellt. Formal soll dies zwar den Schutz der Konsumenten und die Daseinsvorsorge für die Gesellschaft sichern, faktisch unterbindet es jedoch den Wettbewerb im Bereich der Personenbeförderung, produziert unnötige Leerfahrten und vermittelt einzelnen Marktteilnehmern erhebliche Monopolrenten. Ausnahmen davon sollen künftig nur für Flächenkommunen und für Ballungsräume mit Abstellorten gelten, die einen Mindestabstand von 15 km zueinander mit Taxen festlegen oder ein Navigationsgerät bzw. eine Softwarelösung mit einem „kleinen Fachkundaenausweis“ vorlegen können. Für den Gelegenheitsverkehr mit Mietwagen sind keine Vorkehrungen vorgesehen, so dass die aktuelle Novelle des PBefG 2021 insgesamt kaum Neuerungen für Mobilitätsdienstleistungen schafft.

Da von der Novelle des Personenbeförderungsgesetzes 2021 offensichtlich „keine positiven Impulse“ für die Entwicklung neuer Mobilitätsdienste sowie für mehr Wettbewerb und Effizienz ausgehen, schlägt Hebart einen alternativen Ordnungsrahmen vor, der auf dem aktuellen PBefG beruht, aber wesentlich größere Freiheitsgrade als bisher vorsieht. Allgemeinen würde dies durch deutlich mehr Wettbewerb und freie Preisbildung, den Abbau von Informationsasymmetrien zwischen Konsumenten, Verkehrsanbietern und regulierenden Behörden, vereinfachte Strukturen des PBefG sowie eine Wettbewerbsordnung mit „klaren Leitplanken“ zur Sicherstellung der Konsumentenwohlfahrt bedeuten. Im Einzelnen ergäbe sich damit die Aufhebung der von der Monopolkommission bereits 2014 als vollkommen überflüssig angesehenen Beschränkungen aller Konzessionen.

Letztlich würden im Ergebnis neue Mobilitätsdienstleistungen entstehen, die mit freien Preisen zu mehr Wettbewerb für etablierte Verkehre und steigende Effizienz führen könnten, die bislang durch „restriktive Maßnahmen stark beschränkt“ waren. Um diese Beschränkungen aufzulösen, wäre daher eine Neuordnung des PBefG durch den Abbau von Informationsasymmetrien zwischen den Anbietern, den regulierenden Behörden und den Konsumenten der Dienstleistungen erforderlich, wozu wichtige Mobilitätsdaten den Leistungsanbietern und Behörden zur Verfügung gestellt werden müssten. In wieweit sich diese Vorstellungen durchsetzen können, ist gegenwärtig allerdings wenig wahrscheinlich. Vielmehr bewirkt die 2021 verabschiedete Novelle des PBefG bislang keine substantiellen Veränderungen der Verkehrsmarkordnung gegenüber dem bisherigen Status Quo.

Bereitstellung und Finanzierung von Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Lkw – Identifikation und Einordnung wesentlicher Ausgestaltungsfragen auf Basis (institutionen-) ökonomischer Erkenntnisse

VON PROF. DR. THORSTEN BECKERS UND DIPL.-ING. NILS BIESCHKE

Erstellt im Auftrag des ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH und des Instituts für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM) im Rahmen des in dem (Förder-)Programm „Erneuerbar Mobil“ vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhabens „Elektrifizierungspotenzial des Güter- und Busverkehrs – My eRoads“. (März 2021)

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	141
1 Einleitung	144
2 Grundlagen	150
3 Betriebshof-Ladeinfrastruktur (“Lkw-BH-LI“).....	162
4 Schnelllade-Ladeinfrastruktur in Anlehnung an das Tankstellen-Konzept (“Lkw-T-LI“)	164
5 Längere Standzeiten- und Ruhepausen-Ladeinfrastruktur (“Lkw-LSR-LI“)	169
6 Rampen-Ladeinfrastruktur (“Lkw-RA-LI“).....	173
7 Nachgelagerte Überlegungen mit Bezug zu alternativen bzw. ergänzenden Systemausgestaltungsoptionen bei E-Lkw	175
8 Übergreifende Schlussfolgerungen	177
Literaturverzeichnis.....	180

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Thorsten Beckers
Bauhaus-Universität Weimar
Professur Infrastrukturwirtschaft und –management
(IWM)
99421 Weimar
E-Mail: thorsten.beckers@uni-weimar.de

Dipl.-Ing. Nils Bieschke
Bauhaus-Universität Weimar
Professur Infrastrukturwirtschaft und –management
(IWM)
99421 Weimar
E-Mail: nils.bieschke@uni-weimar.de

Management Summary

- Es besteht ein weitgehender Konsens, dass zur Erreichung der in Deutschland angestrebten (fast) vollständigen Treibhausgasneutralität im Jahr 2050 umfangreiche Transformationsmaßnahmen auch im Straßengüterverkehr erforderlich sind. In diesem Zusammenhang könnte Lastkraftwagen (Lkw) eine besondere Bedeutung zukommen, die von einem Elektromotor angetrieben werden und dabei aus Erneuerbaren Energien erzeugten Strom „direkt“ einsetzen, der während Standzeiten an Ladeinfrastruktur (LI) aus dem Stromnetz „entnommen“ und in (Traktions-)Batterien zwischengespeichert wird. Derartige elektrisch angetriebene Lkw können – auf die gebräuchliche Abkürzung „BEV“ („battery electric vehicle“) zurückgreifend – als BEV-Lkw bezeichnet werden. Großer Vorteil der Abwicklung von Straßengüterverkehr durch BEV-Lkw ist, dass diese im Vergleich zu Lkw, die „grünen“ Wasserstoff oder klimaneutral erzeugte synthetische Kraftstoffe als Energieträger einsetzen, eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz bei der Nutzung Erneuerbarer Energien aufweisen.
- Die von BEV-Lkw genutzte Ladeinfrastruktur kann abgekürzt als „Lkw-LI“ bezeichnet werden. Deren Bereitstellung und Finanzierung, die im Fokus dieses Kurzgutachtens steht, geht mit nicht unerheblichen Herausforderungen einher. Das vorliegende Kurzgutachten ist darauf ausgerichtet, wesentliche Fragestellungen mit Bezug zur Bereitstellung und Finanzierung von Lkw-LI in Deutschland zu identifizieren und aus ökonomischer (und dabei nicht zuletzt auch aus institutionenökonomischer) Sicht einzuordnen. Vereinzelt können „vorsichtige“ Ausgestaltungsempfehlungen abgegeben werden, aber oftmals werden in erster Linie Hinweise auf zukünftigen Klärungs- und somit Forschungsbedarf herausgearbeitet.
- Es kann der öffentlichen Hand empfohlen werden, Maßnahmen bezüglich der Bereitstellung und Finanzierung von Lkw-LI mit Bezug zu vier verschiedenen Lkw-LI-Arten (und zwar Lkw-BH-LI, Lkw-T-LI, Lkw-LSR-LI und Lkw-RA-LI) differenziert zu gestalten, auf die folgend eingegangen wird:
 - Die Verantwortung für die Bereitstellung und Finanzierung von **Lkw-LI auf den Betriebshöfen („Lkw-BH-LI“)** sollte zumindest in erster Linie bei den Fuhrunternehmen liegen. Gewichtige Argumente für eine umfassende staatliche Involvement in Bereitstellungs- und Finanzierungsfragen sind – Fragen der Anbindung an das Stromnetz nicht thematisierend – zunächst nicht erkennbar. Eine gewisse staatliche Förderung von Lkw-BH-LI kann jedoch als ein Substitut für eine Förderung des Aufbaus des Elektromobilitätssystems an anderen Stellen angesehen und sollte in Betracht gezogen werden. Die Relevanz von Lkw-BH-LI ist für im Nah- und Regionalverkehr eingesetzte Lkw deutlich höher als für im Fernverkehr eingesetzte Fahrzeuge.

- Im Hinblick auf einen erfolgreichen Markthochlauf bei BEV-Lkw ist eine flächendeckende Bereitstellung von **DC-Schnelllade-Ladeinfrastruktur in Anlehnung an das Tankstellen-Konzept („Lkw-T-LI“)** erforderlich. Diese sollten (zumindest) eine Ladeleistung aufweisen, die es innerhalb der für eine Fahrunterbrechung vorgegebenen (Mindest-)Zeit von 45 Minuten ermöglicht die Energie aufzunehmen, die für eine Fahrt in einem (zwischen zwei Fahrunterbrechungen liegenden) Zeitraum von 4,5 Stunden erforderlich ist. Derartige Lkw-T-LI wird insbesondere für im Fernverkehr eingesetzte Lkw von Bedeutung sein, weshalb eine besondere große Anzahl an Ladesäulen an Fernverkehrsstrecken errichtet werden sollte. Das Wissen hinsichtlich grundsätzlicher Fragen der Kapazitätsbereitstellung bei Lkw-T-LI wird (zumindest in einem „akzeptablen Ausmaß“) zentral auf Seiten der öffentlichen Hand vorliegen. Bei dezentralen Bereitstellungsaktivitäten in einem wettbewerblichen Marktumfeld hingegen würden Koordinations- und Finanzierungsprobleme auftreten. Ein öffentliches Bereitstellungs- und Finanzierungsregime für Lkw-T-LI wird – zumindest in der Aufbauphase des Lkw-T-LI-Netzwerkes und zur Gewährleistung von Flächendeckung – von hoher Bedeutung sein.
- Aufgrund der hohen Zeitopportunitätskosten im Straßengüterverkehr bietet es sich – insbesondere bei Lkw mit einem zulässigen maximalen Gesamtgewicht von 40 t – an, dass die tägliche Ruhepause genutzt wird, um die Batterie zu beladen. Sofern sich hierfür nutzbare Ladeinfrastruktur nicht auf dem „eigenen“ Betriebshof befindet, kann diese auch als **„Längere Standzeiten- und Ruhepausen-Ladeinfrastruktur“ („Lkw-LSR-LI“)** bezeichnet werden. Lkw-LSR-LI ist insbesondere für die im Fernverkehr eingesetzten Lkw von Relevanz und kann sich auf den Lkw-Parkplätzen auf den Rasthöfen entlang der Fernverkehrsstrecken sowie auch in Gewerbegebieten oder auf Warteflächen für Lkw in der Nähe großer Logistikstandorte befinden. Hinsichtlich des grundsätzlichen Kapazitätsbedarfs an Lkw-LSR-LI entlang der Fernverkehrsstrecken wird bei der öffentlichen Hand („zentrales“) Wissen vorliegen bzw. dieses kann in sinnvoller Weise aufgebaut werden. Bei direkt an den Autobahnen gelegenen Parkplätzen auf Tankstellen und Rasthöfen dürfte es sich anbieten, im Rahmen öffentlicher Planungsentscheidungen Kapazitätsentscheidungen zur Lkw-LSR-LI (recht direkt) zu fällen. Für die Ladesäulen-Realisierung auf über Anschlussstellen erreichbaren Autohöfen etc. könnte es sinnvoll sein, designte Märkte (mit dem Ziel des „Einsammelns“ dezentralen Wissens) „einzusetzen“, über die Finanzmittel an die Akteure vergeben werden, die Lkw-LSR-LI aufbauen. Der Einsatz mit öffentlichem Zwang erhobener Finanzmittel, wozu in erster Linie Haushaltsmittel zählen, dafür, entlang der

- Fernverkehrsstrecken Lkw-LSR-LI zu realisieren, dürfte insbesondere in einer Hochlaufphase eines BEV-Lkw-Systems unumgänglich sein.
- Auch Standzeiten an Verladerampen können zur Beladung der Batterie von BEV-Lkw genutzt werden. Solche „**Rampen-Ladeinfrastruktur**“ (**Lkw-RA-LI**) kann dazu beitragen, Batteriegrößen (und damit Fahrzeuggewichte und Energieverbräuche) etwas zu reduzieren sowie Bedarf und Standzeiten an Lkw-T-LI zu vermindern. Aufgrund relativ gesehen seltenerer „Nutzung“ von Verladerampen im Fernverkehr wird Lkw-RA-LI voraussichtlich zumindest für diesen eine begrenzte Rolle spielen. Entscheidungen über die Realisierung von Lkw-RA-LI sollten vornehmlich durch die „Betreiber der Rampen“ gefällt werden, da bei diesen das (dezentrale) Wissen darüber vorliegt, welche Kosten und Nutzen damit einhergehen werden. Eine gewisse staatliche Förderung kann allerdings (auch) für Lkw-RA-LI sinnvoll sein.
 - Bei der Errichtung von Lkw-T-LI und Lkw-LSR-LI vor allem entlang stark frequentierter Fernverkehrsstrecken dürfte eine Herausforderung darin bestehen, ausreichende Flächen für die Errichtung der Ladeinfrastruktur und dabei insbesondere die erforderlichen Standflächen für die Lkw zu finden bzw. zu schaffen. In diesem Kontext erklärt sich die Notwendigkeit bzw. weitere Herausforderung, geeignete Kapazitätsallokationsmechanismen (und dabei vor allem Möglichkeiten zur „Reservierung“) für diese Ladeinfrastruktur zu entwickeln.
 - Weitere in diesem Kurzgutachten betrachtete wesentliche technisch-systemische und institutionenökonomische Fragen hinsichtlich der Ausgestaltung eines Lkw-LI-Systems konnten zwar (ebenfalls) nicht genau beantwortet werden, aber erste Einschätzungen zu voraussichtlich sinnvollen Maßnahmen konnten abgegeben werden. Als eine Fragestellung, die im Rahmen ausführlicher technisch-systemischer und -ökonomischer Analysen genauer zu beleuchten ist, ist die Auswahl der Leistung an DC-Schnellladesäulen im Bereich der Lkw-T-LI einzuordnen. In diesem Zusammenhang sind Fragen der Nutzung von Lkw-T-LI durch unterschiedliche Lkw-Typen sowie der Realisierung von Synergieeffekten mit der Pkw-T-LI (und dies insbesondere an nachfrageschwachen Standorten) zu berücksichtigen. Nicht zuletzt sind Koordinationsfragen zwischen der Wahl der Ladeleistung bei der Lkw-LI und den Lkw zu beachten und dabei auch Standardisierungseffekte zu thematisieren. Eine weitere genauer zu untersuchende und zu klärende Grundsatzfrage ist, welches Potential für AC-3-LI im Lkw-Bereich besteht und bei welchen Lkw-Typen bei Nutzung welcher Lkw-LI-Arten dieses genau vorliegt. Auch in diesem Zusammenhang stellen sich Koordinations- und Standardisierungsfragen.
 - Wenn Fernverkehrsachsen mit Oberleitungs-Infrastruktur ausgestattet würden, könnte dort der Bedarf an Lkw-T-LI und Lkw-LSR-LI erheblich reduziert werden, was ebenfalls die thematisierten Flächenprobleme verhindern bzw. deutlich

verringern würde. Voraussetzung dafür wäre, dass Lkw nicht nur über eine Batterie sondern auch über einen Pantografen zur Aufnahme von Strom aus der Oberleitung verfügen. Dieser Strom kann insbesondere direkt für den elektrischen Antrieb genutzt werden, aber auch dem Aufladen der Batterie dienen. Ein derartiges „Oberleitungs-Batterie-Lkw-System“ könnte nach aktuellem Wissensstand u.U. ein besonders großes Potential für eine effektive und effiziente Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs aufweisen. Daher sollten vertiefte (technisch-systemische und -ökonomische sowie institutionenökonomische und juristische) Analysen bezüglich der Etablierung eines derartigen Systems durchgeführt werden.

1 Einleitung¹

LADEINFRASTRUKTUR FÜR BATTERIE-ELEKTRISCHE LKW ALS UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND IN DIESEM KURZGUTACHTEN

Es besteht ein weitgehender Konsens, dass zur Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens und zur Erreichung der daraus abgeleiteten nationalen Klimaschutzziele in Deutschland, die eine kontinuierliche Reduktion der Treibhausgasemissionen bis hin zu einer fast vollständigen Treibhausgasneutralität im Jahr 2050 vorsehen, umfangreiche Transformationsmaßnahmen auch im Straßengüterverkehr

¹ Vorbemerkungen: Dieses Kurzgutachten ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhabens „Elektrifizierungspotenzial des Güter- und Busverkehrs – My eRoads“ erstellt worden. Die Förderung durch das BMU ist in das (Förder-)Programm „Erneuerbar Mobil“ eingebettet gewesen. Dieses Forschungsvorhaben ist unter anderem vom ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH bearbeitet worden, welches das Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM) als Unterauftragnehmer einbezogen hat. Das IKEM und Thorsten Beckers als dessen Unterauftragnehmer sind für das vorliegende Kurzgutachten verantwortlich.

Dieses Kurzgutachten ist im Wesentlichen von Thorsten Beckers erstellt worden. In unterstützender Weise ist Nils Bieschke an der Erstellung dieses Kurzgutachtens beteiligt gewesen und hat inhaltliche Fragen mit Thorsten Beckers diskutiert sowie eine erste (Entwurfs-)Fassung dieses Kurzgutachtens kritisch kommentiert. Ferner hat Julius Jöhrens (ifeu) an der Erstellung dieses Kurzgutachtens mitgewirkt, indem er sonstige im Projekt My eRoads generierte Erkenntnisse beigesteuert und außerdem ebenfalls kritische Rückmeldungen zu einer Entwurfsfassung dieses Kurzgutachtens gegeben hat. Die Erstellung dieses Kurzgutachtens ist im März 2021 abgeschlossen worden.

Angaben gemäß Punkt II.4 des Ethikkodexes des Vereins für Socialpolitik („In wissenschaftlichen Arbeiten sind Sachverhalte zu benennen, die auch nur potentiell zu Interessenskonflikten oder Befangenheit des Autors/der Autorin führen könnten.“) können mit Bezug zu Thorsten Beckers dessen Homepage entnommen werden.

An einigen Stellen dieses Kurzgutachtens sind einzelne kurze Textpassagen aus BECKERS ET AL. (2019a) und BECKERS ET AL. (2019b) in unveränderter oder nur leicht veränderter Form übernommen worden. Dies ist nicht unbedingt durchgängig gemäß den üblichen Zitierregeln angezeigt.

erforderlich sind.² Im Kontext einer nur begrenzt möglichen Verlagerung von Transportleistungen von der Straße auf die Schiene stellt sich die Frage, wie im Straßengüterverkehr Reduktionen von Treibhausgasemissionen erreicht werden können. Hierfür könnte zunächst auf mithilfe Erneuerbarer Energien hergestellte Kraftstoffe in gasförmiger oder flüssiger Form als Energieträger zurückgegriffen werden, die synthetische Kohlenwasserstoffe enthalten. Ferner könnte unter Einsatz Erneuerbarer Energien erzeugter („grüner“) Wasserstoff als alternativer Kraftstoff eingesetzt werden. Nicht zuletzt könnten Lastkraftwagen (Lkw) von einem Elektromotor angetrieben werden und dabei aus Erneuerbaren Energien erzeugten Strom „direkt“ einsetzen, der aus dem Stromnetz geladen und in einer (Traktions-)Batterie zwischengespeichert wird. Derartige elektrisch angetriebene Lkw („E-Lkw“) können – auf die gebräuchliche Abkürzung „BEV“ („battery electric vehicle“) zurückgreifend – als BEV-Lkw bezeichnet werden.³ BEV-Lkw benötigen Ladeinfrastruktur (LI), um während Standzeiten über einen Anschluss an das Stromnetz ihre Batterien „aufzufüllen“. Derartige Ladeinfrastruktur, die abgekürzt auch als „Lkw-LI“ bezeichnet werden kann, steht im Fokus dieses Kurzgutachtens.⁴ Großer Vorteil der Abwicklung von klimaneutralem Straßengüterverkehr durch E-Lkw ist, dass diese eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz bei der Nutzung Erneuerbarer Energien im Vergleich zum Rückgriff auf Wasserstoff oder synthetische Kraftstoffe als Energieträger aufweisen.⁵

BEREITSTELLUNG UND FINANZIERUNG VON LKW-LI ALS WESENTLICHE THEMEN IN DIESEM KURZGUTACHTEN

Die wesentlichen Themen, die in diesem Kurzgutachten betrachtet werden, sind die Bereitstellung und Finanzierung von Lkw-LI. In diesem Zusammenhang kommt der Fällung diesbezüglicher (Bereitstellungs- und Finanzierungs-)Entscheidungen bzw. der Institutionen, die den Rahmen für die Entscheidungsfällungen bilden, eine besondere Bedeutung zu. Mit Bereitstellungsentscheidungen wird vom Anbieter eines Gutes festgelegt, was er den (potentiellen) Nachfragern anbietet. Bei Lkw-LI betrifft dies

² Dieser Absatz basiert weitgehend auf BECKERS ET AL. (2019b, S. 1).

³ Zu den E-Lkw werden somit nicht die Lkw gezählt, deren Elektromotoren ausschließlich Strom zugeführt wird, der im Lkw (bzw. in Umwandlungsanlagen im Lkw) durch Umwandlung von gasförmigen oder flüssigen Energieträgern (wie Wasserstoff, synthetischen Kohlenwasserstoffen oder „konventionellen Kraftstoffen“) erzeugt worden ist.

⁴ Im Übrigen besteht auch die Option, dass E-Lkw, die über einen Pantografen verfügen, auf mit einer Oberleitungs-Infrastruktur ausgestatteten Strecken während der Fahrt mit Strom versorgt werden, was in diesem Kurzgutachten jedoch nur am Rande (und zwar in Abschnitt 7.2) betrachtet wird. Auf ein derartiges Oberleitungs-Lkw-System wird z.B. in BECKERS ET AL. (2019b), wo ein Fokus auf die Fahrzeugbereitstellung und -finanzierung gelegt wird, und BECKERS ET AL. (2021) eingegangen, wo die Oberleitungs-Infrastrukturbereitstellung im Mittelpunkt steht.

⁵ Diese Aussage gilt übergreifend mit Bezug zu (flüssigen oder gasförmigen) synthetischen Kohlenwasserstoffen als auch zu Wasserstoff; vgl. z.B. GÖCKELER ET AL. (2020).

insbesondere erstens Entscheidungen bezüglich der Kapazität an bestimmten Standorten und bezüglich deren (Qualitäts-)Eigenschaften, wozu nicht zuletzt die (mögliche) Ladegeschwindigkeit zählt. Zweitens sind Entscheidungen über Nutzungsregeln von Relevanz, zu denen auch Bepreisungsentscheidungen gehören, die ein (mögliches) Instrument zur Beeinflussung der Allokation der bestehenden Kapazität darstellen.

Im Rahmen der Finanzierung ist über die Herkunft von Mitteln und somit zunächst über Einnahmequellen zu entscheiden, auf welche zurückgegriffen wird, um die Ausgaben für die (physische) Bereitstellung der Lkw-LI und somit deren Herstellung sowie Erhaltung (bzw. Instandhaltung und -setzung) und Betriebsführung abzudecken bzw. zu finanzieren. Durch Kapitalaufnahmen, die einen weiteren Gestaltungsbereich der Finanzierung darstellen, können Lasten und damit einhergehend die Erhebung von Mitteln zur Abdeckung der bei der Bereitstellung anfallenden Ausgaben intertemporal verschoben werden.

(UMFANG DER) BERÜCKSICHTIGUNG DER SYSTEMISCHEN EINBETTUNG VON LKW-LI, VERSCHIEDENER LKW-TYPEN UND -EINSATZPROFILE SOWIE DER INTERDEPENDENZEN ZUR PKW-LI

Die Bereitstellung von LI (und insofern auch speziell von Lkw-LI) ergibt sich aus der koordinierten Bereitstellung von vier Gütern und zwar (1) der „Ladeinfrastruktur an sich“ (konkret der Ladesäule), (2) einer Abstell- bzw. Parkfläche, auf der sich der Lkw während des Beladungsvorgangs befindet, sowie (3) des Stromnetzes, an welches die LI angeschlossen wird, und (4) des Stroms, der über das Stromnetz und die LI in die Batterie des Lkw fließt. Im Zusammenhang damit, dass die Bereitstellung von Lkw-LI sich folglich aus der koordinierten Bereitstellung mehrerer komplementärer (Teil-)Güter „zusammensetzt“, kann Lkw-LI als Systemgut eingeordnet werden.⁶ In diesem Kurzgutachten stehen die LI bzw. die „Ladeinfrastruktur an sich“ und die Abstellfläche im Fokus, aber teilweise wird am Rande auch auf den Anschluss an das Stromnetz und die Strombelieferung eingegangen.

Ausgestaltungsfragen bezüglich der Bereitstellung und Finanzierung von Lkw-LI werden dadurch „verkompliziert“, dass es verschiedene Lkw-Typen gibt, die insbesondere bezüglich der fahrzeugbezogenen Merkmale des zulässigen Gesamtgewichts und der Aufbauform unterschieden werden können. Auch Unterschiede bezüglich der Grundfläche der Fahrzeuge sind von Relevanz, da sie den Platzbedarf bei der Nutzung von Lkw-LI beeinflussen. Für die Nachfrage nach Lkw-LI ist ferner das Einsatzprofil von Lkw von Relevanz, wobei für bestimmte Einsatzprofile üblicherweise Lkw eingesetzt werden, bei denen die fahrzeugbezogenen Merkmale identische oder zumindest ähnliche Ausprägungen

⁶ Vgl. zu den Herausforderungen bei der Bereitstellung von Systemgütern z.B. BECKERS / GIZZI / JÄKEL (2013) und GIZZI (2015).

haben. Aus Vereinfachungsgründen wird in diesem Kurzgutachten vornehmlich auf zwei idealtypische Kombinationen von fahrzeugbezogenen Ausprägungen und Einsatzprofilen eingegangen. Zum einen werden im Fernverkehr eingesetzte Sattelzüge berücksichtigt, die aus Sattelzugmaschinen und Sattelaufliegern bestehen und deren zulässigen maximales Gesamtgewicht 40 t beträgt, weshalb für diese Lkw im Folgenden die Abkürzung „40 t-Lkw“ Verwendung finden wird. Derartige 40 t-Lkw werden beispielsweise im Rahmen der Beschaffungslogistik für Direkttransporte zwischen Versendern und Empfängern eingesetzt. Zum anderen werden Kasten-Lkw mit einem maximalen zulässigen maximalen Gesamtgewicht von 7,5 t thematisiert, die im Nah- und Regionalverkehr u.a. im Rahmen der regionalen Distributionslogistik eingesetzt werden. Dieser Lkw-Typ wird folgend verkürzt als 7,5 t-Lkw bezeichnet werden. Den 40 t- und 7,5 t-Lkw ist gemeinsam, dass die europäischen Vorgaben zu Lenk- und Ruhezeiten gemäß der Verordnung (EG) 561/2006 für sie von Relevanz sind, was deren Nutzung und damit deren tägliche und wöchentliche Fahrprofile beeinflusst. Dies gilt in besonderer Weise und nahezu stets für die 40 t-Lkw im Fernverkehr, während diese Vorgaben für 7,5 t-Lkw in Abhängigkeit des konkreten Einsatzprofils eine mehr oder weniger große Relevanz haben.

Fahrzeugbezogene Merkmale und Einsatzprofile beeinflussen das Nachfrageverhalten der BEV-Lkw bezüglich der Lkw-LI und sind somit zu berücksichtigen, wenn Bereitstellungsentscheidungen getroffen werden. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, was für Ladeinfrastruktur-Arten für Lkw („Lkw-LI-Arten“), die jeweils bestimmte Angebots- bzw. Bereitstellungskonzepte umsetzen und damit einhergehend bestimmte Kombinationen von Ausgestaltungsentscheidungen bezüglich der Bereitstellung „enthalten“, die Nachfragerbedürfnisse verschiedener Lkw-Typen und für unterschiedliche Einsatzprofile (in einer sinnvollen Weise) gemeinsam befriedigen können. Insoweit dies möglich ist, können Synergieeffekte bei der Bereitstellung realisiert werden, was in diesem Kurzgutachten vornehmlich mit (übergreifendem) Bezug zu den dargestellten idealtypischen 7,5 t- und 40 t-Lkw thematisiert werden wird. Ergänzend wird auch auf mögliche Synergieeffekte zwischen einerseits LI für batterieelektrische Pkw („BEV-Pkw“)⁷, die abgekürzt als „Pkw-LI“ bezeichnet werden kann, und andererseits BEV-Lkw eingegangen. Die Nutzung von Lkw-LI durch OB-Lkw wird ebenfalls kurz angeschnitten.

ZIELSTELLUNG UND (AUSGANGS-)ANNAHMEN, ZIELSYSTEM SOWIE VORGEHEN UND THEORETISCHE BASIS

Aufgrund von Ressourcenrestriktionen bei der Erstellung dieses Kurzgutachtens wird lediglich angestrebt, wesentliche Fragestellungen mit Bezug zur Bereitstellung und Finanzierung von Lkw-LI in Deutschland zu identifizieren und aus ökonomischer (und dabei nicht zuletzt auch aus institutionen-ökonomischer) Sicht einzuordnen. Vereinzelt

⁷ Bei BEV-Pkw handelt es sich dabei stets um rein batterieelektrische Fahrzeuge (Battery Electric Vehicle (BEV)).

können „vorsichtige“ Ausgestaltungsempfehlungen abgegeben werden, aber oftmals werden durch die Identifikation und Einordnung von Ausgestaltungsfragen in erster Linie Hinweise auf zukünftigen Klärungs- und somit Forschungsbedarfe herausgearbeitet. Diese eingeschränkte Aussagekraft ergibt sich nicht zuletzt auch daraus, dass die Analysen in diesem Kurzgutachten sich – die Realität stark vereinfachend – vornehmlich auf die beiden vorgestellten idealtypischen Lkw beziehen, die als 7,5 t-Lkw im Nah- und Regionalverkehr bzw. als 40 t-Lkw im Fernverkehr eingesetzt werden. Die Analysen sind ferner insofern abstrakt, als dass der bestehende rechtliche Rahmen nur in einer sehr groben Weise berücksichtigt wird und damit einhergehend auch die Implikationen von Pfadabhängigkeiten weitgehend ausgeklammert werden, so dass auch in diesem Kontext auf zukünftigen Forschungsbedarf verwiesen werden kann. Angenommen wird, dass es eine politische Entscheidung geben wird, dass ein Markthochlauf bei E-Lkw erfolgen soll und dass damit einhergehend eine Bereitstellung von Lkw-LI geboten ist.⁸

Die (ökonomischen) Analysen in diesem Kurzgutachten sind – zumindest implizit – darauf ausgerichtet, dass die Bereitstellung von Lkw-LI auf eine aus wohlfahrtsökonomischer Sicht vorteilhafte Weise und gemäß den Präferenzen der BEV-Lkw-Nutzer erfolgen soll.⁹ Insofern technisch-ökonomisches Wissen zu Präferenzen auf der Nachfrageseite und zu mit Bereitstellungsaktivitäten einhergehenden Kosten vorliegt, ist es möglich, (relativ) konkrete Handlungsempfehlungen bezüglich der Bereitstellung abzugeben. Wenn derartiges Wissen jedoch in einem unzureichenden Ausmaß vorliegt, fokussieren sich die Analysen vielmehr auf die Frage, welche institutionellen Arrangements geeignet sind, den Rahmen für die Fällung entsprechend vorteilhafter Entscheidungen zu bieten. In diesem Zusammenhang stellen Entscheidungsfällungen in einem (weitgehend) unregulierten Markt einerseits und durch die öffentliche Hand als zentralen Akteur andererseits idealtypische Randlösungen dar. Für die Analyse und Beurteilung derartiger institutioneller Arrangements, die als „Governance-Formen“ bezeichnet werden können, ist auf Erkenntnisse der Institutionenökonomik und dabei insbesondere der Neuen Institutionenökonomik (NIÖ) zurückzugreifen.

DEFINIERT LKW-LI-ARTEN UND STRUKTUR DIESES KURZGUTACHTENS

Dieses Kurzgutachten ist wie folgt aufgebaut:

- In Abschnitt 2 werden Grundlagen vorgestellt, die für die Analysen in den anschließenden Abschnitten von Relevanz sind. Zunächst wird in Abschnitt 2.1 dargestellt, welche Ladeinfrastruktur-Arten für Be-Pkw bedeutsam sind bzw. sein

⁸ An einigen Stellen wird im Folgenden unterstellt, dass zukünftig nahezu sämtliche Lkw BEV-Lkw sind, worauf dann jeweils explizit hingewiesen wird.

⁹ Dabei wird (implizit) auf das Kaldor-Hicks-Kriterium zur Beurteilung wohlfahrtsökonomischer Vorteilhaftigkeit zurückgegriffen.

sollten und welche wesentlichen Ausgestaltungsentscheidungen hinsichtlich der Bereitstellung bei den einzelnen dieser LI-Arten empfehlenswert sind. In Abschnitt 2.2 werden sodann grundlegende institutionenökonomische Erkenntnisse vorgestellt, auf die bei den (i.d.R. impliziten) institutionenökonomischen Analysen zurückgegriffen wird, die den (institutionenökonomischen) Einordnungen und Empfehlungen in den späteren Abschnitten zugrunde liegen. In Abschnitt 2.3 erfolgen mit Bezug zu im Nah- und Regionalverkehr eingesetzten 7,5 t-BEV-Lkw und zu im Fernverkehr genutzten 40 t-BEV-Lkw überschlägige beispielhafte Kalkulationen zu Batteriegrößen und Ladebedarfen im Kontext der gesetzlichen Regelungen zu Lenk- und Ruhezeiten.

- In den Abschnitten 3 bis 6 werden vier Ladeinfrastruktur-Arten für Lkw definiert und untersucht, die grundsätzlich geeignet erscheinen, die Nachfrage der Lkw bzw. von deren Nutzern nach Ladeinfrastruktur in einer geeigneten Weise abzudecken. Im Einzelnen werden die folgenden Ladeinfrastruktur-Arten für Lkw betrachtet:
 - In Abschnitt 3 wird die so genannte „Betriebshof-Ladeinfrastruktur“ („Lkw-BH-LI“) thematisiert.
 - Abschnitt 4 befasst sich mit Schnelllade-Ladeinfrastruktur, deren Bereitstellung in Anlehnung an das aktuell übliche Tankstellen-Konzept („Lkw-T-LI“) erfolgt.
 - In Abschnitt 5 steht Ladeinfrastruktur im Mittelpunkt, die während längerer Standzeiten- und Ruhepausen genutzt werden kann („längere Standzeiten- und Ruhepausen-Ladeinfrastruktur“ (Lkw-LSR-LI))
 - Ladeinfrastruktur, über die während des Be- und Entladens an Rampen bei Versendern und Empfängern Energie aufgenommen werden kann („Rampen-Ladeinfrastruktur“ (Lkw-RA-LI)), ist Thema in Abschnitt 6.

In diesen Abschnitten 3 bis 6 werden jeweils zunächst Ausgestaltungsfragen bezüglich der Bereitstellung identifiziert und eingeordnet, wofür auf technisch-ökonomisches Wissen zurückgegriffen wird. Sodann werden unter (impliziten) Rückgriff auf Erkenntnisse der Neuen Institutionenökonomik wesentliche institutionelle Ausgestaltungsfragen im Bereich der Bereitstellung und Finanzierung thematisiert.¹⁰ Die Betrachtungen erfolgen stets mit Bezug zu den idealtypischen 7,5 t- und 40 t-Lkw und auch auf mögliche Synergieeffekte mit der Bereitstellung der Pkw sowie verschiedene Standorttypen wird z.T. eingegangen.

- Nachgelagert wird in Abschnitt 7 zunächst kurz auf die Option der Etablierung eines „Batterie-Wechsel-Systems“ für (E-)Lkw (in Abschnitt 7.1) eingegangen. Ferner werden die Potentiale der Etablierung eines „Oberleitungs-Lkw-Systems“

¹⁰ Dabei wird z.T. auch kurz auf die Umsetzung von Bereitstellungsentscheidungen bezüglich des physischen Angebots (und somit auf die Leistungserstellung) eingegangen.

und damit einhergehend der Realisierung von Oberleitungs-Infrastruktur an Fernverkehrsstrecken (in Abschnitt 7.2) angeschnitten, über die den (E-)Lkw Strom zugeführt werden kann.

- In Abschnitt 8 werden die Lkw-LI-Arten übergreifende Schlussfolgerungen gezogen und dabei auch die ergänzenden Analysen in Abschnitt 7 berücksichtigt.

2 Grundlagen

2.1 IDEALTYPISCHE ANGEBOTSARTEN FÜR PKW-LI

Die Nachfrage nach Ladeinfrastruktur durch Be-Pkw erfolgt in quasi unendlich vielen verschiedenen Konstellationen, die aber im Bereich des motorisierten Individualverkehrs (MIV) im Wesentlichen drei verschiedenen Ladebedürfnissen zugeordnet werden können, die auch als (Ladeinfrastruktur-)Nachfrage-Arten bezeichnet werden können.^{11, 12} Zur Befriedigung dieser Ladebedürfnisse eignen sich wiederum drei verschiedene Arten von Ladeinfrastruktur für Pkw. Diesen drei Ladeinfrastruktur-Arten kann jeweils ein Ladebedürfnis zugeordnet werden und die Bereitstellung gemäß jeder dieser drei Ladeinfrastruktur-Arten sollte jeweils einem speziellen Konzept folgen. Diese Konzepte können als Bereitstellungskonzepte oder Angebotskonzepte bezeichnet werden und enthalten grundsätzliche Gestaltungsüberlegungen bezüglich der einzelnen Bereitstellungsparameter (wie insbesondere Kapazitäten und Standorte, Ladegeschwindigkeiten, Nutzungsregeln und Bepreisung etc.). Im Einzelnen sind vor diesem Hintergrund die folgenden Ladeinfrastruktur-Arten für die Nutzer von Be-Pkw im Bereich des MIV von Bedeutung (vgl. dazu auch Abbildung 1):

- **Basis-Ladeinfrastruktur (PKW-B-LI):** Auf die regelmäßig erfolgende Beladung zu Zeiten, in denen ein Fahrzeug ohnehin für einen längeren Zeitraum eines Tages parkt, ist die so genannte Basis-Ladeinfrastruktur (PKW-B-LI) ausgerichtet. Diese dürfte bei den derzeit üblichen bzw. den zu erwartenden Batteriekapazitäten und unter Berücksichtigung durchschnittlicher täglicher Fahrtweiten, bei denen Elektrofahrzeuge hinsichtlich der „Total Cost of Ownership“ (TCO) relativ vorteilhaft abschneiden, mehrfach pro Woche (und dabei wohl oftmals vor bzw. an den meisten (Arbeits-)Tagen) bzw. zumindest häufiger als andere Ladeinfrastruktur-Arten genutzt werden. PKW-B-LI kann im Hinblick auf ein i.d.R. nächtliches Laden im privaten Bereich („PKW-p-B-LI“) auf dem Grundstück bzw. in der (Tief-)Garage des Nutzers verortet sein. Dabei kann

¹¹ Vgl. BECKERS ET AL. (2015) und HILDEBRANDT (2016).

¹² Dieser Abschnitt 2.1 ist aus BECKERS / GIZZI (2019, S. 1 ff) übernommen.

zwischen PKW-p-B-LI im alleinigen Verfügungsbereich des Nutzers („private Garagen-LI“ bzw. „PKW- p-G-B-LI“) und PKW-p-B-LI bei Mehrfamilienhäusern („private Tiefgaragen-LI“ bzw. „PKW-p-TG-B-LI“) unterschieden werden. Im Wohnumfeld kann die Ladeinfrastruktur auch im öffentlich zugänglichen Bereich und dabei insbesondere im öffentlichen Straßenraum („PKW- ö-B-LI“), aber auch im halböffentlichen Bereich („PKW-hö-B-LI“, z.B. in Parkhäusern) platziert sein. Weiterhin kann B-LI auch beim Arbeitgeber verortet sein („PKW-AG-B-LI“). An PKW-B-LI können Nutzer ihre Fahrzeuge in der Regel ohne Inkaufnahme von Einschränkungen ihres Mobilitätsverhaltens über eine längere Zeit und damit auch mit geringeren Leistungen laden und dabei oftmals vollladen, weshalb der Rückgriff auf Schnellladetechnologie grundsätzlich nicht erforderlich bzw. nicht sinnvoll ist und sich vielfach die AC 1-Technologie (und ansonsten ggf. die AC 3-Technologie) eignen wird.

- **Tankstellen-Ladeinfrastruktur (PKW-T-LI):** Öffentlich zugängliche Tankstellen-Schnellladeinfrastruktur – oder verkürzt Tankstellen-Ladeinfrastruktur – (PKW-T-LI) entspricht in ihrer Funktion z.T. den Tankstellen für konventionellen Kraftstoff und die Bereitstellung lehnt sich in diesem Zusammenhang in gewisser Hinsicht an das Konzept von Tankstellen an. Entfernte Reiseziele können jenseits der maximalen Reichweite von Elektrofahrzeugen liegen, was insbesondere den Fernverkehr betrifft. Die maximale Reichweite kann außerdem bereits durch Fahrten in einer Region überschritten werden („Regionenverkehr“), z.B. wenn nicht während der normalen Standzeit geladen werden kann (wie beispielsweise an einem Urlaubsort, wo ggf. kein Rückgriff auf PKW-B-LI möglich ist, und somit in einer „Urlaubsregion“) oder wenn an einem Tag – ggf. auch in der „Heimatregion“ – längere Fahrten stattfinden, welche die von einer vollgeladenen Batterie ermöglichte Reichweite übersteigen. Da in diesen Fällen Fahrten zum Laden unterbrochen werden müssen, eignet sich zur Abdeckung dieser Nachfrage öffentlich zugängliche Gleichstrom (DC)-Schnellladeinfrastruktur. Denn bei der Nutzung fallen bei den Nachfragern Zeitkosten an, wobei diesen (Brutto-)Kosten etwaige Nutzen aus während der Ladezeit durchgeführten Aktivitäten gegenüberzustellen sind (z.B. „Kaffeetrinken“ oder „Einkaufen im Tankstellenshop“). Um die Nachfrage adäquat zu befriedigen und dabei auch die durch PKW-T-LI generierbaren Mobilitätsoptionen zu berücksichtigen, ist es unentbehrlich, dass ein PKW-T-LI-Netzwerk existiert. Dieses muss sich auszeichnen durch eine ausreichende räumliche Abdeckung (an Fernverkehrsadern und außerdem gewisse Flächendeckung) und eine hohe Verfügbarkeit gewährleistende Kapazität an einzelnen Standorten (und insofern eine entsprechend große Anzahl an Ladesäulen insbesondere an „Hot-Spots“ der Nachfrage) sowie durch hohe Lade-Geschwindigkeiten an den Säulen (DC-Laden deutlich jenseits von 50 kW, also z.B. 250 kW oder 350 kW).
- **Ergänzungs-Ladeinfrastruktur (PKW-E-LI):** Wenn Nutzer Wegekettchen „abfahren“, parken Fahrzeuge oftmals und dabei besteht die Möglichkeit,

entsprechend geeignet platzierte Ladeinfrastruktur quasi „nebenbei“ zu nutzen und zu laden. Hierauf ausgerichtete Ladeinfrastruktur kann die Basis- und Tankstellen-Ladeinfrastruktur ergänzen und daher als „Ergänzungs-Ladeinfrastruktur“ (PKW-E-LI) bezeichnet werden. Durch PKW-E-LI kann ggf. die Nutzung von PKW-T-LI unterbleiben und entsprechend Zeit eingespart werden. Bei PKW-E-LI können verschiedene Ladegeschwindigkeiten und damit einhergehend auch Ladetechnologien (AC 1 und AC 3 sowie auch DC) sinnvoll einsetzbar sein. PKW-E-LI dürfte insbesondere im so genannten halböffentlichen Bereich („PKW-hö-E-LI“) und dort z.B. auf Parkflächen von Einzelhandelsgeschäften (Supermärkten, Möbelhäusern usw.) und von Freizeitangebietern (Sportstudio etc.) zu finden sein. Anzumerken ist, dass Ladeinfrastruktur, die zu bestimmten Zeiten durch ein entsprechendes Angebotskonzept als PKW-B-LI einzuordnen ist (z.B. PKW-ö-B-LI für eine regelmäßige nächtliche Beladung) sich zu anderen Zeit in Verbindung mit einem entsprechend anderen Angebotskonzept als PKW-E-LI eignen kann (im aufgeführten Beispiel dann als „PKW-ö-E-LI“, die z.B. tagsüber vom Einkaufsverkehr genutzt werden kann).

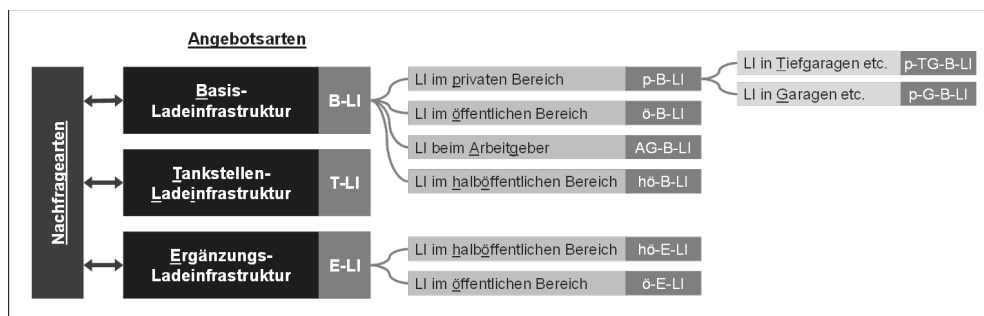


Abbildung 1: Nachfrage- und Angebotsarten bei der Ladeinfrastruktur für Be-Pkw im MIV

Für eine große Anzahl der potentiellen Nutzer der Elektromobilität dürfte die Verfügbarkeit von für sie nutzbarer PKW-B-LI dafür bedeutsam sein, dass sie in die Elektromobilität einsteigen. Für die (wohl eher wenigen) Nutzer der Elektromobilität, die über keine PKW-B-LI verfügen, weist PKW-T-LI dann eine umso größere Bedeutung auf.¹³ Ein gewisses

¹³ Zu beachten ist, dass die Verfügbarkeit von Pkw-B-LI für die Nutzer der Elektromobilität auch aus gesamtsystemischer Sicht von Bedeutung ist, da die Nutzer (bzw. von den Nutzern beauftragte Dienstleister (wie z.B. Stromvertriebe) oder gesetzlich bzw. regulatorisch damit beauftragte Akteure (wie z.B. Verteilnetzbetreiber)) die Beladung der Fahrzeuge während ihrer Standzeiten an der PKW-B-LI insbesondere dann durchführen können, wenn der Strompreis niedrig und somit tendenziell aus fluktuierenden erneuerbaren Energien erzeugter Strom „übrig“ ist und in den Elektrofahrzeugen bzw. deren Batterien gespeichert werden kann.

Nachfragesegment kann im privaten Bereich unkompliziert und (mehr oder weniger) eigenständig die Verfügbarkeit von PKW-B-LI sicherstellen, was insbesondere für Eigenheimbesitzer und – wenn auch mit Einschränkungen – bei Mehrfamilienhäusern gilt. Mit diesen Nachfrageschichten dürfte in den folgenden Jahren relevante Fortschritte beim Markthochlauf für die Elektromobilität in Deutschland zu erreichen sein. Allerdings werden diese (potentiellen) Nutzergruppen – genau wie die Nutzer von PKW-B-LI im halböffentlichen und im öffentlichen Bereich – der Verfügbarkeit von PKW-T-LI eine große Bedeutung beimessen, sodass sie sich vermutlich in einem nicht nur geringen Umfang gegen den Kauf von Elektrofahrzeugen entscheiden werden, wenn die Bereitstellung von PKW-T-LI nicht bzw. in einem recht suboptimalen Ausmaß gewährleistet ist.¹⁴ In diesem Kontext kann auf Beckers / Gizzi / Hermes / Weiß (2019) verwiesen werden, die unter Berücksichtigung ökonomischer Erkenntnisse und (verfassungs- und unions-)rechtlicher Aspekte analysieren, wie die Bereitstellung von PKW-T-LI in Deutschland organisiert werden sollte. Vom Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) ist im Übrigen ein Vorgehen bei der Bereitstellung von Pkw-T-LI angekündigt worden, das den Empfehlungen in BECKERS / GIZZI (2019) ähnelt.¹⁵

2.2 GRUNDLEGENDE INSTITUTIONENÖKONOMISCHE ERKENNTNISSE ALS GRUNDLAGE FÜR DIE ANALYSE VON (POLITIK- UND REGULIERUNGS-) MAßNAHMEN

2.2.1 Institutionenökonomische (Grundsatz-)Frage des angemessenen Umfangs öffentlicher (Politik- und Regulierungs-)Eingriffe

Die öffentliche Hand kann durch (Politik- und Regulierungs-)Maßnahmen bzw. (Markt-)Eingriffe die Aktivitäten der Akteure in einem ansonsten grundsätzlich marktwirtschaftlichen Wirtschaftssystem (und dabei insbesondere der privaten Unternehmen) beeinflussen.¹⁶ Im Hinblick auf die Erreichung definierter Ziele stellen sich die Fragen des angemessenen Umfangs und der Ausgestaltung derartiger öffentlicher

¹⁴ In diesem Kontext ist darauf hinzuweisen, dass die Verfügbarkeit eines PKW-T-LI-Netzwerkes auch die relative Attraktivität von BEV und PHEV beeinflusst. Sofern kein geeignetes PKW-T-LI-Netzwerk existiert, erhöht sich die relative Attraktivität von PHEV. Dies bedeutet aber auch, dass dann aus einer relativ hohen Nachfrage nach PHEV nicht geschlossen werden kann, dass die Nachfrager nicht an BEV interessiert sind.

¹⁵ Vgl. dazu die am 20.12.2019 vom BMVI veröffentlichte Pressemitteilung „Ladeinfrastruktur kommt! – Neue Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur gegründet / Eckpunkte für Finanzierung von Schnellladeinfrastruktur steht“ (Im Internet abgerufen am 15.01.2021 unter <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2019/100-scheuer-ladeinfrastruktur-kommt.html>).

¹⁶ Dieser Abschnitt 2.2 entspricht (weitgehend) Abschnitt 2.1 in BECKERS ET AL. (2019a).

Aktivität durch die Politik in der Legislative, die als „wirtschaftspolitische Eingriffe“ eingeordnet werden können, und durch Regulierer bzw. die Verwaltung, die als „regulatorische Eingriffe“ angesehen werden können. Übergreifend können derartige Eingriffe in das Wirtschaftssystem als „öffentliche Eingriffe“ oder „öffentliche Maßnahmen“ bezeichnet werden. In diesem Kurzugutachten werden u.a. derartige für das gesamte Wirtschaftssystem relevante Fragen mit Bezug zur Ladeinfrastruktur für BEV-Lkw betrachtet. Die wesentliche Grundlage für die diesbezüglichen Analysen stellt die Institutionenökonomik und dabei insbesondere die Neue Institutionenökonomik (NIÖ) dar.

EINE UNREGULIERTE MARKTWIRTSCHAFT UND EINE PLANWIRTSCHAFT ALS EXTREMFORMEN FÜR ÖFFENTLICHE EINGRIFFE SOWIE DIE BEDEUTUNG VON WISSEN GEMÄß JENSEN / MECKLING (1995)

Extremformen öffentlicher Eingriffe und Aktivität im Wirtschaftssystem stellen einerseits eine unregulierte Marktwirtschaft und andererseits eine (vollumfassende) Planwirtschaft mit dem Staat als (einzigem und) zentralem Akteur dar. In einer Marktwirtschaft, in der Unternehmen in einem wettbewerblichen Kontext agieren, führt die Koordination der wirtschaftlichen Aktivität unter Nutzung des Preismechanismus gemäß den Aussagen (einfacher) (formaler mikro-)ökonomischer Modelle zu einer effizienten Ressourcenallokation. Auch wenn diese ökonomischen Modelle auf sehr vielen unrealistischen Annahmen basieren, dürften sie dennoch auf relevante Aspekte der Koordination in einer Marktwirtschaft und der Vorteile dieser Koordination hinweisen. JENSEN / MECKLING (1995), die dabei (Vor-)Arbeiten in HAYEK (1945) aufgreifen, zeigen mit auf einfachen Modellierungen basierenden Überlegungen, dass insbesondere über den Preismechanismus in einer Marktwirtschaft auch Wissen effizient allokiert und genutzt werden kann, während in einer Planwirtschaft das Problem bzw. die Herausforderung besteht, dass das für die zentrale Planung erforderliche Wissen bei dem zentralen Planer auch tatsächlich vorliegt. Allerdings weisen ökonomische Erkenntnisse auch auf Ineffizienzen im Rahmen einer Koordination der wirtschaftlichen Aktivitäten der Akteure in einem wettbewerblichen Kontext in einer Marktwirtschaft hin.

Vor diesem Hintergrund sind bei der Befassung der öffentlichen Hand – und somit auch von Wissenschaftlern/innen und sonstigen Analytikern/innen, die die öffentliche Hand (gefragt oder ungefragt) beraten – mit Bezug zum Einzelfall und zu konkreten Fragestellungen im Wirtschaftssystem Vergleiche zur Eignung unterschiedlicher öffentlicher (politischer und regulatorischer) Eingriffsumfänge und -ausgestaltungen durchzuführen. Einen vollkommenen Verzicht auf öffentliche Eingriffe und eine somit vollkommen unregulierte Marktwirtschaft, in der der Staat lediglich Eigentumsrechte

garantiert, gibt es in der Praxis quasi nicht. Aber relativ wenig regulierte (markt-) wirtschaftliche Bereiche haben durchaus eine hohe empirische Relevanz.¹⁷

UNTERSCHIEDLICHE ARTEN UND EBENEN ÖFFENTLICHER PLANUNGSAKTIVITÄT IM KONTEXT VON ÖFFENTLICHEN (POLITIK- UND REGULIERUNGS-)MAßNAHMEN

Bei Vergleichen unterschiedlicher öffentlicher Eingriffsumfänge und -ausgestaltungen ist zu berücksichtigen, dass öffentliche Planungsaktivität in vielfältiger Form erfolgen kann, die sich insbesondere durch die Art und die Ebene der öffentlichen Planung unterscheiden kann:

- **Frage der Planungsart:** Die öffentliche Planung kann sich auf technisch-systemische Maßnahmen und damit direkt auf die Ressourcen-Allokation beziehen, z.B. durch den Beschluss eine bestimmte Autobahn zu errichten (und der damit – das sei hier angenommen – direkt einhergehenden Umsetzung dieses Beschlusses). Damit wird von der öffentlichen Hand recht unmittelbar über die Bereitstellung von Gütern entschieden. Öffentliche Planung muss aber nicht direkt auf das technische System einwirken, sondern kann sich auch auf die Gestaltung von Institutionen beziehen, die mehr oder weniger direkt (und damit i.d.R. einhergehend früher oder später) dann die Ressourcenallokation im technischen System (mehr oder weniger) beeinflussen. Dies weist darauf hin, dass regulatorische Eingriffe in das Wirtschaftsgeschehen zentral erfolgen und somit ebenfalls Ergebnis einer zentralen Planung sind. Zunächst können Institutionen durch die öffentliche Hand gestaltet werden, die recht direkt die Ressourcenallokation beeinflussen, z.B. durch die Ausgestaltung eines Vergabeverfahrens, in dem Akteure das Recht und die Pflicht ersteigern, an einem von ihnen ausgewählten Ort in Deutschland Windenergieanlagen zu errichten. Eine vergleichsweise indirekte Beeinflussung der Ressourcenallokation kann erfolgen, indem der Gesetzgeber Institutionen in Form von Governance-Mechanismen definiert und damit festlegt, wie in bestimmten Bereichen planerische Entscheidungen zukünftig zustande kommen.¹⁸

¹⁷ Bei der Analyse der Eignung von öffentlicher Planungsaktivität ist im Übrigen auch zu berücksichtigen, dass dabei nicht nur die bereits erwähnten Herausforderungen des Wissensmanagements bestehen, damit der öffentliche zentrale Planer über das erforderliche Wissen zur adäquaten Aufgabenwahrnehmung verfügt, sondern dass sich in einer Demokratie (aber – dann in anderer Weise – auch in anderen Gesellschaftssystemen) mit Bezug zu öffentlicher Planungsaktivität spezielle Anreiz- und Kontrollprobleme im öffentlichen und nicht zuletzt im politischen Bereich stellen. Diese Probleme stehen im Übrigen im Mittelpunkt der Betrachtungen der Neuen Politischen Ökonomie (NPÖ), die dabei auf diverse Erkenntnisse der Prinzipal-Agent-Theorie zurückgreift. Derartige Probleme werden in diesem Kurzgutachten jedoch nicht thematisiert.

¹⁸ Beispiele hierfür sind diverse Kompetenzübertragungen an die Bundesnetzagentur als Regulierer, die u.a. (Vor-)Entscheidungen über den Bau bestimmter Infrastrukturen treffen darf und Erlaubnisse oder Verbote

- **Frage der Planungsebene im technisch-systemischen Sinne (und damit der Output- bzw. Input-Orientierung der Planung):** Planungsaktivität zu technisch-systemischen Maßnahmen kann – beispielsweise wenn das Ziel besteht, den Kohlendioxidausstoß (CO₂-Ausstoß) in einer Volkswirtschaft zu reduzieren – in einer mehr oder weniger „Output-orientierten“ bzw. „Input-orientierten Weise“ erfolgen. Mit Bezug zum aufgeführten Beispiel kann der Einsatz von CO₂-Zertifikaten als ein sehr Output-orientierter Ansatz angewendet werden und dabei werden die konkreten Maßnahmen im technisch-systemischen Sinne im Wirtschaftssystem im Rahmen von diversen Koordinationsaktivitäten auf Märkten durch einzelne (dezentrale) Unternehmen und sonstige Akteure festgelegt. Alternativ könnten durch zentrale Planung auch eher Input-orientiert konkrete technisch-systemische Entscheidungen im Hinblick auf eine Reduktion des CO₂-Ausstoßes getroffen werden, z.B. durch die Vorgabe von CO₂-Ausstoß-Reduktionszielen in einzelnen Sektoren (wie im Energiesektor, im Verkehrssektor oder in der Landwirtschaft) oder – noch Input-orientierter – durch die konkrete Beschlussfassung zur Errichtung von einer bestimmten Windenergieanlagenkapazität in einem bestimmten Zeitraum.

Je nachdem auf welcher Ebene (und damit in einer mehr oder weniger Input- oder Output-orientierten Weise) öffentliche technisch-systemische Planungsaktivitäten ansetzen, sind dann regelmäßig direkt anschließend weitere Planungsaktivitäten bezüglich von Institutionen erforderlich, die im direkten Anschluss an die planerisch getroffene technisch-systemische Entscheidung die Grundlage dafür bilden, dass die zur Umsetzung dieser Entscheidung von den Wirtschaftssubjekten (und dabei insbesondere Unternehmen) durchzuführenden Maßnahmen stattfinden können. Beispielsweise kann an einen gesetzlichen Beschluss mit einem technisch-systemischen Charakter hinsichtlich der Errichtung von einer bestimmten Windenergieanlagenkapazität in einem bestimmten Zeitraum ein Beschluss zur Ausgestaltung der Institutionen anknüpfen, mit denen die Orte und die Akteure auszuwählen sind, wo bzw. durch welche die Windenergieanlagen zu errichten sind (was im Übrigen aktuell in Deutschland durch Auktionsverfahren erfolgt).

bezüglich der Stilllegung von Kraftwerken aussprechen kann. Auch durch legislative (Grundsatz-) Entscheidungen etablierte (Vor-)Festlegungen zur späteren legislativen Involvierung in Bedarfsplanungsentscheidungen bei Infrastrukturen im Einzelfall, die etwa beim Netzentwicklungsplan für die Stromübertragungsnetze und bei der Bundesverkehrswegeplanung vorliegen, stellen Beispiele für Governance-Mechanismen dar.

***DIE BEDEUTUNG VON WISSEN BEIM VERGLEICH VON ALTERNATIVEN (MIT
UNTERSCHIEDLICHEN ÖFFENTLICHEN PLANUNGSAKTIVITÄTEN EINHERGEHENDEN)
ÖFFENTLICHEN (POLITIK- UND REGULIERUNGS-)MAßNAHMEN***

Bei den diversen (bzw. eigentlich nahezu „unendlich vielen“) bestehenden Möglichkeiten öffentlicher Planung, die sich nicht zuletzt durch die Art und Ebene der Planung unterscheiden, ist unterschiedliches Wissen dafür bedeutsam, dass eine „gute Planung“ durchgeführt wird. Für sich direkt auf die Ressourcenallokation beziehende Planungsentscheidungen ist technisch-systemisches Wissen von Bedeutung, über welches vielfach Ingenieure/innen verfügen, während institutionelles Wissen hierfür grundsätzlich unwichtig ist. Für die Gestaltung von Institutionen und dabei auch von Governance-Formen wird institutionelles Wissen benötigt, welches insbesondere bei Institutionenökonominnen/innen und Rechtswissenschaftlerinnen/innen vorliegt. Ferner ist i.d.R. aber auch (in einem mal mehr und mal weniger großen Ausmaß) technisch-systemisches Wissen von Relevanz, um die Eignung der Anwendung bestimmter institutioneller Lösungen in einem bestimmten, nicht zuletzt auch durch technisch-systemische Besonderheiten bedingten Kontext beurteilen zu können. Je nachdem auf welcher technisch-systemischen Ebene die öffentliche Planung erfolgt und die öffentlichen (Politik- oder Regulierungs-)Maßnahmen ansetzen, unterscheidet sich das erforderliche technisch-systemische Wissen und hat – anders formuliert – eine stärkere Output- oder Input-Orientierung aufzuweisen.

Wenn auf Seiten bzw. aus dem Blickwinkel der öffentlichen Hand unterschiedliche Optionen für den Umfang und die Ausgestaltung öffentlicher Planungsaktivität untersucht und die damit einhergehenden Wirkungen prognostiziert (und dann auf Basis eines Zielsystems regelmäßig auch bewertet) werden, sind nicht zuletzt auch der verfügbare Wissensstand der für Planungsaktivitäten zuständigen öffentlichen Stellen, die dortigen Möglichkeiten zur (kurz- oder zumindest mittel- bzw. langfristigen) Aneignung und zum Einbezug von bereits verfügbarem Wissen sowie zum (i.d.R. eher mittel- oder langfristig möglichem) Aufbau von neuem (bisher nirgendwo im Wirtschaftssystem verfügbarem) Wissen zu betrachten. Dies betrifft sowohl technisches-systemisches als auch institutionelles Wissen.

Bei der Untersuchung der Alternative einer weitgehend unregulierten Marktwirtschaft hat nicht unbedingt in einem analogen Ausmaß eine Befassung mit Wissensständen und deren Veränderbarkeit bei den relevanten Akteuren (und dabei insbesondere bei den in den entsprechenden Wirtschaftsbereichen tätigen Unternehmen) zu erfolgen. Denn es ist gerade ein großer Vorteil von weitgehend unregulierten Marktwirtschaften, dass es – von der Planung der allgemeinen (Restriktionen für die Akteure etablierenden) Rahmenbedingungen im Rahmen einer (weitgehend unregulierten) Marktwirtschaft abgesehen – keines öffentlichen Planers Bedarf. Nichtsdestotrotz kann es auch mit Bezug zu einer weitgehend unregulierten Marktwirtschaft geboten sein, Wissensstände zu betrachten. Dies gilt speziell dann, wenn der Verdacht besteht, dass durch öffentliche Eingriffe in das Wirtschaftsgeschehen Ziele besser erreicht werden könnten als in einer

weitgehend unregulierten Marktwirtschaft.¹⁹ In dieser Situation bietet sich vielfach eine Prognose der Wirkungen des fortgesetzten Nicht-Eingreifens zum einen und der Alternative des öffentlichen Eingreifens in die (bislang) weitgehend unregulierte Marktwirtschaft zum anderen an. Für die Prognose der Wirkungen des Nicht-Eingreifens sind dann Erkenntnisse über Markt- und Wettbewerbsprozesse erforderlich, welche insbesondere in der Industrieökonomik und der dieser zurechenbaren Netzwerkökonomik eine Rolle spielen.²⁰ Insofern ist für die Analyse der Alternative des öffentlichen Nicht-Eingreifens in eine weitgehend unregulierte Marktwirtschaft ebenfalls institutionelles Wissen bzw. – enger formuliert – industrieökonomisches Wissen erforderlich.

Zu beachten ist, dass bestimmtes Wissen regelmäßig dezentral im Wirtschaftssystem bei „irgendwelchen“ Akteuren (wie Unternehmen) vorhanden ist; dann wird auch von „dezentralem Wissen i.e.S.“ gesprochen. Anderes Wissen hingegen kann „von der Natur der Sache her“ als „zentrales Wissen“ bezeichnet werden, z.B. der öffentlich bekannte Forschungsstand zu einer bestimmten Fragestellung. Neben „irgendwo“ im Wirtschaftssystem vorliegendem dezentralem Wissen i.e.S. (im Folgenden nur als „dezentrales Wissen“ bezeichnet) kann sich dezentrales Wissen i.w.S. auch speziell auf örtliche Gegebenheiten beziehen und wird dann als „lokales Wissen“ eingeordnet. Je nachdem, ob für bestimmte wirtschaftliche Aktivitäten zentrales, dezentrales oder lokales Wissen von Bedeutung ist, können sich unterschiedliche öffentliche (Politik- und Regulierungs-)Maßnahmen tendenziell mehr bzw. weniger eignen.

Angemerkt sei ferner, dass im öffentlichen Bereich in Deutschland – aber analog auch in mehr oder weniger ähnlichen Ausgestaltungsweisen in anderen Ländern – ein Mehrebenensystem existiert, in dem – hier vereinfachend von einem genau zwei Ebenen umfassenden Mehrebenensystem ausgehend (und damit die institutionelle Realität in Deutschland ignorierend) – die Zuordnung von Aufgaben und die Koordination zwischen der zentralen Ebene und der dezentralen Ebene sowie auf der dezentralen Ebene z.T. gemäß zentral definierter Regeln erfolgt. Dabei kann es regelmäßig als eine große Stärke der Gebietskörperschaften auf der dezentralen Ebene gegenüber der zentralen Ebene angesehen

¹⁹ Z.T. wird – Erkenntnisse einfacher formaler mikroökonomischer Modelle berücksichtigend – die Position vertreten, dass öffentliche Eingriffe in das Wirtschaftsgeschehen insbesondere dann erfolgen bzw. in Betracht gezogen werden sollten, wenn Marktmachtprobleme, externe Effekte oder Informationsasymmetrien vorliegen und in diesem Zusammenhang von „Marktversagen“ gesprochen werden kann. Dazu ist anzumerken, dass mit diesem „Marktversagens-Ansatz“ eine durchaus geeignete grobe Daumenregel vorliegt, wann regulatorische Maßnahmen (i.w.S.) untersucht werden sollten. Allerdings kommt es dabei sehr auf das Ausmaß von Marktversagens-Tatbeständen an und selbst dann, wenn dieses berücksichtigt wird, kann dieser Ansatz letztendlich doch lediglich als eine Daumenregel dafür angesehen werden, wann (u.a.) öffentliche Eingriffe in Betracht zu ziehen und genauer zu untersuchen sind.

²⁰ Da sich die Industrieökonomik mit der Wirkung der Institution „Marktwirtschaft“ befasst, kann diese auch einer im weiten Sinne verstandenen Institutionenökonomik zugerechnet werden.

werden, dass sie über lokales Wissen verfügen.²¹ Aufgaben die zentrales Wissen erfordern, können in einem staatlichen Mehrebenensystem oftmals von der zentralen Ebene besser wahrgenommen werden als von der dezentralen Ebene.

2.2.2 Herausforderung bei der zielgerichteten Entwicklung und Analyse alternativer öffentlicher (Eingriffs-)Maßnahmen als „institutioneller Ingenieursaufgabe“

Die Entwicklung und Analyse von alternativen öffentlichen (Politik- und Regulierungs-) Maßnahmen, die zur Erreichung vorgegebener Ziele beitragen sollen, weist Ähnlichkeiten zu Entwicklungsaufgaben im technisch-systemischen Bereich auf. Daher kann – Einordnungen und Überlegungen von COLANDER (1992) und COLANDER (2017) berücksichtigend – auch von einer „institutionellen Ingenieursaufgabe“ gesprochen werden. Die Identifikation optimaler Lösungen bei dieser institutionellen Ingenieursaufgabe ist dabei quasi nicht möglich und die Analysen weisen Besonderheiten auf, die so bei ökonomische Analysen zu anderen Fragestellungen (wie z.B. bei empirischen Analysen sowie formalen mikroökonomischen Modellierungen zur Erklärung beobachtbarer Sachverhalte) nicht vorliegen.

Als eine wesentliche Grundlage für die Erfüllung des Anspruchs der Wissenschaftlichkeit kann bei derartigen Analysen zu institutionellen Ingenieursaufgaben die Gewährleistung der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit bzw. das Anstreben dieses Ziels angesehen werden, wobei dieses Ziel vollumfassend faktisch niemals erreichbar sein wird. In diesem Zusammenhang beeinflussen die für Analysen und deren Darstellung zur Verfügung stehenden Ressourcen auf eine nicht unerhebliche Weise, inwieweit dem (unerreichbaren) Ziel der Gewährleistung intersubjektiver Nachvollziehbarkeit nahe gekommen werden kann.

2.2.3 Schlussfolgerungen für die (institutionen-)ökonomischen Analysen in diesem Kurzgutachten

Die vorstehenden dargestellten Erkenntnisse zu (institutionen-)ökonomischen Analysen bezüglich öffentlicher (wirtschaftspolitischer und regulatorischer) Eingriffe in das Wirtschaftsgeschehen werden bei den Untersuchungen in diesem Kurzgutachten – zumindest implizit – berücksichtigt. Dies bedeutet u.a., dass Wissensstände bei der öffentlichen Hand (bzw. bei den diese – gefragt oder ungefragt – durch Analysen unterstützenden Akteuren) eine erhebliche Relevanz für die Untersuchungsergebnisse aufweisen; dies gilt im Übrigen analog für Prognosen über die Entwicklung von

²¹ Zu berücksichtigen ist, dass u. U. auch „vor Ort“ tätige Unternehmen über lokales Wissen verfügen werden.

Wissensständen (z.B. bei der öffentlichen Hand, der infolge legislativer Beschlüsse eine Planungsaufgabe zugeordnet wird).

Im Hinblick auf das Anstreben der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit ist anzumerken, dass in diesem Kurzgutachten – aufgrund sehr begrenzter Ressourcen bei ihrer Erstellung – bei den Analysen Untersuchungsgänge allenfalls ansatzweise erläutert werden können und diverse Analyseschritte vielmehr implizit vorgenommen werden.

2.3 ÜBERSCHLÄGIGE BEISPIELHAFTE KALKULATIONEN ZU BATTERIEGRÖßEN UND LADEBEDARFEN IM KONTEXT DER REGELUNGEN ZU LENK- UND RUHEZEITEN

GRUNDLEGENDE ZUSAMMENHÄNGE UND ÜBERLEGUNGEN

Die Häufigkeit, mit der BEV-Lkw Lkw-LI nutzen, ist abhängig von der Größe ihrer Batterien und den Energieverbräuchen der Fahrzeuge. Bei der Wahl der Batteriegröße besteht ein Zielkonflikt:

- Einerseits erlauben größere Batterien längere Fahrzeiten, die nicht durch die Nutzung von Lkw-LI unterbrochen werden müssen.
- Andererseits fallen für größere Batterien höhere Kosten als für kleinere an und das höhere Gewicht größerer Batterien führt zumindest in einem gewissen Ausmaß zu höheren Energieverbräuchen und kann bei fixiertem maximalem Gesamtgewicht die Beladungsmöglichkeiten einschränken.²² Dem letztgenannten Nachteil kann entgegengewirkt werden, indem speziell für BEV-Lkw entsprechend erhöhte maximal Gesamtgewichte festgelegt werden. Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden von der möglichen Einschränkung der Zuladungsmöglichkeiten bei Rückgriff auf größere Batterien in Lkw abstrahiert.²³

Im Kontext der hohen Zeitopportunitätskosten beim Gütertransport per Lkw liegt es nahe, gerade (auch) die Ruhe- und Standzeiten, die Lkw bzw. deren Fahrer/innen gemäß den europäischen Vorgaben in der Verordnung (EG) 561/2006 einzuhalten haben, zu nutzen, um in dieser Zeit die Batterien der an Lkw-LI angeschlossenen BEV-Lkw aufzuladen.

²² Allerdings ist auch zu berücksichtigen, dass es deutliche Hinweise darauf gibt, dass kleinere Batterien schneller altern, was nicht zuletzt mit dem häufiger erforderlichen Be- und Entladen im Kontext ihrer geringeren Kapazität zusammenhängen dürfte.

²³ Zu beachten ist, dass insbesondere bei BEV-Lkw in der „40 t-Gewichtsklasse“ eine Erhöhung des zulässigen maximalen Gesamtgewichts, die durch die Kompensation des Nachteils des Batteriegewichts bei Lkw motiviert ist, mit einer erhöhten Schädigung von Fahrbahnen und insbesondere von Brückenbauwerken zu rechnen ist.

Dabei kann – die Rechtslage in einer leicht vereinfachten Weise berücksichtigend – von den folgenden Pausen und damit einhergehend Standzeiten der Lkw ausgegangen werden:

- Alle 4,5 Stunden Fahrzeit haben Lkw – davon ausgehend, dass diese mit nur einem/r Fahrer/in besetzt sind – eine als „Fahrunterbrechung“ bezeichnete Pause von 45 Minuten vorzusehen.
- Einmal am Tag haben Lkw eine (zumindest) 11 Stunden lange so genannte „Ruhezeit“ einzulegen. Dreimal pro Woche darf diese regelmäßige tägliche Ruhezeit im Übrigen auf 9 Stunden verkürzt werden.

KALKULATIONEN MIT BEZUG ZU 40 T-LKW, DIE IM FERNVERKEHR EINGESETZT WERDEN

Wenn mit einem 40 t-Lkw, der im Fernverkehr eingesetzt wird, zwischen zwei Fahrunterbrechungen und somit während 4,5 Stunden mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h gefahren wird, kann eine Strecke von 360 km zurückgelegt werden. Hierfür hat die Batterie von 40 t-Lkw bei einem angenommenen Energieverbrauch von 1,5 kWh / km eine Kapazität von 540 kWh aufzuweisen.

Um während einer 45 minütigen Fahrunterbrechung Energie für eine derartige 360 km lange Fahrt aufzunehmen, hat die Lkw-LI eine Leistung von 720 kW aufzuweisen. Eine Leistung von 720 kW ist nur mit der Gleichstrom-(DC)-Technologie erreichbar. Mit dem derzeit gängigen CCS („Combined Charging System“)-Standard kann eine solche Leistung noch nicht erreicht werden. Der derzeit in der Entwicklung befindliche Standard für ein „Megawatt Charging System“ (MCS) wird dies hingegen ermöglichen und soll Ende 2021 zur Verfügung stehen.²⁴

Während der täglichen Ruhezeit von 11 Stunden kann eine Batterie mit einer Kapazität von 540 kWh unproblematisch auch bereits mit heute in der Praxis üblichen DC-Ladesäulen vollgeladen werden, die überwiegend Leistungen im Bereich von 50 bis 350 kW aufweisen. Mit für dreiphasiges AC-Laden ausgelegte LI („AC-3-LI“) sind Leistungen bis 44 kW erreichbar („AC-3-44 kW-LI“). Für das Beladen einer Batterie mit 540 kWh sind für derartige AC-3-LI ca. 12,5 Stunden einzukalkulieren. Dies zeigt, dass AC-3-LI im Bereich von 40 t-Lkw nicht zwangsläufig keinerlei Rolle spielen wird. Der Vorteil von AC-3-LI sind deutlich geringere Kosten im Vergleich zur DC-Ladeinfrastruktur. Diesem Vorteil steht der Nachteil gegenüber, dass die Lkw mit einem für dreiphasiges Wechselstrom-Laden geeigneten Wechselrichter auszustatten sind.

²⁴ Vgl. hierzu die Angaben auf der Homepage <https://www.charin.global/technology/mcs/> (abgerufen am 31.03.2021).

KALKULATIONEN MIT BEZUG ZU 7,5 T-LKW, DIE IM NAH- UND REGIONALVERKEHR EINGESETZT WERDEN

Wenn man bei einem im Nah- und Regionalverkehr eingesetzten 7,5 t-Lkw von einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 60 km/h ausgeht, kann dieser in den 4,5 Stunden zwischen zwei 45 minütigen Fahrunterbrechungen eine Strecke von 270 km zurücklegen. Hierfür ist eine Batterie mit einer Kapazität von 135 kWh erforderlich. Diese kann während einer 45-minütigen Fahrunterbrechung von einer DC-LI vollständig aufgeladen werden, deren Leistung mindestens 180 kW beträgt. Derartige DC-Ladesäulen sind bereits aktuell in der Praxis im Einsatz. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass in dieser Lkw-Größenklasse die Tagesfahrweite in den meisten Fällen deutlich weniger als 200 km beträgt. Deshalb dürfte es für diese Fahrzeuge nicht besonders häufig erforderlich sein, während einer (45 minütigen) Pause eine DC-LI zu nutzen. Das vollständige Aufladen einer derartigen Batterie mit AC-3-LI ist in Abhängigkeit von deren Leistung in etwa 12,5 Stunden (bei einer Leistung von 11 kW), 6,25 Stunden (bei einer Leistung von 22 kW) oder 3 Stunden (bei einer Leistung von 44 kW) möglich.

3 Betriebshof-Ladeinfrastruktur („Lkw-BH-LI“)**3.1 GRUNDSÄTZLICHER BEDARF UND WESENTLICHE AUSGESTALTUNGSFRAGEN BEZÜGLICH DER BEREITSTELLUNG****LKW-BH-LI FÜR IM NAH- UND REGIONALVERKEHR EINGESETZTE 7,5 T-LKW**

Im Nah- und Regionalverkehr eingesetzte 7,5 t-Lkw werden i.d.R. zu ihren täglichen Touren von ihrem Betriebshof aus starten und dorthin abends bzw. nach Abschluss ihrer Touren zurückkehren.²⁵ Damit einhergehend werden die Lkw in der überwiegenden Anzahl der Fälle zwischen ihren täglichen Touren und dies vornehmlich nachts auf den Betriebshöfen eine ausreichende Standzeit haben, um ihre Batterien mit AC-3-LI aufladen zu können. In Abhängigkeit der Batteriekapazität und der regelmäßigen täglichen Standzeit hat diese LI, die folgend auch als „Lkw-Betriebshof-LI“ (Lkw-BH-LI) bezeichnet wird, eine Leistung von 11 kW, 22 kW oder 44 kW aufzuweisen. In diesem Zusammenhang sei auf die beispielhaften Kalkulationen in Abschnitt 2.3 verwiesen. Zur Beladung von 7,5 t-Lkw kann AC-3-LI auf Betriebshöfen im Übrigen in jedem Fall durch DC-Ladesäulen ersetzt werden, da diese ja stets eine höhere Leistung als AC-3-LI aufweisen werden. Diese dürften jedoch bei einer Gesamtbetrachtung - vgl. dazu Abschnitt 2.3 – mit höheren Kosten als AC-3-LI einhergehen.

²⁵ Zwar werden nicht alle 7,5 t-Lkw auf Betriebshöfen abgestellt, aber die Anzahl derartiger Lkw, die im öffentlichen Straßenraum abgestellt werden, dürfte relativ gering sein.

LKW-BH-LI FÜR IM FERNVERKEHR EINGESETZTE 40 T-LKW

Im Fernverkehr eingesetzte 40 t-Lkw dürften in Abhängigkeit ihres konkreten Einsatzprofils in einer sehr unterschiedlichen Frequenz ihre jeweiligen Betriebshöfe ansteuern und dort dann eine Standzeit von zumindest 9 Stunden aufweisen.²⁶ Im internationalen Straßengüterverkehr eingesetzte Fahrzeuge werden im Vergleich zu national eingesetzten Fahrzeugen eher selten ihre Betriebshöfe „nutzen“.

AC-3-44 kW-LI wird bei Standzeiten von etwa 12 bis 13 Stunden eine ausreichende Leistung aufweisen, um Batterien mit der Energie zu füllen, die für max. 4,5 Stunden dauernde Fahrten zwischen zwei Fahrunterbrechungen erforderlich ist. Insbesondere wenn die Lkw-BH-LI nur an manchen Tagen genutzt wird kann es dann Argumente dafür geben, AC-3-44 kW-LI anstelle von DC-Ladesäulen vorzusehen. Bei einer (ggf. sogar mehrfachen) täglichen Nutzung der Li und regelmäßigen kürzeren Standzeiten hingegen steigt die Rationalität für die Errichtung von DC-LI.

POTENTIALE FÜR SYNERGIEEFFEKTE MIT DER PKW-LI

Zwischen Lkw-BH-LI und Pkw-LI dürfte es nur in Ausnahmefällen relevante Potentiale für die Realisierung von Synergieeffekten geben. Denkbar ist beispielsweise, dass nachts im Nah- und Regionalverkehr eingesetzte 7,5 t-Lkw an LI aufgeladen werden, an die tagsüber Pkw von auf dem Betriebshof tätigen Mitarbeitern/innen angeschlossen sind.

ÜBERGREIFENDE SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es ist festzustellen, dass in Abhängigkeit des konkreten Lkw-Fuhrparks, des Einsatzprofils der Fahrzeuge und der Batteriegrößen durchaus ein Anwendungspotential nicht nur für DC-Ladesäulen, sondern – insbesondere bei 7,5 t-Lkw – auch für AC-3-44 kW-LI im Bereich der Lkw-BH-LI bestehen dürfte.²⁷ Allerdings könnte die Größe dieses Anwendungspotentials sensibel auf die Entwicklung der Batteriekapazitäten reagieren. Die Frage der Verwendung auch der AC-Technologie für Lkw-BH-LI verweist im Übrigen auf den Koordinationsbedarf zwischen Lkw-LI und Lkw hinsichtlich der Verwendung von Ladetechnologien.

²⁶ Die hier thematisierten 9 Stunden entsprechen der (dreimal pro Woche „erlaubten“) reduzierten täglichen Ruhezeit.

²⁷ Zu beachten ist allerdings auch der bei AC-3-LI vorliegende Nachteil (gegenüber DC-Ladeinfrastruktur), dass kaum Potential dafür besteht, das Beladen nicht mit der gleichen Leistung während der gesamten Standzeit durchzuführen, sondern vor allem in die Zeiten zu „schieben“, in denen der Strompreis besonders niedrig ist (und dann mit der maximal möglichen Leistung die Beladung durchzuführen).

3.2 WESENTLICHE INSTITUTIONELLE AUSGESTALTUNGSFRAGEN IM BEREICH DER BEREITSTELLUNG UND FINANZIERUNG

Die Verantwortung für die Bereitstellung von Lkw-BH-LI sollte grundsätzlich bei den Fuhrunternehmen liegen, da diese über das (dezentrale) Wissen hinsichtlich des Bedarfs verfügen. Gewichtige Argumente für eine umfassende staatliche Involvement in Bereitstellungs- und Finanzierungsfragen sind – Fragen der Anbindung an das Stromnetz nicht thematisierend – nicht erkennbar. Eine gewisse staatliche Förderung von Lkw-BH-LI kann als ein Substitut für eine Förderung des Aufbaus des Elektromobilitätssystems an anderen Stellen angesehen und eingesetzt werden. Inwieweit dies zu empfehlen ist, erfordert weitergehende Untersuchungen. Bei derartigen Förderregimen ist zu beachten, dass durch deren Regime eine Finanzierung von „Investitionsruinen“ verhindert wird.²⁸

4 Schnelllade-Ladeinfrastruktur in Anlehnung an das Tankstellen-Konzept („Lkw-T-LI“)

4.1 GRUNDSÄTZLICHER BEDARF UND WESENTLICHE AUSGESTALTUNGSFRAGEN BEZÜGLICH DER BEREITSTELLUNG

4.1.1 Lkw- T-LI für im Fernverkehr eingesetzte 40 t-Lkw

GRUNDSÄTZLICHE RATIONALITÄT UND GRUNDSÄTZLICHE AUSGESTALTUNGSFRAGEN

Davon ausgehend, dass die Batterien von im Fernverkehr eingesetzten 40 t-Lkw „nur“ darauf ausgelegt sind, Energie aufzunehmen, die ausreichend dafür ist, im zwischen zwei Fahrunterbrechungen liegenden Zeitraum von 4,5 Stunden mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h zu fahren und somit 360 km zurückzulegen, ist eine Ladeinfrastruktur erforderlich, die möglichst innerhalb der für eine Fahrunterbrechung vorgegebenen (Mindest-)Zeit von 45 Minuten die Batterie wieder aufladen kann. Hierfür ist – wie bereits in Abschnitt 2.3 aufgezeigt – Ladeinfrastruktur mit einer Leistung von 720 kW erforderlich. Derartige Ladeinfrastruktur wird insbesondere an Fernverkehrsstrecken im Allgemeinen und im besonderen Maße an den „großen Fernverkehrsachsen“ zu errichten sein. Darüber hinaus ist jedoch – analog zur T-LI bei den Pkw – auch eine flächendeckende Bereitstellung derartiger (Schnell-)Ladeinfrastruktur für Lkw grundsätzlich erforderlich. Ferner wird es gewisse „Nachfrage-Hotspots“ jenseits der Fernverkehrsstrecken geben, an denen derart

²⁸ Vgl. in diesem Zusammenhang z.B. BECKERS ET AL. (2019b), wo mit Bezug zu E-Lkw, die als Bestandteil eines Oberleitungs-Lkw-Systems während der Fahrt mit Strom aus Oberleitungen versorgt werden (können), thematisiert wird, wie durch die Ausgestaltung eines Förderregimes verhindert werden kann, dass „Investitionsruinen“ finanziert werden.

leistungsfähige Lkw-LI von Bedeutung ist, um ein effizientes BEV-Lkw-System etablieren zu können. Dies dürften insbesondere Gebiete sein, in denen viele Versender und Empfänger „verortet“ sind und somit z.B. Ballungsräume sowie ggf. auch große Gewerbegebiete und Logistik-Hubs betreffen.

Auch wenn BEV-Lkw derartige Schnelllade-Ladeinfrastruktur zwar möglichst während ihrer „normalen“ Fahrtunterbrechungen nutzen würden und dafür die gesamte Zeit der Fahrtunterbrechung „einsetzen“ würden, liegen doch erhebliche Gemeinsamkeiten mit der Kraftstoffaufnahme durch die derzeit eingesetzten Diesel-Lkw an konventionellen „Tankstellen“ vor. Die Energieaufnahme soll so schnell wie möglich erfolgen, da Synergieeffekte nur hinsichtlich der in den Lenk- und Ruhezeitvorgaben vorgesehenen Fahrtunterbrechung möglich sind. Vor diesem Hintergrund wird derartige Lkw-LI folgend auch als (Lkw-)Schnelllade-Ladeinfrastruktur in Anlehnung an das Tankstellen-Konzept bezeichnet und als „Lkw-T-LI“ abgekürzt. Die Analogien zur Pkw-T-LI sind unübersehbar.

Wie auch bei der Pkw-T-LI ist zur Lösung des „zwischen“ BEV-Lkw und Lkw-LI bestehenden „Henne-Ei-Problems“ eine frühzeitige ausreichende und somit nach kurzer Zeit auch flächendeckende Bereitstellung von Lkw-T-LI bedeutsam. Angestrebt werden sollte ebenfalls, die Transaktionskosten der Nutzung durch gewisse Standardisierungen zu begrenzen und die Ausübung (möglicher) Marktmacht von Lkw-T-LI-Betreibern zu verhindern.

AN AUTOBAHNEN UND WEITEREN FERNSTRAßEN SOWIE IN DEREN UNMITTELBARER NÄHE

Für die Bereitstellung von Lkw-T-LI an den Fernverkehrsachsen kommen insbesondere die an den Autobahnen gelegenen Tank- und Rasthöfe in Betracht. Hier wird es jedoch erhebliche Flächenknappheit geben, da die Energieaufnahme pro Zeiteinheit bei dem „konventionellen“ (Diesel-)Kraftstoff deutlich schneller erfolgen kann als an Ladesäulen für Lkw-T-LI. In diesem Zusammenhang kommt der Frage der Kapazitätsallokation an den Ladesäulen eine hohe Relevanz zu. Derartige „Flächenknappheits-Probleme“ werden insbesondere dann von Relevanz sein, wenn zukünftig nahezu sämtliche Lkw BEV-Lkw sein sollten. Ergänzend ist auch auf die Herausforderung hinzuweisen, dass ausreichend dimensionierte Anschlüsse an das Stromnetz im Falle der umfangreichen Realisierung von Lkw-T-LI zur Verfügung stehen.

Ferner kann Lkw-T-LI an Autobahnanschlussstellen und in der Nähe von sonstigen Fernverkehrsstraßen (wie Bundesstraßen) gelegenen Tankstellen und Rasthöfen errichtet werden. Denkbar ist, dass auch neue Flächen hierfür erschlossen werden. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass ein leistungsfähiger Anschluss an das Stromnetz gegeben bzw. möglich sein muss. Insofern wird es wohl trotz der Nutzung dieser Optionen für die Realisierung von Lkw-T-LI eine Herausforderung sein, eine ausreichende Anzahl an Ladesäulen zu errichten, sofern sich BEV-Lkw „breit durchsetzen“ werden.

ZUR FLÄCHENABDECKUNG

Jenseits der Fernverkehrsstrecken wird zwar ein gewisser Lkw-T-LI-Aufbau auch für 40 t-Lkw erforderlich sein, aber diese Infrastruktur wird relativ wenig genutzt werden.²⁹ Aufgrund der begrenzten Anzahl an zu errichtenden Ladesäulen dürfte das „Auffinden“ von Flächen i.d.R. eher kein Problem darstellen. Zu klären ist, wie viel Ladesäulen an einzelnen Lkw-T-LI-Standorten errichtet werden sollten. Dabei ist einerseits zu berücksichtigen, dass geringe Wartezeiten für die bzw. (zeitlich gesehen) „vor“ der Nutzung der Ladeinfrastruktur gewährleistet werden können. Andererseits sind die Errichtungskosten im Kontext der zu erwartenden relativ geringen Auslastung der Ladesäulen „im Blick zu haben“. Zu berücksichtigen ist, dass Wartezeiten auch durch (vorausschauende) Regeln zur Kapazitätsallokation (und somit Möglichkeiten zur „Reservierung“ von Lkw-T-LI) zu beeinflussen sind. Nicht zuletzt ist in Betracht zu ziehen, zur Begrenzung der Kosten für die Kapazitätserrichtung und -vorhaltung an sehr nachfrageschwachen Standorten Synergieeffekten mit Pkw-T-LI zu nutzen. Aufgrund der geringeren Leistung von DC-Säulen, die der Pkw-T-LI zuzurechnen sind, würden dabei jedoch längere Ladezeiten als Nachteil in Kauf zu nehmen sein.

IN BALLUNGSRÄUMEN UND AN SONSTIGEN „NACHFRAGE-HOTSPOTS“

Die Errichtung von Lkw-T-LI in Ballungsräumen könnte ebenfalls durch Flächenknappheit erschwert werden. Allerdings kann die Anzahl an Lkw-T-LI in Ballungsräumen – anders als entlang der Fernverkehrsstrecken – durchaus auch eher „knapp gehalten“ werden, was z.B. mit einer erhöhte (Knappheits-)Preise vorsehenden Preissetzung kombiniert werden könnte. Denn in vielen Fällen wird durch eine vorausschauende Planung der Energieaufnahme vermieden werden können, dass Lkw-T-LI (unbedingt) in Ballungsräumen zu nutzen ist. Dies kann allerdings mit erhöhten Kosten, z.B. infolge von „Zeitverlusten“, für die Lkw-Betreiber einhergehen.

In oder in der Nähe von Gewerbegebieten und anderen Nachfrage-Hotspots dürften sich derartige Flächenprobleme eher nicht stellen. Daher dürfte hier die Realisierung von Lkw-T-LI recht unkompliziert möglich sein.

²⁹ Für diese Lkw-T-LI „in der Fläche“ wird keine hohe Auslastung erwartet, sondern vielmehr der Effekt, dass sie Optionsnutzen „erzeugt“; vgl. in diesem Kontext BECKERS ET AL. (2019a), wo dies mit Bezug zur Bereitstellung von T-LI für Pkw diskutiert wird. Zu beachten ist, dass der durch T-LI generierte Optionsnutzen in gewisser Hinsicht auch eine „psychologische Komponente“ aufweisen dürfte, der bei Lkw-T-LI deutlich geringer als bei Pkw-T-LI sein dürfte. (U.a.) aus diesem Grund dürfte die Bedeutung von T-LI für Lkw geringer als für Pkw sein.

SUBSTITUTIVES VERHÄLTNISS ZU DEN ANDEREN DREI LKW-LI-ARTEN

Zu beachten ist, dass ein substitutives Verhältnis zwischen Lkw-T-LI einerseits und den anderen drei Lkw-LI-Arten (also Lkw-BH-LI sowie Lkw-LSR-LI und Lkw-RA-LI, welche in den folgenden Abschnitten 5 und 6 betrachtet werden) andererseits besteht.³⁰ Allerdings ist das Potential für die Nutzung dieser anderen Lkw-LI-Arten bei vielen Einsatzprofilen von 40 t-Lkw eher begrenzt. Dies gilt insbesondere für im internationalen Fernverkehr eingesetzte Fahrzeuge.

40 t-Lkw, die innerhalb von Deutschland zwischen zwei Standorten hin und her pendeln, werden hingegen oftmals 50% oder sogar deutlich mehr ihrer Energie an Ladesäulen aufnehmen, die nicht der Lkw-T-LI zuzurechnen sind (und werden dann stattdessen vielmehr vornehmlich auf Lkw-BH-LI und Lkw-RA-LI zurückgreifen).³¹ In diesem Kontext dürfte für im innerdeutschen Betrieb eingesetzte 40 t-Lkw Lkw-T-LI eine relative kleine und Lkw-BH-LI eine relativ große Bedeutung aufweisen.

4.1.2 Lkw-T-LI für im Nah- und Regionalverkehr eingesetzte 7,5 t-Lkw und Potentiale für Synergieeffekte mit der Pkw-T-LI

Im Nahverkehr eingesetzte 7,5 t-Lkw werden in Abhängigkeit ihres konkreten Einsatzprofils in einem sehr unterschiedlichen Ausmaß Lkw-T-LI nutzen. Viele 7,5 t-Lkw werden nahezu stets Energie an Lkw-BH-LI und ggf. ergänzend an (im späteren Abschnitt 6) Lkw-RA-LI aufnehmen. Andere 7,5 t-Lkw hingegen, die z.B. in dünnbesiedelten Gebieten recht große tägliche Strecken zurücklegen, werden ggf. sogar täglich auf Lkw-T-LI zurückgreifen. Lkw mit derartigen Einsatzprofilen, die im Übrigen in der Praxis eine eher begrenzte Rolle spielen dürften, werden aber gemäß den Vorgaben zu Lenk- und Ruhezeiten dann u.U. ihre Fahrunterbrechungen für die Lkw-T-LI-Nutzung „verwenden“ können. Grundsätzlich wird Lkw-T-LI für 7,5 t-Lkw deutliche geringe Ladeleistungen als für 40 t-Lkw aufweisen können. Gemäß den beispielhaften Kalkulationen in Abschnitt 2.3 würden bereits eine DC-Schnellladesäule mit einer Leistung von 180 kW ausreichend sein, um während einer Fahrunterbrechung von 45 Minuten eine Batterie in einer Größe, die für im Nah- und Regionalverkehr eingesetzte 7,5 t-Lkw „passend“ ist, wieder aufzuladen. Dies verweist auf das erhebliche Potential, dass für die Nutzung von Synergieeffekten zwischen der für Pkw einerseits und für 7,5 t-Lkw andererseits vorgesehenen T-LI besteht.

³⁰ Im Übrigen geht die Nutzung der Lkw-T-LI (im Vergleich zu den anderen drei Lkw-LI-Arten) mit dem Nachteil einher, dass aufgrund ihrer höheren Leistung Batterien schneller altern dürften.

³¹ Vollkommen auf die Lkw-T-LI-Nutzung verzichten können u.U. – die Kalkulation in Abschnitt 2.3 hier erneut aufgreifend – speziell 40 t-Lkw, deren zweimal täglich zu „absolvierende“ „Pendelstrecke“ maximal 360 km beträgt.

4.2 WESENTLICHE INSTITUTIONELLE AUSGESTALTUNGSFRAGEN IM BEREICH DER BEREITSTELLUNG UND FINANZIERUNG

Das Wissen hinsichtlich grundsätzlicher Fragen der Kapazitätsbereitstellung bei Lkw-T-LI wird (zumindest in einem „akzeptablen Ausmaß“) zentral auf Seiten der öffentlichen Hand vorliegen.³² Bei dezentralen Bereitstellungsaktivitäten in einem wettbewerblichen Marktumfeld hingegen würden Koordinations- und Finanzierungsprobleme auftreten. Insbesondere in der Aufbauphase eines Lkw-T-LI-Netzwerkes und zur Gewährleistung von Flächendeckung wird ein öffentliches Finanzierungsregime bedeutsam sein. Ggf. sollte dieses öffentliche Finanzierungsregime – Analyseergebnisse bezüglich der Pkw-T-LI in BECKERS ET AL (2019b) aufgreifend – sogar dauerhaft für sämtliche Lkw-T-LI vorgesehen werden, was vertieft zu untersuchen wäre. Insbesondere im Falle von Flächenknappheiten sind Kapazitätsallokationsregeln in ein öffentliches Bereitstellungsregime zu integrieren. Im Rahmen vertiefter Untersuchungen ist zu klären, wie die Aufgaben bei der Fällung öffentlicher Planungsentscheidungen bezüglich der auf Flächendeckung ausgerichteten Bereitstellung von Lkw-T-LI und bezüglich Lkw-T-LI in Ballungsräumen auf die Ebenen des staatlichen Mehrebenensystems (und somit auf Bund und Länder) aufgeteilt werden sollten.

Für die Umsetzung öffentlich gefällter Bereitstellungsentscheidungen bietet es sich grundsätzlich an, umfangreich auf private Akteure und deren (dezentrales) Wissen zurückzugreifen. Speziell im Falle von erwarteten Flächenknappheiten für die Errichtung von Lkw-T-LI bestehen kaum oder sogar keine Auswahlmöglichkeiten bezüglich der Flächen. Dies wird in besonderem Maße für Tank- und Rastanlagen an Autobahnen gelten, deren Betreiber im Übrigen regelmäßig über staatlich vergebene Konzessionen verfügen. Allerdings dürften – entsprechende (gesetzliche und / oder vertragliche) Regelungen vorausgesetzt – auch dann Optionen bestehen, andere („dritte“) Akteure für die Realisierung und den Betrieb der Lkw-T-LI einzubeziehen.

Zu den zu fällenden Bereitstellungsentscheidungen zählt nicht zuletzt auch die Leistung von Ladesäulen für Lkw-T-LI. In diesem Zusammenhang dürfte es sinnvoll sein, in technisch-ökonomischen Analysen (mit einem Nutzen-Kosten-analytischen Ansatz)

³² Diese Aussage berücksichtigt die Option, dass die öffentliche Hand Analytiker/innen beauftragt, diesbezügliche Untersuchungen für sie durchzuführen. In diesem Zusammenhang kann auch zunächst auf die (im Kontext der Überlegungen zur Etablierung eines O-Lkw-Systems durchgeführten) Analysen zum Straßengüterverkehr in Deutschland in JÖHRENS ET AL. (2020) und HACKER ET AL. (2020) verwiesen werden. Ferner sei auf analoge Analysen zum Ladeinfrastrukturbedarf im Pkw-Bereich hingewiesen, die von der bzw. im Auftrag der „Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur“ durchgeführt werden, die der im vollständigen Bundeseigentum befindlichen NOW GmbH „angehört“. Im Rahmen dieser Analysen ist im Übrigen ein so genanntes „Standort-Tool“ entwickelt worden, dass die Beurteilung des Ladeinfrastrukturbedarfs in bestimmten Gebieten erlaubt.

verschiedene Optionen zur Realisierung von Synergieeffekten zwischen T-LI für Pkw und Lkw verschiedener Größenklassen zu untersuchen. Hierbei sind auch verschiedene Optionen zur Gestaltung von Kapazitätsallokationsregeln zu berücksichtigen. Es ist schwerlich vorstellbar, aber auch nicht auszuschließen, dass derartige Systemausgestaltungsentscheidungen in einer aus gesamtwirtschaftlichen Sicht sinnvollen Weise in einem wettbewerblichen Marktumfeld von privaten, Umsetzungsverantwortung wahrnehmenden Akteuren gefällt werden würden. Dies ist jedoch noch vertieft zu untersuchen.

Im Rahmen bzw. im Kontext öffentlicher Planungs- und Finanzierungsregime sollten im Übrigen Maßnahmen zur Verhinderung der Ausnutzung von Marktmacht vorgesehen werden, die an nachfragestarken Standorten und bei Vorliegen von Flächenknappheiten eine besondere Gefahr darstellen dürfte.³³ Auch zur Begrenzung von Transaktionskosten bei der Interaktion zwischen Betreibern von Lkw-T-LI und Lkw-Betreibern sollten gewisse (Standardisierungs-)Vorgaben etabliert werden.

5 Längere Standzeiten- und Ruhepausen-Ladeinfrastruktur („Lkw-LSR-LI“)

5.1 GRUNDSÄTZLICHER BEDARF UND WESENTLICHE AUSGESTALTUNGSFRAGEN BEZÜGLICH DER BEREITSTELLUNG

5.1.1 Lkw-LSR-LI für im Fernverkehr eingesetzte 40 t-Lkw

GRUNDSÄTZLICHE RATIONALITÄT UND „VERORTUNGSOPTIONEN“

Aufgrund der hohen Zeitopportunitätskosten im Straßengüterverkehr bietet es sich an, dass bei 40 t-Lkw die tägliche Ruhepause (bzw. die tägliche Ruhepause ihrer Fahrer/in) genutzt wird, um die Batterie zu beladen. Sofern sich hierfür nutzbare Ladeinfrastruktur nicht auf dem „eigenen“ Betriebshof befindet, kann diese auch als „Längere Standzeiten- und Ruhepausen-Ladeinfrastruktur“ (Lkw-LSR-LI) bezeichnet werden. Zu beachten ist, dass Lkw-LSR-LI stets erfordert, dass eine Parkfläche für den Lkw zur Verfügung steht. Wie in Abschnitt 2.3 in einer überschlägigen Berechnung aufgezeigt, sind für DC-Säulen relativ niedrige Leistungen von z.B. 100 kW ausreichend. Bei Standzeiten von 12,5 Stunden kann sogar AC-3-44 kW-LI als Lkw-LSR-LI genutzt werden.

³³ Vgl. in diesem Zusammenhang die Analysen in BECKERS ET AL. (2019a) zur Bereitstellung von Pkw-T-LI, bei der analoge Probleme vorliegen (können).

Lkw-LSR-LI kann sich auf den Lkw-Parkplätzen auf den Rasthöfen entlang der Fernverkehrsstrecken befinden, wobei zwischen den direkt an den Autobahnen gelegenen Parkplätzen und über Anschlussstellen erreichbare Autohöfe unterschieden werden kann. Ferner kommen insbesondere Gewerbegebiete und die Warteflächen für Lkw auf den Grundstücken von großen Empfängern und Versendern und dabei auch von Logistikzentren als Standorte in Betracht.

AN AUTOBAHNEN UND WEITEREN FERNSTRAßEN SOWIE IN DEREN UNMITTELBARER NÄHE

Parkplätze an Fernverkehrsstrecken im Allgemeinen und an den großen Fernverkehrsachsen im Speziellen, auf denen 40 t-Lkw ihre tägliche Ruhezeit „verbringen“ können, sind sehr knapp. Eine Ausstattung derartiger Parkplätze mit Lkw-LSR-LI dürfte (aufgrund des Platzbedarfs für die Ladesäulen) zu einer Verringerung der zur Verfügung stehenden Stellplätze führen und somit zu einer Verstärkung der Knappheit führen.³⁴ In diesem Zusammenhang dürfte die Rationalität dafür steigen, Kapazitätsallokationsregime für derartige Stellplätze und für Lkw-SLR-LI einzuführen, die auch eine vorausschauende Kapazitätsreservierung ermöglichen. Zu beachten ist, dass eine (wenn auch nur teilweise) Ausstattung von Stellflächen mit DC-Ladesäulen, die auch sehr hohe Ladeleistungen (von z.B. 720 kW) erlauben, die Nutzung gewisser Synergieeffekte zwischen der Bereitstellung von Lkw-T-LI und Lkw-LSR-LI erlauben würde und in diesem Zusammenhang Flächenknappheiten evtl. zumindest etwas abgemildert werden könnten. Insbesondere im Falle eines allgemeinen Umstiegs von Diesel betriebenen Lkw auf BEV-Lkw dürfte die Rationalität dafür steigen, an Autohöfen, die „nur“ über Anschlussstellen der Autobahnen erreichbar sind, in einem relevanten Ausmaß zusätzliche³⁵ Lkw-Parkplätze zu realisieren, auf denen 40 t-Lkw Lkw-LSR-LI nutzen können.

Bei Lkw-LSR-LI an Fernverkehrsstrecken ist eine Bereitstellung bereits in einer Anfangsphase des Aufbaus eines BEV-Lkw-Systems bedeutsam. Allerdings ist das zwischen Lkw-LSR-LI und den im Fernverkehr eingesetzten 40 t-Lkw bestehende Henne-Ei-Problem nicht so groß wie bei Lkw-T-LI. Deshalb ist ein leicht verzögerter Beginn der Bereitstellung von Lkw-LSR-LI (im Vergleich zur Lkw-T-LI) „verkraftbar“.

³⁴ Außerdem ist zu bedenken, dass die Gesamtverfügbarkeit der Stellplätze beeinträchtigt werden könnte, wenn zwei Bereiche geschaffen würden, von denen der eine (nicht mit Ladesäulen ausgestattete) nur von Diesel-Lkw und der andere (mit Ladesäulen ausgestattete) nur von BEV-Lkw (sowie ggf. auch weiteren E-Lkw, die neben einer Batterie über einen Pantografen verfügen) genutzt werden dürfte. Allerdings kann diese Ineffizienz (zumindest weitgehend) vermieden werden, in dem eine relativ hohe (Stellplatz-)Kapazität dem mit Ladesäulen ausgestatteten Bereich „zugestanden“ wird, der im Kontext der Etablierung eines Kapazitätsallokations- / Reservierungssystems u.U. teilweise auch von Diesel-Lkw genutzt werden darf.

³⁵ Aufgrund der erwarteten Zunahme des „Lkw-Parkdrucks“ an den Fernverkehrsachsen wird ohnehin eine Erhöhung der Kapazitäten auf Autohöfen zu erwarten bzw. sinnvoll sein.

IN GEWERBEGEBIETEN SOWIE AUF DEN FLÄCHEN GROßER LADUNGS-VERSENDER UND -EMPFÄNGER

Im Fernverkehr eingesetzte 40 t-Lkw verbringen ihre täglichen Ruhezeiten oftmals in Gewerbegebieten, in denen sich Versender und Empfänger befinden, die sie ansteuern. Z.T. parken und warten die 40 t-Lkw auch bereits auf dafür vorgesehenen Flächen auf den Grundstücken von großen Empfängern und Versendern und dabei auch von Logistikzentren. Es wird sich grundsätzlich anbieten, auch derartige Lkw-Parkplätze mit Lkw-LSR-LI auszustatten. In welchem Ausmaß dies erfolgen sollte, kann hier jedoch nicht abgeschätzt werden und bedarf entsprechender Untersuchungen.

SONSTIGE STANDORTE

Für ihre täglichen Ruhezeiten werden Lkw ferner verschiedene weitere Standorttypen nutzen. Wenn 40 t-Lkw beispielsweise jenseits der Fernverkehrsstrecken und somit „in der Fläche“ längere Pausen einlegen, werden sie hierfür z.T. größere Tankstellen ansteuern, die insofern als Standort für Lkw-LSR-LI in Betracht kommen. Hinsichtlich des Potentials derartiger Standorte für die Bereitstellung von Lkw-LSR-LI sind ebenfalls vertiefte Analysen zu empfehlen, die die (typischen) Einsatzprofile von 40 t-Lkw berücksichtigen.

5.1.2 Lkw-LSR-LI für im Nah- und Regionalverkehr eingesetzte 7,5 t-Lkw und Potentiale für Synergieeffekte mit der Pkw-LI

Für nur im Nah- und Regionalverkehr eingesetzte 7,5 t-Lkw besteht grundsätzlich kein Bedarf zur Nutzung von Lkw-LSR-LI, da diese Fahrzeuge während der Ruhezeiten in aller Regel auf dem Betriebshof stehen. Potentiale für die Realisierung von Synergieeffekte zwischen Pkw-LI und für Lkw-LSR-LI, die von im Fernverkehr eingesetzten Lkw genutzt wird, sind (zumindest auf den ersten Blick) nicht erkennbar.

5.2 WESENTLICHE INSTITUTIONELLE AUSGESTALTUNGSFRAGEN IM BEREICH DER BEREITSTELLUNG UND FINANZIERUNG

AN AUTOBAHNEN UND WEITEREN FERNSTRAßEN SOWIE IN DEREN UNMITTELBARER NÄHE

Hinsichtlich des grundsätzlichen Kapazitätsbedarfs an Lkw-LSR-LI entlang der Fernverkehrsstrecken wird bei der öffentlichen Hand zentrales Wissen vorliegen bzw. dieses kann in sinnvoller Weise aufgebaut werden.³⁶ Bei direkt an den Autobahnen gelegenen Parkplätzen auf Tankstellen und Rasthöfen dürfte es sich anbieten, im Rahmen

³⁶ Die in Abschnitt 4.2 (und dort konkret in Fußnote 32) vorgestellten Argumente mit Bezug zur Lkw-T-LI werden bei der Lkw-LSR-LI in analoger Weise gültig sein.

öffentlicher Planungsentscheidungen Kapazitätsentscheidungen zur Lkw-LSR-LI (recht direkt) zu fällen. Für die Ladesäulen-Realisierung auf über Anschlussstellen erreichbaren Autohöfen etc. könnte es sinnvoll sein, designte Märkte (mit dem Ziel des „Einsammelns“ dezentralen Wissens) „einzusetzen“, über die Finanzmittel an die Akteure vergeben werden, die Lkw-LSR-LI aufbauen.³⁷ In einem gewissen (im Rahmen vertiefter Untersuchungen genauer festzulegenden) Ausmaß sollten von der öffentlichen Hand Vorgaben etabliert werden, wie bestehende Lkw-LSR-LI-Kapazität allokiert werden sollte.

Der Einsatz mit öffentlichem Zwang erhobener Finanzmittel, wozu in erster Linie Haushaltsmittel zählen, dafür, entlang der Fernverkehrsstrecken Lkw-LSR-LI zu realisieren, dürfte insbesondere in einer Hochlaufphase eines BEV-Lkw-Systems unumgänglich sein. Allerdings sollte bei der genaueren Analyse von möglichen Finanzierungsregimen, die langfristig implementiert und genutzt werden könnten, auch die Option in Betracht gezogen werden, dauerhaft auf ein derartiges öffentliches Finanzierungsregime zurückzugreifen.

IN GEWERBEGEBIETEN, AUF DEN FLÄCHEN GROßER LADUNGS-VERSENDER UND - EMPFÄNGER SOWIE AN SONSTIGEN STANDORTEN

Wo die Errichtung von Lkw-LSR-LI an den weiteren (in Abschnitt 5.1.1 im Einzelnen angeschnittenen) Standorten sinnvoll ist, sollte grundsätzlich unter Einbezug dezentralen Wissens und somit auf wettbewerblichen Märkten entschieden werden. Dies gilt analog für die Frage der Technologieauswahl und Leistungsfestlegung. Inwieweit langfristig eine öffentliche Förderung der Realisierung derartiger Lkw-LSR-LI erforderlich bzw. sinnvoll ist, kann im Rahmen dieses Kurzgutachtens nicht beurteilt werden. In einer Hochlaufphase des BEV-Lkw-Systems dürfte eine derartige Förderung jedoch in jedem Fall sinnvoll sein. Inwieweit ein derartiges öffentliches Engagement mit Vorgaben bezüglich der Nutzungsregeln und der Bepreisung verbunden werden sollte, kann an dieser Stelle nicht weiter untersucht werden. Zumindest wenn Versender und Empfänger sowie ggf. auch Betreiber von Logistik-Hubs als Betreiber von Lkw-LSR-LI agieren, dürften sie kurzfristig bestehende Marktmacht nicht unbedingt (umfangreich) ausnutzen, da sie in einem gewissen Ausmaß an einer (Wertschöpfungs-)Stufen-übergreifend effizienten Gestaltung der Wertschöpfungskette Interesse haben werden.³⁸

³⁷ Vgl. in diesem Zusammenhang HILDEBRANDT (2016), wo mit Bezug zur LI für Pkw diskutiert wird, wie über designte Märkte dezentrales Wissen hinsichtlich einer effizienten Bereitstellung von LI einbezogen werden kann.

³⁸ Allerdings werden auch Konstellationen vorliegen, an denen die Betreiber von Lkw-LSR-LI durchaus bestrebt sein werden, Marktmacht umfangreich auszunutzen. Die Gestaltung und Etablierung von Regeln, mit denen einer derartigen Marktmachtausübung entgegengewirkt werden kann, ist als durchaus anspruchsvoll anzusehen; vgl. in diesem Zusammenhang die Analysen in HILDEBRANDT (2016, S. 171 ff) mit Bezug zur LI für Pkw, in denen ähnliche Probleme und Herausforderungen thematisiert werden.

FRAGE DER STROMBEREITSTELLUNG

Vertieft zu untersuchen ist zukünftig, inwieweit die Betreiber von Lkw-LSR-LI oder die Lkw-Betreiber für die Strombeschaffung die Verantwortung übernehmen sollten. Eine Zuordnung dieser Aufgabe an die Lkw-Betreiber würde ein „Durchleitungsrecht“ für Strom durch die Ladeinfrastruktur“ etablieren und könnte in besonderer Weise geeignet sein, Transaktionskosten bei der Nutzung der Lkw-LSR-LI zu begrenzen.³⁹

6 Rampen-Ladeinfrastruktur („Lkw-RA-LI“)

6.1 GRUNDSÄTZLICHER BEDARF UND WESENTLICHE AUSGESTALTUNGSFRAGEN BEZÜGLICH DER BEREITSTELLUNG

LKW-RA-LI FÜR IM NAH- UND REGIONALVERKEHR EINGESETZTE 7,5 T-LKW

Während des häufig erfolgenden Be- und Entladens an Rampen bei Versendern und Empfängern sowie bei „dazwischen liegenden“ Logistik-Hubs besteht die Option, die Batterien von im Nah- und Regionalverkehr eingesetzten 7,5 t-Lkw zu beladen. Die entsprechende Ladeinfrastruktur kann auch als „Rampen-Ladeinfrastruktur“ (Lkw-RA-LI) bezeichnet werden. Die Versender und Empfänger sowie die Betreiber der „dazwischen liegenden“ Logistik-Hubs können auch als (potentielle) „Rampen-Betreiber“ angesehen werden. Der „Einsatz“ von Lkw-RA-LI kann dazu beitragen, Batteriegrößen (und damit Fahrzeuggewichte und Energieverbräuche) etwas zu reduzieren sowie Bedarf und Standzeiten an Lkw-T-LI zu vermindern.

An den Rampen verschiedener (Rampen-)Betreiber wird eine sehr unterschiedliche Rationalität dafür bestehen, die Kosten für die Bereitstellung von Lkw-RA-LI in Kauf zu nehmen. In diesem Zusammenhang werden die Einsatzprofile der die jeweiligen Rampen nutzenden 7,5 t-Lkw sowie deren dortige Standzeiten eine maßgebliche Rolle spielen.

LKW-RA-LI FÜR IM FERNVERKEHR EINGESETZTE 40 T-LKW

Im Fernverkehr eingesetzte 40 t-Lkw fahren Rampen im Verhältnis zu ihrer Fahrleistung gesehen relativ selten an. Nichtsdestotrotz kann es in bestimmten Konstellationen dennoch sinnvoll sein, Rampen, die überwiegend von derartigen Lkw genutzt werden, mit Lkw-RA-LI auszustatten. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn BEV-Lkw einerseits in hoher Frequenz die Rampe nutzen, aber andererseits auch eine ausreichende Zeitdauer dort „verbringen“, um Batterien in einem relevanten Ausmaß aufzuladen. Beispielsweise kann

³⁹ Vgl. KREFT (2020) sowie ergänzend auch HILDEBRANDT (2016, S. 177) für grundsätzliche Überlegungen zu dieser Fragestellung mit Bezug zur Pkw-LI.

dies der Fall sein bei regelmäßigen Verkehren von 40 t-Lkw zwischen zwei Standorten. In Abhängigkeit der Standzeit an den Rampen kann eine Nutzung von DC- oder AC-LI in Betracht gezogen werden.

6.2 WESENTLICHE INSTITUTIONELLE AUSGESTALTUNGSFRAGEN IM BEREICH DER BEREITSTELLUNG UND FINANZIERUNG

Entscheidungen über die Realisierung von Lkw-RA-LI sollten vornehmlich durch die Betreiber der einzelnen Rampen gefällt werden, da bei diesen das (dezentrale) Wissen darüber vorliegt, welche Kosten und Nutzen damit einhergehen werden. Bei einem integrierten Agieren bzw. übergreifenden Optimieren der Rampen-Betreiber würden diese die bei ihnen und den ihre Rampen ansteuernden Lkw-Betreibern anfallenden Kosten und Nutzen der Installation von Lkw-RA-LI berücksichtigen. Hiervon wird insbesondere ausgegangen werden können, wenn langfristige Beziehungen zwischen den Lkw- und den Rampen-Betreibern existieren und gemeinsam Optimierungspotentiale entlang der Wertschöpfungskette identifiziert und gehoben werden. Je kurzfristiger diese Beziehungen sind und je mehr Akteure mit Bezug zu einzelnen „Rampen-Standorten“ eingebunden sind, umso mehr dürfte die Realität von diesem „neoklassischen Idealfall“ abweichen. In diesem Zusammenhang kann eine gewisse staatliche Förderung von Lkw-RA-LI (und dies insbesondere in der Phase des E-Lkw-Markthochlaufs) dazu beitragen, mit Transaktionskosten einhergehende Koordinationsprobleme zu reduzieren und Rampen-Betreiber zu Investitionen in Ladesäulen zu animieren. Allerdings ist darauf zu achten, dass ein entsprechendes Förderregime (unter Rückgriff auf institutionenökonomisches Wissen) in einer geeigneten Weise ausgestaltet wird.⁴⁰

Zu untersuchen ist, inwieweit eine öffentliche Förderung von Lkw-RA-LI damit verbunden werden sollte, dass Vorgaben bezüglich deren Bepreisung etabliert werden. Unter der (neoklassischen) Annahmen der vollständigen Abstraktion von Transaktionskosten ist eine derartige Vorgabe komplett überflüssig. In der Realität können Marktmacht- und Wettbewerbsprobleme auf „hintereinandergeschalteten“ Märkten durchaus existieren und dann ggf. für eine derartige Vorgabe sprechen. Allerdings scheinen letztendlich die Probleme bei der Etablierung und Anwendung einer derartigen Vorgabe (bzw. der hohe dafür erforderliche institutionenökonomische Wissensbedarf) und die wohl eher zu erwartenden begrenzten Probleme hinsichtlich der Ausnutzung von Märkten gegen derartige Vorgaben mit Bezug zu der Bepreisung der Nutzung der Ladesäulen „an sich“ zu

⁴⁰ Vgl. in diesem Zusammenhang wiederum die Analysen in HILDEBRANDT (2016, S. 171 ff), in denen analoge Fragestellungen mit Bezug zur LI für Pkw betrachtet sind.

sprechen.⁴¹ Vertieft analysiert werden sollte jedoch zukünftig wiederum noch, inwieweit die Betreiber von Lkw-RA-LI oder die Lkw-Betreiber für die Strombeschaffung die Verantwortung übernehmen sollten.

7 Nachgelagerte Überlegungen mit Bezug zu alternativen bzw. ergänzenden Systemausgestaltungsoptionen bei E-Lkw

7.1 BATTERIE-WECHSEL-SYSTEME

Denkbar wäre es, im Einzelfall Batterie-Wechsel-Stationen anstelle von Lkw-T-LI zu errichten, an denen leere (oder zumindest nur noch geringfügig Energie enthaltende) Batterien gegen vollgeladene Batterien ausgetauscht werden. Die Zeiten für einen derartigen Batterie-Wechsel dürften deutlich unterhalb der Zeit des Vollladens einer Batterie an Lkw-T-LI liegen. Die thematisierten Flächenprobleme bei der Etablierung von Lkw-T-LI, die speziell an einigen Standorten bestehen dürften, könnten vermutlich durch derartige Batterie-Wechsel-Stationen gelöst bzw. zumindest deutlich reduziert werden. Dies wird insbesondere (eine hohe Nachfrage aufweisende) Standorte an den Fernverkehrsstrecken und ggf. auch in Ballungsräumen betreffen, wo es sich in diesem Kontext anbieten dürfte, ein Netzwerk an Batterie-Wechsel-Stationen zu errichten.

Ferner könnte die Bedeutung von Lkw-LSR-LI durch die Etablierung von Batterie-Wechsel-Stationen reduziert werden. Vor oder nach einer täglichen Ruhezeit könnten im Fernverkehr eingesetzte 40 t- (oder sonstige) Lkw ihre Batterien an diesen Stationen austauschen. Lkw-LSR-LI müsste dann nicht mehr von den Lkw genutzt werden. Auch so könnten Platzprobleme gelöst bzw. vermieden werden, die ansonsten bei der Etablierung von Lkw-LSR-LI entlang von Fernverkehrsstrecken wohl auftreten würden.

Es dürfte sich anbieten, in technisch-systemischen und technisch-ökonomischen Analysen die Potentiale von derartigen Batterie-Wechsel-Stationen genauer zu untersuchen.⁴² Ergänzend sollten institutionen- (und dabei auch industrie-)ökonomische Analysen bezüglich der Gestaltung institutioneller Maßnahmen zur Realisierung eines Batterie-Wechsel-Systems durchgeführt werden. Dabei ist zu thematisieren, dass die effektive und effiziente Etablierung eines Batterie-Wechsel-Systems voraussetzen dürfte, dass Lösungen

⁴¹ Dies sollte jedoch noch vertieft und unter Berücksichtigung verschiedener potentieller Typen von Rampen- und damit auch Lkw-RA-LI-Betreibern untersucht werden.

⁴² In diesem Zusammenhang kann auf Analysen und „praktische Erprobungen“ bezüglich Batterie-Wechsel-Systemen in dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Forschungsvorhaben „Route Charge – Batteriewechselsystem für die Erschließung mittlerer Distanzen bei der Filialbelieferung mit e-NFZ“ verwiesen werden; siehe dazu die Angaben auf der Homepage <http://www.routecharge.de> (abgerufen am 16.02.2021).

für herausfordernde Koordinations- und nicht zuletzt auch Standardisierungserfordernisse zu finden und zu implementieren wären.

7.2 STROMZUFÜHRUNG DURCH OBERLEITUNGEN

Wenn Fernverkehrsachsen mit Oberleitungs-Infrastruktur ausgestattet würden, könnte dort der Bedarf an Lkw-T-LI und Lkw-LSR-LI erheblich reduziert werden, was ebenfalls die thematisierten Flächenprobleme verhindern bzw. deutlich reduzieren würde. Voraussetzung dafür wäre, dass E-Lkw nicht nur über eine Batterie sondern auch über einen Pantografen zur Stromaufnahme aus der Oberleitung verfügen.

Die Errichtung und der Betrieb der Oberleitungs-Infrastruktur wird derzeit in Pilotvorhaben getestet und die grundlegende technische Machbarkeit auf öffentlichen Straßen konnte bereits aufgezeigt werden.⁴³ Auch die Kosten der Ausstattung eines relevanten Anteils der Autobahnen in Deutschland dürften – wie z.B. in HACKER / JÖHRENS / PLÖTZ (2020) und HACKER ET AL (2020) thematisiert – letztendlich relativ „überschaubar“ sein.⁴⁴ Dies spricht dafür, die Option der Etablierung eines Netzes von mit Oberleitungs-Infrastruktur ausgestatteten Autobahn- (und ggf. auch einigen weiteren Fernverkehrs-) Strecken ernsthaft in Erwägung zu ziehen sowie die Etablierung eines „Oberleitungs-Batterie-Lkw-Systems“ (im Rahmen von technisch-systemischen und technisch-ökonomischen sowie institutionenökonomischen und juristischen Analysen) genauer zu beleuchten.⁴⁵

⁴³ Die mit einem Pantografen ausgestatteten Oberleitungs-Lkw („O-Lkw“) verfügen stets über eine Batterie zur Speicherung von Strom. O-Lkw können in „Oberleitungs-Hybrid-Lkw“ („OH-Lkw“) und die stets den E-Lkw zuzurechnenden „Oberleitungs-Batterie-Lkw“ (OB-Lkw) unterschieden werden. OH-Lkw sind mit einer zweiten Energieträger- bzw. Antriebsoption ausgerüstet, auf die auf (längeren) Strecken zurückgegriffen werden kann, die nicht mit einer Oberleitung ausgestattet sind. Als zweiter Energieträger kommen dabei insbesondere einerseits (grüner) Wasserstoff oder synthetische Kohlenwasserstoffe sowie andererseits (nicht klimaneutraler) Diesel in Betracht. Bei OH-Lkw ist vorgesehen, zur Überbrückung kürzerer Abschnitte ohne Oberleitungen Strom einzusetzen, der aus einer kleinen Batterie stammt, die dann beim Fahren „unter der Oberleitung“ wieder aufgeladen werden kann. OB-Lkw hingegen setzen auf längeren Strecken ohne Oberleitungen (stets) Strom ein, der aus größere Kapazitäten aufweisenden Batterien stammt, die dann entweder beim Fahren unter einer Oberleitung oder während Standzeiten an Lkw-LI aufgeladen werden. In diesem Kurzgutachten wird ein Oberleitungs-Batterie-Lkw-System, das von OB-Lkw genutzt wird, thematisiert, während der Einsatz von OH-Lkw (zumindest implizit) ausgeklammert wird.

⁴⁴ Vgl. HACKER / JÖHRENS / PLÖTZ (2020) und HACKER ET AL (2020).

⁴⁵ In diesem Zusammenhang kann beispielhaft auf bereits in BECKERS ET AL. (2019b) erfolgte Analysen speziell zur Etablierung eines Förderregimes für mit einem Pantografen ausgestattete E-Lkw verwiesen werden.

Koordinations- und Standardisierungsfragen würden (auch) bei diesem System eine erhebliche Relevanz aufweisen.⁴⁶

Eine flächendeckende Bereitstellung von Lkw-LI und vor allem Lkw-T-LI wäre auch bei Errichtung von Oberleitungs-Infrastruktur an Fernverkehrsachsen unumgänglich.⁴⁷ Diese würde zunächst von mit Pantografen ausgestatteten Lkw genutzt werden, wenn diese jenseits der Fernverkehrsachsen „unterwegs sind“ und Energie aufnehmen müssen. Ferner dürfte es bei (E-)Lkw, deren maximal zulässiges Gesamtgewicht weniger als 12 t beträgt, aufgrund ihrer äußeren Dimensionen und Einsatzprofile nicht erforderlich oder sinnvoll sein, bei diesen einen Pantografen vorzusehen. Diese Lkw würden dann als BEV-Lkw Energie stets an Lkw-LI aufnehmen. In diesem Kontext sollte an Fernverkehrsachsen und in Ballungsräumen in einem erhöhten (und dabei über das für die Erreichung des Ziels der Flächendeckung hinausgehenden) Ausmaß Lkw-T-LI errichtet werden.

8 Übergreifende Schlussfolgerungen

Auch wenn die Analysen in den Abschnitten 3 bis 6 zu den definierten vier Ladeinfrastruktur-Arten auf vereinfachenden Annahmen basiert haben und in diesem Zusammenhang auf umfassenden weiteren Forschungsbedarf zu verweisen gewesen ist, können dennoch wertvolle Schlussfolgerungen zur Bereitstellung und Finanzierung von Ladeinfrastruktur für Lkw abgeleitet werden. Bei der Errichtung von Lkw-T-LI und Lkw-LSR-LI entlang der Fernverkehrsstrecken und insbesondere der umfangreich vom Straßengüterverkehr genutzten großen Fernverkehrsachsen dürfte – von einem breiten Umstieg von den derzeitigen Diesel-betriebenen Lkw auf BEV-Lkw ausgehend – eine Herausforderung darin bestehen, ausreichende Flächen für die Errichtung der Ladeinfrastruktur und dabei insbesondere die erforderlichen Standflächen für die Lkw zu finden bzw. zu schaffen. In diesem Kontext erklärt sich die Notwendigkeit bzw. weitere Herausforderung, geeignete Kapazitätsallokationsmechanismen für diese Ladeinfrastruktur zu entwickeln. Aufgrund der hohen Effizienz von BEV-Lkw im Vergleich zu mit Wasserstoff betriebenen sowie (in einem nochmal größeren Ausmaß) zu mit (flüssigen oder gasförmigen) synthetischen Kohlenwasserstoffen angetriebenen Lkw und ihrer damit einhergehend aus gesamtsystemischer Sicht bestehenden relativ geringen Kosten zur Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs dürfte es sich jedoch lohnen anzustreben, diese

⁴⁶ Auch die europäische Einbettung der Etablierung eines derartigen Systems wäre dabei zu berücksichtigen. Da die Energieaufnahme von E-Lkw im Ausland nur über Lkw-LI erfolgen könnte, wäre der dortige Einsatz der Fahrzeuge auch – jedoch in einer mit gewissen Nachteilen einhergehenden Weise – möglich, wenn dort keine Oberleitungs-Infrastruktur sondern „nur“ Lkw-LI und dabei vor allem Lkw-T-LI errichtet werden würde.

⁴⁷ Für die Errichtung von Batterie-Wechsel-Stationen dürfte hingegen keinerlei Rationalität mehr bestehen, wenn ein Oberleitungs-Batterie-Lkw-System etabliert wird und Fernverkehrsstrecken mit Oberleitungsinfrastruktur ausgestattet werden.

Herausforderungen zu bewältigen bzw. vorgelagert (zunächst) zu untersuchen, wie diese Herausforderungen bewältigt werden können.

Weitere in diesem Kurzgutachten betrachtete wesentliche technisch-systemische und institutionenökonomische Fragen hinsichtlich der Ausgestaltung eines Lkw-LI-Systems konnten zwar (ebenfalls) nicht genau beantwortet werden, aber erste Einschätzungen zu voraussichtlich sinnvollen Maßnahmen konnten abgegeben werden.⁴⁸ Als eine Fragestellung, die im Rahmen ausführlicher technisch-systemischer und -ökonomischer Analysen genauer zu beleuchten ist, ist die Auswahl der Leistung an DC-Schnellladesäulen im Bereich der Lkw-T-LI einzuordnen. In diesem Zusammenhang sind Fragen der Nutzung von Lkw-T-LI durch unterschiedliche Lkw-Typen sowie der Realisierung von Synergieeffekten mit der Pkw-T-LI zu berücksichtigen. Nicht zuletzt sind Koordinationsfragen zwischen der Wahl der Ladeleistung bei der Lkw-LI und den Lkw zu beachten und dabei auch Standardisierungseffekte zu thematisieren. Eine weitere genauer zu untersuchende und zu klärende Grundsatzfrage ist, welches Potential für AC-3-LI im Lkw-Bereich besteht und bei welchen Lkw-Typen bei Nutzung welcher Lkw-LI-Arten dieses genau vorliegt. Auch in diesem Zusammenhang stellen sich Koordinations- und Standardisierungsfragen. Im Bereich der Lkw-BH-LI und der Lkw-RA-LI können (bzw. könnten) Fragen zur Ladeleistung und zur etwaigen Nutzung von AC-3-LI grundsätzlich in sinnvoller Weise im Einzelfall durch die jeweiligen Betreiber der LI und somit unter Rückgriff auf dezentrales Wissen beantwortet werden. Allerdings können Entscheidungen der Lkw-Hersteller zur (ggf. wahlweise erhältlichen) Ausstattung der Fahrzeuge mit AC-3-Ladetechnologie diesbezügliche Restriktionen etablieren, was auf einen letztendlich ebenfalls bestehenden gewissen Koordinationsbedarf hinweist.

Ergänzende (über die Bereitstellung und Finanzierung von Lkw-LI sowie die Etablierung eines BEV-Lkw-Systems hinausgehende) Analysen haben zunächst aufgezeigt, dass es denkbar erscheint, Lkw-T-LI teilweise durch Batterie-Wechsel-Stationen zu substituieren. Allerdings würden bei der Etablierung eines Batterie-Wechsel-Stationen-Netzwerks erhebliche Koordinations- und dabei auch Standardisierungsprobleme vorliegen, für die Lösungen zu finden wären. Die aufgezeigten Flächenprobleme bezüglich der Errichtung von Lkw-T-LI und Lkw-LSR-LI an Fernverkehrsachsen könnten nicht nur durch die Realisierung eines Batterie-Wechsel-Stationen-Netzwerks gelöst bzw. vermieden werden, sondern auch durch die Errichtung von Oberleitungs-Infrastruktur an den Fernverkehrsachsen, was die Implementierung eines Oberleitungs-Batterie-Lkw-Systems ermöglichen würde. Nicht zuletzt bezüglich der Etablierung eines derartigen Systems sollten vertiefte technisch-systemische und technisch-ökonomische sowie institutionenökonomische und juristische Analysen durchgeführt werden. Die Umstellung

⁴⁸ Diesbezügliche vertiefte Analysen sind also noch durchzuführen.

auf E-Lkw in Verbindung mit der Kombination der Errichtung von Lkw-LI und Oberleitungs-Infrastruktur könnten nach aktuellem Wissensstand u.U. ein besonders großes Potential für eine effektive und effiziente Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs aufweisen.

Literaturverzeichnis

- Beckers, T. / Gizzi, F. (2019): Die Bereitstellung von (Basis-)Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität im öffentlichen Straßenraum – Eine ökonomische Analyse; im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) beauftragten Projektes „Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen“ erstelltes Arbeitspapier, Online-Veröffentlichung.
- Beckers, T. / Gizzi, F. / Jäkel, K. (2013): Organisations- und Betreibermodelle für Verkehrstelematik-angebote – Untersuchungsansatz sowie beispielhafte Analyse von Verkehrsinformationsdiensten, Studie im Rahmen des von BMVBS, BMWi und BMBF geförderten Projektes simTD, Online-Veröffentlichung.
- BECKERS ET AL. (2019a) – Beckers, T. / Gizzi, F. / Hermes, G. / Weiß, H. (2019): Die Bereitstellung der Schnellladeinfrastruktur für die Elektromobilität in Deutschland – Eine ökonomisch-juristische Analyse zentraler Fragestellungen und alternativer Organisationsmodelle; am Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM) im Rahmen des vom Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) beauftragten Projektes „Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen“ erstellte Studie, Online-Veröffentlichung.
- BECKERS ET AL. (2019b) – Beckers, T. / Gizzi, F. / Jöhrens, J. / Liedtke, G. (2019): Zentrale Ausgestaltungsfragen hinsichtlich eines Förderregimes für Oberleitungs-Hybrid-LKW (OH-Lkw) – Eine (institutionen-)ökonomische Analyse, im Auftrag des ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH und des Instituts für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM) im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhabens „Roadmap OH-Lkw – Erforschung von Einführungspfaden elektrisch angetriebener schwerer Nutzfahrzeuge und deren Energieversorgung per Oberleitung“ erstellte Kurzstudie, Online-Veröffentlichung.
- BECKERS ET AL. (2015) – Beckers, T. / Gizzi, F. / Kreft, T. / Hildebrandt, J. (2015): Effiziente Bereitstellung der (öffentlich zugänglichen) Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität in Deutschland – Ökonomische Grundlagen, kurze Beurteilung des Status quo und zentrale Handlungsempfehlungen unter Berücksichtigung der europäischen Richtlinie 2014/94/EU, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) erstellte Kurzstudie, Online-Veröffentlichung.
- BECKERS ET AL. (2021) – Beckers, T. / Jöhrens, J. / Hermes, G. / Bieschke, N. (2021): Bereitstellung und Finanzierung von Oberleitungs-Infrastruktur für elektrisch angetriebene Lkw: Identifikation und Einordnung wesentlicher

Ausgestaltungsfragen auf Basis (institutionen-)ökonomischer Erkenntnisse, im Auftrag des ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH und des Instituts für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM) im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhabens „Elektrifizierungspotenzial des Güter- und Busverkehrs – My eRoads“ erstelltes Kurzgutachten, Online-Veröffentlichung.

- Colander, D. (1992): Retrospective – The Lost Art of Economics, in: The Journal of Economic Perspectives, Vol. 6, No. 3, S. 191-198.
- Colander, D. (2017): Economists Should Stop Doing it with Models, Working Paper, Online-Veröffentlichung.
- Gizzi, F. (2015): Implementierung komplexer Systemgüter – Ein methodischer Ansatz für ökonomische Untersuchungen und seine Anwendung auf Verkehrstelematiksysteme für die Straße, Dissertationsschrift, Online-Veröffentlichung
- GÖCKELER ET AL. (2020) – Göckeler, K. / Hacker, F. / Mottschall, M. / Blanck, R. / Görz, W. / Kasten, P. / Bernecker, T. / Heinzemann, J. (2020): Status quo und Perspektiven alternativer Antriebstechnologien für den schweren Straßengüterverkehr, Erster Teilbericht des Forschungs- und Dialogvorhabens „StratES: Strategie für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehr“, Online-Veröffentlichung.
- HACKER ET AL. (2020) – Hacker, F. / Blanck, R. / Görz, W. / Bernecker, T. / Speiser, J. / Röckle, F. / Schubert, M. / Nebauer, G. (2020): Bewertung und Einführungsstrategien für oberleitungsgebundene schwere Nutzfahrzeuge, Endbericht zu dem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhaben „Bewertung und Einführungsstrategien für oberleitungsgebundene schwere Nutzfahrzeuge“ (StratON), Online-Veröffentlichung.
- Hacker, F. / Jöhrens, J. / Plötz, J. (2020): Wirtschaftlichkeit, Umweltwirkung und Ausbauszenarien von Oberleitungs-Lkw in Deutschland – Eine Synthese, Studie im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) geförderten Forschungsvorhabens „Begleitforschung Oberleitungs-Lkw in Deutschland“ (BOLD), Online-Veröffentlichung.
- Hayek, F.A. von (1945): The Use of Knowledge in Society; in: The American Economic Review, Vol. 35, Nr. 4, S. 519-530.
- Hildebrandt, J. (2016): Bereitstellung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge unter Berücksichtigung idealtypischer Ladebedarfe – Eine institutionenökonomische Analyse, Dissertationsschrift, Online-Veröffentlichung,

- Jensen, M. C. / Meckling, W. H. (1995): Specific and General Knowledge, and Organizational Structure; in: *Journal of Applied Corporate Finance*, Vol. 8, No. 2, S. 4-18.
- Kreft, T. (2020): Institutionenökonomische Untersuchungen zum Angebot von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, Dissertationsschrift, Online-Veröffentlichung.
- WIETSCHEL ET AL. (2017) – Wietschel, M. / Gnann, T. / Kühn, A. / Plötz, P. / Moll, C. / Speth, D. / Buch, J. / Boßmann, T. / Stütz, S. / Schellert, M. / Rüdiger, D. / Balz, W. / Frik, H. / Waßmuth, V. / Paufler-Mann, D. / Rödl, A. / Schade, W. / Mader, S. (2017): Machbarkeitsstudie zur Ermittlung der Potentiale des Hybrid-Oberleitungs-Lkw, Studie erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI) Studie im Rahmen der Wissenschaftlichen Beratung zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie, Online-Veröffentlichung.

**Kommentar zu dem Beitrag:
Bereitstellung und Finanzierung von Ladeinfrastruktur für
batterieelektrische Lkw – Identifikation und Einordnung
wesentlicher Ausgestaltungsfragen auf Basis (institutionen-)
ökonomischer Erkenntnisse
(von Thorsten Beckers und Nils Bieschke)**

VON MICHAEL LEHMANN

Der vorliegende Beitrag von Beckers und Bieschke zur Bereitstellung von stationärer Ladeinfrastruktur (LI) für Elektro-Lkw greift ein hochaktuelles verkehrspolitisches und -planerisches sowie gleichzeitig systemtechnisches Thema auf. Nachdem seit etwa einer Dekade Elektromobilität in Pkw- und Busanwendungen schrittweise zur Standardtechnologie in diesen Fahrzeugsegmenten wird bzw. werden kann, rückt nun auch der Straßengüterverkehr in den Mittelpunkt von Forschung, Entwicklung, Erprobung und Systemeinführung. Dabei können leichte Lkw und Lieferwagen von den bisherigen Erfahrungen aus Bus- und Pkw-Anwendungen profitieren, sodass aus Sicht des Kommentators hier kein massiver Forschungsbedarf besteht. Dies gilt jedoch keinesfalls für mittlere und schwere Lkw, die sich durch signifikant höhere Energiebedarfe, hohe Fahrleistungen und extreme Variabilität bei geringer Planbarkeit der Einsatzprofile auszeichnen. Eine bevorzugte Antriebs- und Energieversorgungstechnologie zur Abkehr vom bisher dominanten Dieselantrieb wurde im Sinne einer Systementscheidung noch nicht fixiert, wobei das einschlägige Strategiepapier des BMVI vom November 2020 Zeiträume für die diesbezüglichen Entscheidungen in den Technologiealternativen Batterie-Lkw, Oberleitungs-Lkw und Brennstoffzellen-Lkw für die Jahre um 2025 skizziert. Als entscheidungsunterstützend können die parallel laufenden Feldversuche sowie Innovationscluster-Projekte entlang der A2 sowie in Hessen/Baden-Württemberg und Bayern genannt werden. Ebenso laufen intensive Bemühungen zur technischen Standardisierung der Schnittstellen zwischen Fahrzeugen und Ladeinfrastrukturen für

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr.-Ing. Michael Lehmann
Fachhochschule Erfurt
Institut Verkehr und Raum
Altonaer Straße 25
99085 Erfurt
E-Mail: michael.lehmann@fh-erfurt.de

verschiedene Spannungsebenen und Kontaktsysteme. Die Rolle des Staates bei der Systementscheidung und regulativen Rahmung einer Implementierung stand, aus Sicht des Kommentators zu Unrecht, bisher nicht im Mittelpunkt der Forschung, sodass dieser darauf fokussierte wissenschaftliche Beitrag sehr zu begrüßen ist.

Inhaltlich beginnt der Beitrag mit einem Grundlagenabschnitt, der sich einerseits zunächst der Systematisierung von Pkw-LI widmet, die als Ausgangspunkt der späteren Einteilung von Lkw-LI als Ergebnis einer Analyse der Betriebsabläufe und Nutzungscharakteristik dient. Andererseits werden zentrale institutionenökonomische Begriffe und Zusammenhänge für die spätere Anwendung aufbereitet. Den Schwerpunkt der Untersuchungen bildet die Identifikation, Definition und Systematisierung aus den Betriebsabläufen abgeleiteter und zueinander abgrenzbarer Ladeninfrastrukturen, wobei als Differenzierungsmerkmale zeitliche, verkehrliche, eigentumsrechtliche, räumliche sowie arbeitsrechtliche Aspekte genutzt werden. An die Charakterisierung jeder LI schließt sich jeweils ein darauf zugeschnittener, bewertender Abschnitt an, der für die spezifische LI die aus der Institutionenökonomik abgeleiteten Fragestellungen hinsichtlich Finanzierung und Bereitstellung benennt und diskutiert.

Methodisch ergänzt der als Kurzstudie im Rahmen eines Forschungsprojekts erarbeitete Beitrag die bisherige Forschungslandschaft, die sich bisher auf Technologieentwicklung, Feldversuche und betriebswirtschaftlich-logistische Systembetrachtungen fokussierte. Trotz der darin vielfach festgestellten technischen und ökonomischen Sinnhaftigkeit bleibt zumeist die Frage offen, wie die Systementscheidungs- und Implementierungslücken zu schließen seien. Der gelegentlich formulierte unscharfe Verweis auf die „Rolle des Staates“ sowie den „erforderlichen politischen Willen“ genügt nicht. Die Frage wiegt umso schwerer, je komplexer und aufwändiger die erforderliche Infrastruktur ist, insbesondere wenn sie nicht durch die einzelnen Nutzer, Unternehmen und Akteure individuell bzw. lokal bereitgestellt werden kann, sondern auf staatliche Akteure auf unterschiedlicher Ebene angewiesen ist. In diese Leerstelle stößt der vorliegende Beitrag mit seiner systemtechnisch plausiblen, institutionenökonomischen Analyse des Handlungsrahmens für die einzelnen LI. Er unterstützt die staatlichen Akteure verschiedener Ebenen, die u. a. als Entscheider, Finanzierer und Bereitsteller der Infrastrukturen agieren, indem er Handlungsrahmen und -wege aufzeigt, wie mit geringem Risiko und unter Berücksichtigung der jeweiligen Implementierungsphase volkswirtschaftlich vernünftige Entscheidungen für einen zukunftsfesten Straßengüterverkehr getroffen werden können. Dabei werden auch über die Kurzstudie hinausgehende Fragestellungen zu benachbarten Domänen, wie beispielsweise der Energiebereitstellung, skizziert.

Trotz der dargestellten fundierten Vorgehensweise ist der Kommentator skeptisch, ob sich rein durch stationäre Batterieladung der schwere Straßengüterverkehr komplett elektrifizieren lässt. Er stimmt daher ausdrücklich den Autoren in ihrem Ausblick zu, dass es erforderlich ist, systemtechnisch und volkswirtschaftlich sinnvolle Kombinationslösungen aus stationären und dynamischen LI auszuloten und ebenfalls unter Anwendung der entwickelten methodischen Grundlagen zu analysieren und auszugestalten. Auch dazu liefert der Beitrag eine wertvolle inhaltliche und methodische Basis.

Unter formalen Gesichtspunkten möchte der Kommentator auf folgende zwei Aspekte hinweisen. Der Beitrag ist erstens für einen wissenschaftlichen Aufsatz recht lang, wobei der große Umfang gleichzeitig die genaue, die einzelnen LI systematisch deklinierende Analyse gestattet. Zweitens und in Verbindung damit hätte sich der Kommentator als Ingenieur an einigen Stellen Tabellen und Skizzen gewünscht, die die systematisch erarbeiteten Erkenntnisse aufbereiten und verdichten, sodass die Schlüsselinformationen und Systematik auch für „ungeduldige“ Entscheider schneller erschlossen werden können. Dies hätte den hohen inhaltlichen und methodischen Wert des Beitrags noch gesteigert.

Der Kommentator empfiehlt der ZfV die Annahme und Veröffentlichung des Beitrags.