



Ellen Enkel. Foto: Daniel Schumann

Soll eine flächendeckende Diffusion von Elektromobilität in Deutschland gelingen, müssen vor allem in unteren und mittleren Einkommenschichten Diffusionshemmnisse überwunden werden. Der Beitrag diskutiert, wie neue Vertriebs- und Geschäftsmodelle wie Auto Abo, Battery Swapping und Mobility-as-a-Service helfen, auch in einkommensschwachen Haushalten Elektromobilität zu erfahren und welche Zukunftstrends dies unterstützen.

Verbreitung der Elektromobilität

Treiber für die Diffusion der Elektromobilität
in einkommensschwachen Haushalten

Von Ellen Enkel, Karsten Neuberger, Sander Wintgens,
Maxime Kinkel & Lukas Zeymer

Die Bundesregierung hat sich im Einvernehmen mit den Zielen der Europäischen Kommission zum Ziel gesetzt, den CO₂-Ausstoß der Pkw-Flotte, als eine der größten CO₂-Emittenten, bis zum Jahre 2030 um 40 Millionen Tonnen CO₂ seit 2019 zu reduzieren. Zum Erreichen der Minderungsziele des Verkehrssektors sind unterschiedliche

Maßnahmen und Förderprogramme durch die Bundesregierung initiiert worden. Die Corona-Krise hat darüber hinaus im Jahr 2020 für ein stark verändertes Mobilitätsverhalten gesorgt, das sich stark auf das Nutz- und Kaufverhalten der Bevölkerung ausgewirkt hat. Im vorliegenden Beitrag möchten wir vor allem auf die angestrebte Verbreitung (Dif-

fusion) der Elektromobilität, also batterieelektrische Fahrzeuge und Plug-in-Hybridfahrzeuge (zusammengefasst als E-Fahrzeuge) eingehen.

Die Erneuerung der Pkw-Bestandsflotte wurde auch in der Corona-Krise durch verschiedenartige Fördermaßnahmen von Politik und Industrie, wie beispielsweise der Erhöhung der Umweltprämie für

E-Fahrzeuge, beeinflusst. Obwohl der Anteil der Neuzulassungen von E-Fahrzeugen in Deutschland in 2020 auf circa 13,5 Prozent stark angestiegen ist, im Gegensatz zu den Vorgängerjahren, muss dieser Anteil auf über 50 Prozent der jährlichen Neuzulassungen im Jahr 2030 wachsen, um die oben erwähnten Klimaziele zu erreichen.

Um die Elektromobilität in Deutschland zu beschleunigen, bemühen sich Politik und Wirtschaft durch größere Angebote bei Neuwagen, dem Ausbau der Ladeinfrastruktur und durch Kaufanreize wie Prämien und Steuervergünstigungen eine verstärkte Nachfrage zu schaffen. Der Großteil der Maßnahmen richtet sich dabei an Menschen höherer Einkommensklassen, die sich die Anschaffung eines E-Fahrzeugs leisten können. Der vorliegende Artikel beschäftigt sich im Gegensatz dazu aber mit der Untersuchung von Diffusionshemmnissen, die Personen mit geringem oder mittlerem Einkommen, immerhin rund 60 Prozent der Bevölkerung (Datenreport 2021, S. 205), den Zugang zu moderner elektrischer Mobilität erschweren sowie mit Maßnahmen und Möglichkeiten der Wirtschaft, Politik und Gesellschaft, kostengünstigere Zugangsarten zu moderner Elektromobilität zu schaffen.

Theoretische Grundlagen

In der Diffusionsforschung wird die zeitliche Entwicklung für die Ausbreitung von Innovationen in einem sozialen System erforscht. Dabei definiert Rogers¹ Diffusion als Kommunikationsprozess einer Innovation durch bestimmte Kanäle über einen Zeitverlauf durch die Mitglieder eines sozialen Systems. Elektromobilität wird als Innovation definiert, wenn sie von den Übernehmer*innen (Adoptor*innen) als neu empfunden wird. Dabei ist die Verbreitung der Elektromobilität, also deren Diffusionsprozess eng mit dem Adoptionsprozess (Übernahme der Innovation) der Indivi-

duen verbunden. Jedes Individuum durchläuft den mentalen Vorgang von der ersten Wahrnehmung bis zur Übernahme oder Ablehnung der Innovation². Ohne zu detailliert in die Diffusionstheorie und deren Kritik eingehen zu wollen, spielen die Eigenschaften der Innovation, die vom Individuum als neu wahrgenommen werden, also hauptsächlich deren technische Eigenschaften, eine wichtige Rolle bei der Einschätzung dieser.

Treiber der Diffusion

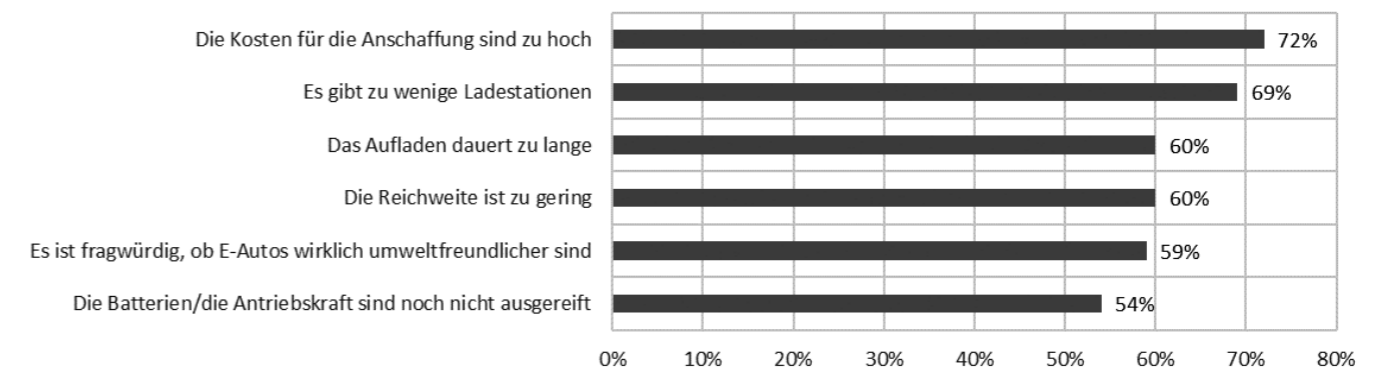
Nach Rogers³ sind vor allem fünf Attribute oder Produkteigenschaften von besonderer Bedeutung: *Relativer Vorteil, Kompatibilität, Komplexität, Erprobbarkeit und Wahrnehmbarkeit*. Wollen wir also analysieren, wie und warum sich Elektromobilität in der Bevölkerung durchsetzt, dann sind die Innovationsattribute *relativer Vorteil* und die *Kompatibilität* entscheidend⁴. Die in Deutschland vorherrschenden vier Hauptgründe gegen den Kauf eines Elektroautos sind laut einer Mobilitätsstudie des Instituts für Demoskopie Allensbach (IfD) (Abb. 1) die hohen Kosten für die Anschaffung eines Elektroautos, die geringe Anzahl an Ladestationen, die eingeschränkte Reichweite der Fahrzeuge und die fehlende Ladeinfrastruktur⁵.

Oftmals wird auch der Treiber „*wahrgenommenes Risiko*“ als Einflussfaktor ergänzt, da das Risiko von den potenziellen Adoptor*innen (Nutzer*innen) in Bezug auf die Innovation unterschiedlich wahrgenommen wird. Die Diffusion ist also am schnellsten, wenn das wahrgenommene Risiko gering ist⁶. Das wahrgenommene Risiko kann in die Kategorien technisches Risiko (Handhabung und Erwartungen an die Technologie aber auch Fehlinvestition, falls sich Technologie nicht durchsetzt), soziales Risiko (nicht den gesellschaftlichen Werten entsprechend) und das ökonomische Risiko (monetäre Konsequenzen einer Fehlinvestition) fallen. Oftmals

wird das Überwinden des wahrgenommenen Risikos, also der Aufbau von Vertrauen gegenüber einer Innovation in der Managementforschung durch das *Technological Acceptance Model (TAM)* gemessen (Davis 1989). In diesem Modell wird der Vertrauensaufbau zur Elektromobilität auch durch *das Vertrauen zum Hersteller des Fahrzeugs und zu den Vermittler*innen/Verkäufer*innen* beeinflusst. Daher sind nicht nur die Technologien der E-Autos, sondern auch das Vertrauen in die Marken der Hersteller und neue (digitale) Vertriebskonzepte ein wesentlicher Treiber für die Entwicklung von Vertrauen und damit der Verbreitung von Elektromobilität.

Soll sich die Elektromobilität flächendeckend in Deutschland durchsetzen, damit Klimaziele erreicht werden können, reicht es nicht aus, nur Neuwagenkäufe zu betrachten. E-Autos haben als Neuwagen einen vergleichsweise hohen Preis und sind noch in geringer Modellvielfalt zu erhalten. Käufer*innengruppen dieser Fahrzeuge sind zurzeit eher Abnehmer*innen höherer Einkommensschichten. Den unteren und mittleren Einkommensschichten stehen dagegen lediglich acht bis dreizehn Prozent ihres Haushaltsnettoeinkommens für die Mobilität der Familie zur Verfügung⁷. Um Elektromobilität auch für mittlere und untere Einkommensschichten⁸ bezahlbar zu machen, benötigen wir neue Vertriebs- und Geschäftsmodelle, welche die oben genannten Treiber für die Diffusion auch für diese Einkommensklassen bewerten und berücksichtigen. Nachfolgend werden ausgewählte Modelle zur Verbreitung der Elektromobilität unter Berücksichtigung der Treiber *relativer Vorteil, Kompatibilität, Komplexität, Erprobbarkeit, Wahrnehmbarkeit* und *wahrgenommenes Risiko* diskutiert.

Gründe gegen den Kauf von Elektroautos (2020)



(1) Gründe gegen den Kauf von Elektroautos
Quelle: Köcher 2020

Dazu werden zunächst neue Finanzierungs- und Vertriebsmodelle für Neuwagen, neue Geschäftsmodelle für Elektrogebrauchtwagen und schließlich Mobility-as-a-Service-Modelle diskutiert. Anschließend gibt die Analyse von Trends in der Elektromobilität und dem Markt Aufschluss über die weitere Entwicklung.

Neue Vertriebsmodelle der Elektromobilität – Das „Auto-Abo“ als neue Nutzungsform

Um den Anschaffungspreis von Neuwagen auch für Käufer*innen mit mittleren Einkommen, aber auch das Risiko von nicht kalkulierten monatlichen Kosten für das Elektrofahrzeug zu umgehen, haben Autohändler wie Hersteller neue Finanzierungsmodelle entwickelt. Neben dem langfristigen Leasing von Fahrzeugen stellt das „Auto Abo“ eine kurzfristige Alternative zur Elektromobilität mit Neuwagen dar. Beim „Auto-Abo“ werden Autos zu einem monatlichen Fixpreis den Kund*innen zur exklusiven Nutzung zur Verfügung gestellt. In der Regel deckt der monatliche Fixpreis sämtliche Kosten des Unterhalts bis auf die Tank-/Ladekosten ab. Das Besondere an dieser Nutzungsform, die große Ähnlichkeiten zur Lang-

zeitmiete oder Full-Service-Leasingverträgen aufweist, sind die kurzen Vertragslaufzeiten und Kündigungsfristen. Anbieter der „Auto Abos“ sind etablierte Vermietungsgesellschaften, Autohersteller oder auch Start-Ups. Die Verträge werden in der Regel online geschlossen, die Fahrzeuge auf Wunsch vor die Haustür geliefert und bei Vertragsende auch wieder dort abgeholt.

Die Vorteile des neuen Nutzungsmodells „Auto-Abo“ gegenüber den klassischen Finanzierungsarten Barkauf, Finanzierung oder Leasing bestehen zusammengefasst in der kurzen Vertragsbindung von wenigen Monaten, einer hohen Kostentransparenz ohne Reparatur- oder Restwert-Risiken und der Einfachheit und Bequemlichkeit dadurch, dass sämtliche Serviceleistungen aus „einer Hand“ angeboten werden⁹.

Einfluss des Nutzungsmodells „Auto-Abo“ auf Diffusionshemmnisse

Der Aspekt der Erprobbarkeit vor Vertragsabschluss kann durch die Bezugsform „Auto-Abo“ sowohl im negativen als auch im positiven Sinne beeinflusst werden. Wenn das „Auto-Abo“ ganz gezielt zum Zweck der Erprobung vor dem sich daran anschließenden geplanten

Kauf, zum Beispiel in Form einer langfristigen Finanzierung, dienen soll, ist der Einfluss des „Auto-Abos“ auf das Hemmnis der Erprobbarkeit als positiv zu bewerten. Soll das „Auto-Abo“ jedoch langfristig als Ersatz für den Kauf oder die Finanzierung genutzt werden, ist der Einfluss sogar als negativ zu werten, da viele Hersteller-fremde Anbieter von „Auto-Abos“ keine Möglichkeit für Probefahrten vor dem Vertragsabschluss anbieten und somit die Erprobbarkeit im Vergleich zu den konventionellen Bezugsformen, bei denen der Vertragshändler Probefahrten anbietet, sogar ganz entfallen kann.

Auch das als Diffusionshemmnis wahrgenommene Risiko wird durch die Nutzungsform „Auto-Abo“ beeinflusst. Ein wichtiges technisches Risiko ist die Sorge, dass die aktuelle Technik der Elektrofahrzeuge schon nach kurzer Zeit überholt sein könnte. Laut einer Erhebung im Rahmen des Mobility Insight Reports der Firma LeasePlan spricht dieses Risiko für elf Prozent der Befragten gegen den Kauf eines Elektroautos. Auch das mit der Technologieentwicklung verbundene Restwertersiko als wahrgenommenes ökonomisches Risiko wird von 15 Prozent der Befragten in dieser Erhebung genannt¹⁰. Beide Risiken

können durch die Nutzung eines „Auto-Abos“ ausgehebelt werden. Zum einen wird das Risiko der technischen Überalterung durch die kurzen Laufzeiten egalisiert, zum anderen liegt das Restwertisiko beim „Auto-Abo“ nicht bei den Kund*innen, sondern bei den Dienstleister*innen.

Ebenso kann auch das soziale Risiko, dass die Kaufentscheidung nicht den Erwartungen des sozialen Umfelds entspricht, durch die kurzen Laufzeiten und die damit verbundene, unproblematische Möglichkeit eines Wechsels auf ein anderes Fahrzeugmodell abgebaut werden.

Nur ein geringer Teil der Fahrzeuge auf deutschen Straßen sind Neuwagen. Mittlere und geringe Einkommen bevorzugen die Anschaffung eines Gebrauchtwagens, zum Beispiel um die monatliche finanzielle Belastung zu umgehen. Da Elektrofahrzeuge als Gebrauchtwagen erst seit kurzem auf dem Markt zur Verfügung stehen, sind kaum Erfahrungswerte von Käufer*innen über die Lebensdauer der Batterie als eines der Hauptbestandteile eines E-Autos, vorhanden. Zusätzlich entwickelt sich gerade die Batterietechnologie in hoher Geschwindigkeit, was das Risiko einer Fehlinvestition in einen E-Gebrauchtwagen noch vergrößert. Um auch den Gebrauchtwagenmarkt für Elektrofahrzeuge zu beleben, wurden neue Geschäftsmodelle wie das Battery-as-a-Service-Modell entwickelt.

Geschäftsmodellinnovation: Battery-as-a-Service

Bei dem Geschäftsmodell Battery-as-a-Service (BaaS), oder auch battery swapping genannt, bleibt die Batterie im Besitz des Anbieters und er behält die Kontrolle über die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten und den Wertschöpfungsprozess. Die Batterie wird nicht mehr verkauft, sondern zeit- und/oder nutzungsabhängig vermietet¹¹.

Für Fahrzeughersteller bietet das Geschäftsmodell auch die Möglichkeit, das Basismodell (Fahrzeug) zu einem günstigeren Preis anzubieten und mit dem für die Nutzung notwendigen Zusatzprodukt (Batterien) eine stetige Einkommensquelle zu sichern (Razor-Blade Geschäftsmodell). Insbesondere durch die Aufrüstung der Batterie kann der Hersteller das Zusatzprodukt im Wert noch steigern.

In der Automobilindustrie wird dieses Geschäftsmodell unter anderem von dem chinesischen Automobilhersteller NIO eingesetzt. NIO bietet seinen Kunden verschiedene Fahrzeugmodelle mit oder ohne BaaS-Option an. Mit der Batterie Leasing-Variante kaufen die Nutzer*innen das Fahrzeug ohne Batterie, dafür mit einer monatlichen Mietgebühr von umgerechnet ca. 125 Euro (70 kWh) oder 190 Euro (100 kWh) für sechs Batteriewechsel pro Monat. Das Unternehmen betreibt momentan knapp 200 Power Stations in China, in denen automatisch die aufgeladenen Akkupacks innerhalb von drei bis fünf Minuten ausgetauscht werden können¹².

Battery-as-a-Service gemäß Rogers' Treiber der Diffusion

Die Entkopplung der Batterie vom Fahrzeug eignet sich laut Lim et al. (2014), um die Diffusion von Elektrofahrzeugen voranzutreiben. Nicht nur wird durch das Geschäftsmodell die Sorge, einen Wertverlust, bedingt durch eine nachlassende Batterielebensdauer, hinnehmen zu müssen, reduziert, sondern BaaS unterstützt auch den Gebrauchtwagenhandel von EVs¹³. Das Geschäftsmodell ermöglicht es, gebrauchte EVs mit neuen Batterien auszustatten. Damit tragen Käufer nicht mehr das ökonomische Risiko einer Fehlinvestition in Form eines gebrauchten Elektrofahrzeugs mit einer mangelhaften Batterieleistung. In Bezug auf Rogers' Treiber der Diffusion ermöglicht das BaaS Geschäftsmodell einen technischen und wirtschaftlichen

Vorteil gegenüber konventionellen Lösungen der Elektromobilität, was zu einer Diffusion dieser beitragen kann.

Ein weiterer ökonomischer Vorteil von BaaS ist die einhergehende Reduzierung des Anschaffungspreises für Elektrofahrzeuge. Laut einer Umfrage nach Gründen gegen den Kauf eines Elektrofahrzeugs geben potenzielle Kund*innen als häufigsten Grund immer noch an, dass der Anschaffungspreis zu hoch sei¹⁴. Eine weitere Studie gibt darüber Auskunft, dass die Batterie mit 38 Prozent einen signifikanten Wertanteil als Komponente am Preis von Elektroautos hat¹⁵. Das wird auch von den Automobilherstellern im Preis weitergegeben. NIOs neuestes Modell (EC6) kostet mit der 100 kWh Batterie in der BaaS Option 34,3 Prozent weniger als das gleiche Modell inklusive Batterie¹⁶. Die Reduzierung des Anschaffungspreises, bedingt durch den Wegfall der Batterie als Komponente im Preis, führt somit zu einem weiteren ökonomischen Vorteil für potenzielle Käufer*innen und kann die Diffusion von Elektrofahrzeugen zusätzlich beschleunigen. In einer Umfrage zu battery swapping bei Elektrofahrzeugen gaben Teilnehmer*innen Zeitersparnis und Bequemlichkeit als große Vorteile des Geschäftsmodells an¹⁷. Wie oben beschrieben, realisiert NIO beispielsweise einen Batterietausch automatisch innerhalb von drei bis fünf Minuten¹⁸. Der Batterietausch in battery swapping Stationen ist zeitlich kompatibler mit dem Tankvorgang eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor als Ladezyklen von Elektrofahrzeugen an Ladestationen. In Bezug auf Rogers' Innovationstreiber lässt sich schlussfolgern, dass BaaS als Innovation aus Sicht der Kompatibilität besser vereinbar mit Routinen an Tankstellen ist als der manuelle Ladevorgang von EVs an öffentlichen Stationen.

Ein zentralisiertes Laden und Entladen der Akkus, Recycling der leistungsschwachen Batteriezellen,



Karsten Neuberger. Foto: Daniel Schumann



Sander Wintgens. Foto: Daniel Schumann

die professionelle Batteriewartung und -analyse ermöglichen eine längere Batterielebensdauer beziehungsweise geringeren Batterieverschleiß¹⁹. Diesen ökologischen Vorteilen stimmten in einer Umfrage zu BaaS Geschäftsmodellen bei Elektrofahrzeugen auch die Befragten zu²⁰. Die BaaS Innovation ist für Kunden mit einem nachhaltigen Konsumverhalten somit kompatibel. Der ökologische Vorteil dieser Innovation gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren oder EVs ohne die battery swapping Option kann die Diffusion von EVs zusätzlich beeinflussen.

Die Herausforderung besteht jedoch in der komplexen Umsetzung des Geschäftsmodells, da hierfür eine übergreifende Zusammenarbeit von Zell- und Packherstellern, OEMs, Entwicklern von Cloud-Services und Recycling-Unternehmen notwendig ist²¹. Darüber hinaus bedarf es hoher Investitionskosten, um eine umfangreiche Ladeinfrastruktur aufzubauen, welche Batteriewechsel auch zu Stoßzeiten ermöglicht.

Wollen die Käufer*innen aus mittleren wie unteren Einkommenschichten zwar mit einem Elektrofahrzeug umweltfreundlich unterwegs sein, sich ein solches aber nicht anschaffen, bieten sich Mobility as a Service Geschäftsmodelle an.

Mobility as a Service & Shared Mobility

Mobility as a Service (MaaS) ist ein neuartiges Mobilitätskonzept, bei dem die Verfügbarkeit und Kombination unterschiedlicher Verkehrsmittel im Vordergrund steht. Hierbei werden die unterschiedlichen Transportmöglichkeiten auf einer digitalen Plattform gebündelt und dem Nutzer in Abhängigkeit seiner Präferenz zur Verfügung gestellt. Die Kerncharakteristika von MaaS sind die Kundenbedarfsorientierung, die Servicebündelung sowie die Kooperation und Interkonnektivität unterschiedlicher Verkehrsmittel und Dienstleister²².

Für den urbanen und suburbanen Verkehr umfasst die Bandbreite der in MaaS einbezogenen Verkehrsmittel insbesondere den öffentlichen Personennahverkehr, Shared Mobility Geschäftsmodelle für Autos sowie auch weitere Sharing-Konzepte der Mikromobilität (Fahrräder, Roller, Scooter, etc.). Innerhalb der Shared Mobility von Autos können unterschiedliche Geschäftsmodelle ausgemacht werden. Diese reichen von der alleinigen sequenziellen Nutzung eines Fahrzeugs, welches nicht selbst gefahren wird (Ridehailing), über die geteilte, aber individuelle Nutzung von Fahrzeugen (Carsharing), bis hin zur geteilten gleichzeitigen Nutzung eines Fahrzeugs oder Mobilitätsdienstes für einzelne (Teil-)Strecken (Ridesharing/-pooling)²³. Über längere Strecken oder Zeiträume ist innerhalb des MaaS-Ansatzes auch der Einbezug von regionalen oder überregionalen Zugverbindungen, längerfristigen Automieten, überregionalen Bus-, Flug- oder auch Fährverbindungen möglich. Neben den reinen Transportmöglichkeiten umfassen manche Geschäftsmodelle der MaaS auch noch weitere Dienstleistungen rund um das Thema Mobilität, wie beispielsweise Park- oder Lademöglichkeiten für Fahrzeuge. Die Tarifoptionen bei MaaS sind in der Regel abhängig von der tatsächlichen Nutzung. Hierbei sind ebenfalls monatliche Tarife sowie eine Kombination aus einem fixen und variablen Anteil möglich²⁴. Gegenüber dem Kauf von Fahrzeugen haben die Geschäftsmodelle der Shared Mobility den Vorteil, dass die Nutzer*innen lediglich die (Teil-)Strecken oder Fahrzeiten bezahlen, bei denen die Fahrzeuge auch in Anspruch genommen wurden. Bei geringer Nutzung oder Notwendigkeit eines Fahrzeugs kann dies die Kosten für Mobilität im Vergleich zu einem eigenen Auto deutlich reduzieren.

Die hauptsächlichen Anknüpfungspunkte von MaaS mit der Elektromobilität sind bei Fahrzeugen neuer Geschäftsmodelle

der Shared Mobility zu finden. Während bereits auf der Ebene der Mikromobilität Elektrofahrzeuge wie E-Fahrräder, E-Roller oder E-Scooter im Angebot der dort befindlichen Anbieter von Geschäftsmodellen der technologische Standard sind, befindet sich der Aufbau von elektrisch betriebenen Fahrzeugflotten im Bereich der Sharing-Geschäftsmodelle von Autos teilweise noch im Anfangsstadium. Hierbei gibt es deutliche Unterschiede innerhalb der einzelnen Mobilitäts-Geschäftsmodelle. Während Ridepooling-Konzepte wie beispielsweise MOIA oder Berl-König ihre Fahrten bereits vollständig beziehungsweise zu 80 Prozent mit Elektrofahrzeugen anbieten, lag der Anteil an elektrisch betriebenen Carsharing-Fahrzeugen laut Carsharing Bundesverband im Jahr 2019 lediglich bei 9,1 Prozent²⁵.

Diffusion von Elektromobilität durch MaaS & Shared Mobility

Bezogen auf die Diffusion der Elektromobilität bei geringen und mittleren Einkommen sorgen die größtenteils nutzenabhängigen Kostenstrukturen für eine verbesserte Wahrnehmbarkeit sowie der Möglichkeit der (regelmäßigen) Erprobbarkeit, ohne einen langfristigen Besitz oder gar Eigentum des Fahrzeugs finanziell in Kauf nehmen zu müssen. Diese beiden Aspekte sind insbesondere im Hinblick auf die in Zukunft mögliche Reduktion der Gesamtkosten für Elektrofahrzeuge und die damit einhergehende Möglichkeit für mehr Personen, ein Elektrofahrzeug zu erwerben, auch für die Automobilhersteller von großem Interesse. Innerhalb der gesamten Bandbreite an Sharing-Geschäftsmodellen gibt es auch verschiedene E-Automobilhersteller, die selbst Sharing-Angebote anbieten oder zumindest ihre Fahrzeuge dort anbieten lassen. Diese Hersteller haben somit aus Gründen des Marketings ebenfalls ein Interesse an der Diffusion der

von ihnen angebotenen Fahrzeuge auf dem Markt der Shared Mobility und insbesondere auch ihrer neuen Elektrofahrzeuge. Eine Studie von Burghard und Dütschke stellt diesbezüglich heraus, dass aktuelle Nutzer*innen elektrisch betriebener Carsharing-Angebote ebenfalls dazu neigen, in Zukunft ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug zu kaufen²⁶. Neben dem Diffusionshemmnis der hohen Anschaffungskosten eines Elektrofahrzeugs kann die MaaS innerhalb von Städten durch eine hohe Anzahl an Fahrzeugen und Mobilitätsangeboten ebenfalls die Befürchtung der zu geringen Reichweiten bei Elektrofahrzeugen reduzieren²⁷.

Durch den temporären Besitz, aber das Nicht-Eigentum der Fahrzeuge, hat die Shared Mobility von Autos den weiteren Vorteil für die Nutzenden, dass die Verantwortung und das Risiko für die Fahrzeuge beim Anbieter bleiben²⁸. Somit hat die Shared Mobility im Hinblick auf das wahrgenommene Risiko einen besonders hohen Erfüllungsgrad. Innerhalb der einzelnen Kategorien des wahrgenommenen Risikos werden vor allem das technische und das ökonomische Risiko durch die Verantwortung der Mobilitätsanbieter für die Fahrzeuge und deren Risiko sowie dem lediglich kurz- bis mittelfristigen Besitz der Fahrzeuge durch die Nutzer*innen minimiert. Das Risiko der möglichen technischen Überholtheit der Fahrzeuge kann durch die Sharing-Angebote ausgeschlossen werden, da kein tatsächliches Eigentums- oder langfristiges Besitzverhältnis zum Fahrzeug besteht. Das ökonomische Risiko hält sich diesbezüglich ebenfalls stark in Grenzen. Durch die nutzungsabhängige Kostenstruktur und die Übernahme der Kosten für Fahrzeug, Versicherung und Aufladung durch den Anbieter kann der finanzielle Aufwand der Nutzer*innen im Vorfeld der Verwendung gut abgeschätzt

Ausblick

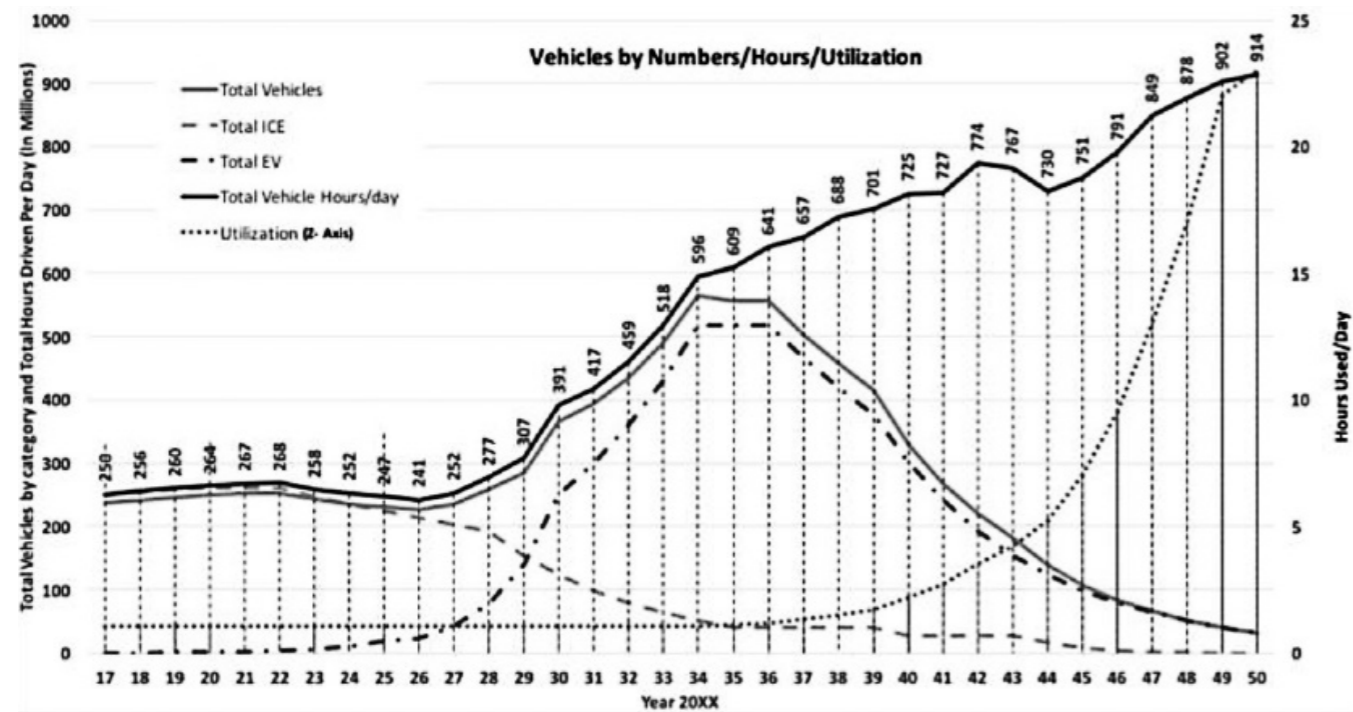
Die Diffusion der Elektromobilität wird sich auch in niedrigen und mittleren Einkommensschichten in Zukunft durch unter anderem sinkende Preise, verbesserte Ladeinfrastruktur und technische Weiterentwicklungen beispielsweise bei der Erhöhung der Reichweiten weiter durchsetzen. Doch Menschen dieser Einkommensschichten werden auch dann noch mit subtileren Hemmnissen hadern. Günstige Elektrofahrzeuge haben kleinere Akkus, was in einer geringeren Reichweite resultiert. Die Reichweitenproblematik trifft weniger gut Verdienende also härter als Premiumkund*innen. Diese Menschen besitzen außerdem seltener ein Eigenheim²⁹ und Zugang zu eigener Ladeinfrastruktur. Außerdem wiegt das Risiko einer Fehlinvestition höher, wenn ein größerer Anteil des Einkommens beziehungsweise Vermögens in ein Mobilitätsmittel investiert werden muss. Es braucht langfristig also weitere Lösungen, die die speziellen Hemmnisse dieser Einkommensschichten adressieren und Elektromobilität in die breite Masse tragen.

Alle Entwicklungen bei der Elektromobilität und auch die speziellen Lösungen für niedrige und mittlere Einkommensschichten werden dabei außerdem von den großen Umfeld- und Branchenveränderungen getrieben. Zu den großen Megatrends zählen beispielsweise die Urbanisierung, Digitalisierung und Nachhaltigkeit, welche sich in der Mobilitätsbranche auch in Form der Branchentrends Connectivity, Autonomes Fahren, Sharing und die Elektrifizierung äußern. Diese Trends sind zwar seit Jahren bekannt, erst jetzt machen sich aber bei einigen Aspekten Durchbrüche bemerkbar. In Zukunft wird es in diesen Feldern aber eine Vielzahl an Innovationen geben, die die Transformation der gesamten Branche vorantreiben und sie fit für eine nachhaltige Zukunft machen. Auch bei den in diesem Artikel

untersuchten Lösungen sind die Einflüsse der großen Trends klar erkennbar. Es lassen sich aber auch subtilere Entwicklungen beobachten: Bei allen drei Lösungen geht es um umfassende Services. BaaS und MaaS tragen diesen Servicecharakter sogar im Namen, doch auch das Auto-Abo könnte als Auto-as-a-Service bezeichnet werden. Diese Service Economy setzt sich in vielen Lebensbereichen auch global immer weiter durch. Gerade in der Pandemie boomten beispielsweise Lebensmittel-Lieferservices, und viele Branchen entwickeln sich weiter in Richtung von Everything-as-a-Service (XaaS). Auch in der Elektromobilität positionieren sich erste Stakeholder mit Services, die bestehende Hemmnisse überwinden. So entwickeln erste Unternehmen beispielsweise eine Art Charging-as-a-Service. Dabei handelt es sich um mobile Ladesäulen, die zum Fahrzeug kommen, bis hin zu automatisierten Ladesäulen, die an festen Ladepunkten das Laden automatisiert einleiten und im Zusammenspiel mit autonomen Fahrzeugen mittelfristig dazu beitragen können, das Auto ohne Zutun oder Anwesenheit der Nutzer*innen zu laden. Dies eröffnet Serviceanbietern, aber auch Flottenbetreibern und MaaS-Providern neue Geschäftsmodelle. Es hilft aber vor allem auch Elektroautobesitzer*innen ohne private Ladeinfrastruktur, die bisher teuer, unkomfortabel und zeitaufwendig an öffentlichen Ladepunkten laden mussten und sich deshalb oftmals gegen ein Elektrofahrzeug entschieden. Das gleiche Hemmnis wird auch von Solarautos adressiert, die von ersten Startups (wie bspw. Sono Motors) angeboten werden. Ziel ist es nicht, die Reichweite während einer Fahrt signifikant zu verbessern, sondern im Alltag die Standzeit des Autos zu nutzen, um Kosten zu sparen und die Zahl der notwendigen Ladungen an öffentlichen Ladesäulen zu verringern. Ob sich CaaS und Solarautos durchsetzen, ist noch nicht absehbar. Als



Lukas Zeymer. Foto: Daniel Schumann



(2) Verringerung der Fahrzeuganzahl durch die Erhöhung der Fahrzeugnutzung pro Tag
Quelle: Delphi Group; Ideafarm 2018

schwache Signale zeigen sie aber den Möglichkeitsraum für Innovationen rund um breitentaugliche Elektromobilität.

Ein weiterer Trend, der sich zunehmend in der Mobilitätsbranche durchsetzt, sind veränderte Eigentumsverhältnisse. Kund*innen entwickeln sich immer mehr zu Nutzer*innen und das Verkehrsmittel selbst bleibt oft Eigentum der Anbieter. Das betrifft die Batterie beim BaaS sowie das Transportmittel bei MaaS und Auto-Abo. Langfristig kann eine bessere Allokation der Nutzung von Fahrzeugen beispielsweise anhand von digitalen Geschäftsmodellen der Shared Mobility die Anzahl an notwendigen Fahrzeugen deutlich reduzieren. Abbildung (2) zeigt den langfristigen Trend zu einer erhöhten

stündlichen Automobilnutzung pro Fahrzeug, die durch Elektrofahrzeuge und Shared Mobility bis zum Jahr 2050 erreicht werden könnte³⁰. Gerade in sich wandelnden Umfeldern und unter Unsicherheit spielen solche flexiblen Lösungen ihre Stärken aus. Am Beispiel der Pandemie wird das deutlich: Das Auto war ein Gewinner der Krise, Autohäuser waren während der Lockdowns aber geschlossen. Digitale Auto-Abos waren deshalb ein Weg, kurzfristig ein Automobil zu werden oder zu bleiben, sogar ohne eine große Investition tätigen zu müssen. Umgekehrt sank die Mobilität der Gesellschaft insgesamt und bei vielen Menschen stand das Auto in Zeiten von Homeoffice ungenutzt vor der Tür. Die besser kalkulierbaren laufenden Kosten in Zeiten von Corona nann-

ten deshalb 19 Prozent von Befragten auf die Frage, was aus ihrer Sicht für Auto-Abos spricht³¹.

Auch in Zukunft werden viele Unternehmen mehr auf Homeoffice setzen³², und obwohl Pendler dadurch langfristig größere Entfernungen in Kauf nehmen könnten, werden viele Menschen mittelfristig weniger Auto fahren und könnten auf flexiblere Angebote umsteigen.

Für Anbieter und Fahrzeughersteller haben nutzungsbasierte Angebote außerdem den Vorteil, dass nicht mehr nur beim Verkauf der Fahrzeuge, sondern über die komplette Nutzungszeit Umsatz generiert werden kann. Auch dieser Trend ist bereits länger beispielsweise von IT-Unternehmen bekannt. Der Wandel macht sich bei der traditionellen Automobil-

branche aber erst jetzt bemerkbar. Alle großen deutschen OEMs positionieren sich, um durch Abos und Softwareupgrades zusätzliche Einnahmen zu schaffen und neue Geschäftsmodelle zu ermöglichen³³. Die Mobilitätsbranche wandelt sich also immer mehr hin zu einer Softwarebranche. Umgekehrt planen viele IT-Unternehmen den Einstieg in die Mobilitätsbranche: Apple, Xiaomi, Samsung, Sony und Huawei wollen Elektroautos bauen, Waymo (Google), Amazon, Baidu, Microsoft, Tencent, Apple und Alibaba nutzen ihre KI-Kompetenzen, um autonomes Fahren zu entwickeln oder unterstützen entsprechende Startups. Die meisten dieser letztgenannten Tech-Player zielen dabei vor allem auf „Robotaxis“, die den Privatbesitz von Autos überflüssig machen sollen und auf diese Art und Weise sowohl auf den XaaS als auch auf veränderte Eigentumsverhältnisse abzielen. Aber auch das automatisierte Laden kann durch autonomes Fahren neue Use Cases ermöglichen und so die komfortable Ladung ohne eigene Infrastruktur gestatten. Insgesamt rücken die Software- und die klassische Mobilitätsbranche immer näher zusammen und es ergeben sich neue Allianzen über Branchengrenzen hinweg, die langfristig Elektromobilität für alle Einkommensschichten (zumindest in Ballungsräumen) erlauben.

Insgesamt ist in der Mobilitätsbranche also viel in Bewegung. Alte und neue Trends beeinflussen Kundenanforderungen und regulatorische Vorgaben treiben auch die Elektromobilität. Obwohl sich die großen Hemmnisse Kosten, Reichweite und Ladeinfrastruktur verbessern, braucht es weitere Lösungen, um die Diffusion der Elektromobilität außerhalb hoher Einkommensschichten zu beschleunigen. Die vorgestellten Lösungen adressieren solche Ansätze und werden in Zukunft durch immer mehr innovative Produkte und Services ergänzt werden.

Summary

The diffusion of electromobility in Germany is essential in order to reduce CO₂ and reach environmental goals. Barriers of diffusion and perceived risk are especially relevant for households with small and medium incomes, as they can afford to spend only 8–13% of their monthly income for the family's mobility. As electric cars are more expensive and reliable used cars are not available, transformation towards environmental neural mobility is difficult. Therefore, we discuss different new distribution and business models to foster electromobility and overcome diffusion barriers. Distribution models like car subscriptions, new business models like battery swapping and mobility-as-a-service will help households with small and medium incomes to change towards electromobility and also offer ways to make the used car market for electric vehicles more attractive. While mobility-as-a-service and car subscription solutions enable a cheaper and more flexible way to get access to electric vehicles, battery-as-a-service facilitates the sales of used electric vehicles. Consequently, each of the solutions discussed tackles a different barrier for the diffusion of electromobility and thus effectively contributes to the uptake of electric vehicles in Germany for households with small and medium incomes. Additionally, the discussion of future trends illustrates that these models will persist and expand.

Anmerkungen

- 1) Rogers 2003, S. 5
- 2) Weiber und Pohl 1996, S. 3
- 3) Rogers 2003
- 4) vgl. Rogers, 2003; Utterback 1974; Premkumar et al. 1994
- 5) Köcher 2020
- 6) Ostlund 1974, S. 24
- 7) Datenreport 2021, S. 210ff
- 8) Einkommen unter dem durchschnittlichen Haushaltsnettoeinkommen von 3.600 Euro monatlich, vgl. Datenreport 2021, S. 213
- 9) Meyer 2020
- 10) LeasePlan 2021
- 11) Bernhart 2020
- 12) NIO 2021
- 13) (Lim et al. 2014
- 14) Köcher 2020
- 15) Statista Research Department 2010
- 16) NIO 2021
- 17) Hewu et al. 2012
- 18) NIO 2021
- 19) Bernart 2020
- 20) Hewu et al. 2012
- 21) Bernhart 2020
- 22) Hietanen 2014
- 23) Sprei 2018
- 24) Jittrapirom et al. 2017
- 25) Carsharing Bundesverband 2019
- 26) Burghard, Dütschke 2018
- 27) Gould et al. 2015
- 28) Gould et al. 2015
- 29) vgl. BMVBS 2013
- 30) vgl. Delphi Group; Ideafarm 2018
- 31) vgl. Horizont 2020
- 32) vgl. Schramm 2020
- 33) Hans-Böckler-Stiftung 2021
- 33) vgl. Heise 2021

Literatur

- Bernhart, W. Wertschöpfung steigern mit Battery-as-a-Service. ATZ Extra 25, 14–19 (2020). <https://doi.org/10.1007/s35778-020-0141-0>.
- BMVBS (2013). Wohneigentumsquote in Deutschland im Jahr 2010 nach monatlichem Haushaltseinkommen. In: Statista, verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/258614/umfrage/wohneigentumsquote-in-deutschland-nach-monatlichem-haushaltseinkommen> (Abruf am 09.06.2021).
- Burghard, U., & Dütschke, E. (2019). Who wants shared mobility? Lessons from early adopters and mainstream drivers on electric carsharing in Germany. Transportation Research Part D: Transport and Environment 71: 96–109.
- Carsharing Bundesverband, 2019: „Elektrofahrzeuge in CarSharing-Flotten – Chancen realisieren, Herausforderungen meistern“, verfügbar unter: <https://www.carsharing.de/themen/elektromobilitaet/elektrofahrzeuge-carsharing-flotten-chancen-realisieren-herausforderungen-0> (Abruf am 02.06.2021)
- Datenreport 2021 (2021). Hrsg.: Destatis/WZB/BiB, Seiten: 528, Erscheinungsdatum:

10.03.2021, Erscheinungsort: Bonn.
 – Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319–340.
 – Delphi Group; Ideafarms (2018). *Transportation2050 – The Future of Personal Mobility* (Whitepaper), unter: <https://delphigroup.com/wp-content/uploads/2018/06/Transportation-2050-Delphi-Group.pdf> (Abruf am 09.06.2021).
 – Gould, E., Wehrmeyer, W., & Leach, M. (2015). Transition pathways of e-mobility services. *WIT Transactions on Ecology and the Environment* 194: 349–359.
 – Hans Böckler Stiftung (2021). *Studien zu Homeoffice und mobiler Arbeit*, verfügbar unter: <https://www.boeckler.de/de/auf-einen-blick-17945-Auf-einen-Blick-Studien-zu-Homeoffice-und-mobiler-Arbeit-28040.htm> (Abruf am 28.05.2021)
 – Heise (2021). *Modulare Software-Systeme mit mehr Funktionen für kommende Volkswagen-Modelle*, verfügbar unter: https://www.heise.de/news/Modulare-Software-Systeme-mit-mehr-Funktionen-fuer-kommende-Volkswagen-Modelle-6065414.html?wt_mc=rss.red.autos.autos.atom.beitrag.beitrag (Abruf am 01.06.2021)
 – Hewu W., Huayang S., Minggao O. (2012). Impact factor analysis of the consumer acceptance of electric vehicle battery swapping service. *Journal Of Automotive Safety And Energy* 3(1): 44–50.
 – Hietanen, S. (2014). “Mobility as a Service” – The new transport model? *Eurotransport* 12(2): 2–4.
 – Horizont (2020). Was spricht aus Ihrer Sicht für den Abschluss eines Auto-Abos? In Statista, unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1126180/umfrage/umfrage-zu-den-vorteilen-von-auto-abos-in-deutschland/> (Abruf am 09.06.2021).
 – Jittrapirom, P., Caiati, V., Feneri, A. M., Ebrahimigharehbaghi, S., González, M. J. A., & Narayan, J. (2017): *Mobility as a Service: A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes, and Key Challenges*. *Urban Planning*, 2(2): 13–25.
 – Köcher, R. (2020): *Mobilitätsmonitor 2020*, verfügbar unter: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2020/10/Ergebnispraesentation_Grafiken_mit_Logo_2.pdf (Abruf am 10.06.2021).
 – LeasePlan (2021), »Mobility Insights Report Ausgabe: Elektrofahrzeuge und Nachhaltigkeit«.
 – Lim, M. K., Mak, H. Y., & Rong, Y. (2015). Toward mass adoption of electric vehicles: Impact of the range and resale anxieties. *Manufacturing & Service Operations Management*, 17(1), 101–119.
 – Meyer, H. (2021). »Auto-Abo – mobil zum Pauschaltarif«, ADAC, verfügbar unter: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/finanzierung-leasing/auto-abo/> (Abruf am 26.05.2021).
 – NIO (2021). *NIO BaaS- Battery as a Service*, verfügbar unter: https://www.nio.com/de_DE/baas. (Abruf am 12.06.2021)

– Ostlund, L. E. (1974). Perceived innovation attributes as predictors of innovativeness. *Journal of consumer research* 1(2): 23–29.
 – Premkumar, G., Ramamurthy, K., & Nilakanta, S. (1994). Implementation of electronic data interchange: an innovation diffusion perspective. *Journal of Management Information Systems* 11(2): 157–186.
 – Rogers, E., *Diffusion of Innovations*, New York, Free Press, 2003.
 – Schramm, S. (2020): *Effekte der COVID-19-Pandemie auf berufsbedingten Verkehr, geschäftliche Meetings, Home-Office und Klimabilanz*. *CLiD;Trans Werkstattbericht*. Borderstep. Berlin.
 – Sprei, F. (2018). *Disrupting mobility*. *Energy Research & Social Science* 37: 238–242.
 – Statista Research Department (2010). *Elektroautos – Anteile der Komponenten am Preis in 2020*, verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/168067/umfrage/anteile-einzelner-komponenten-am-preis-von-elektroautos-im-jahr-2020/> (Abruf am 14.06.2021)
 – Utterback, J. M. (1974). Innovation in industry and the diffusion of technology. *Science* 183(4125): 620–626.
 – Weiber, R., & Pohl, A. (1996). *Das Phänomen der Nachfrage-Verschiebung: Informationssucher, Kostenreagierer und Leapfrogger*. *ZEIT-SCHRIFT FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT* 66: 675–696.

Die Autor*innen

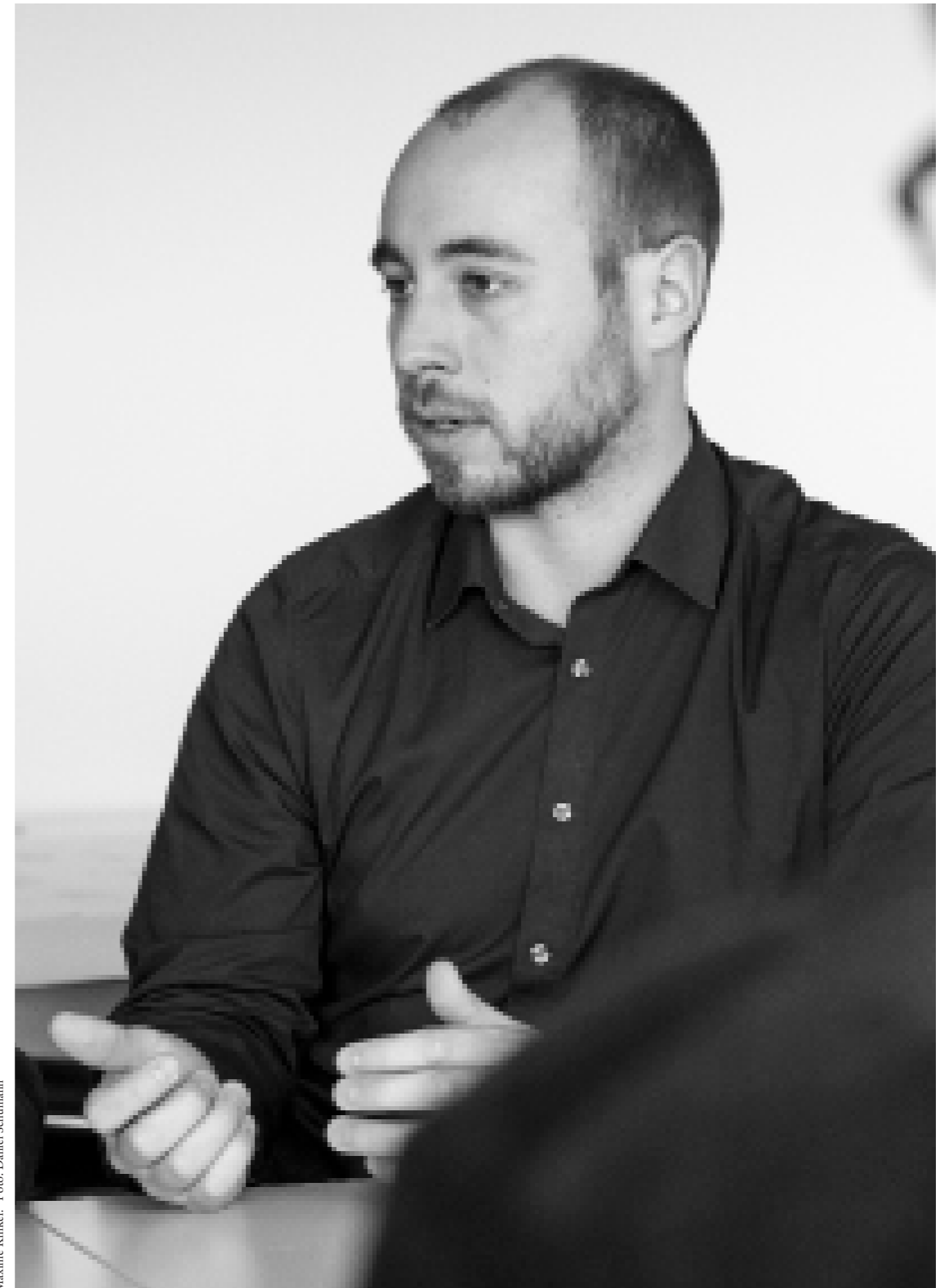
Ellen Enkel leitet den Lehrstuhl für allgemeine BWL und Mobilität an der Universität Duisburg-Essen und ist im Vorstand des MOTION Instituts für Mobility Transformation der Fakultät für Ingenieurwissenschaften. Sie ist Editorin einer der international führenden Zeitschriften im Innovations- und Technologiemanagement, dem *R&D Management Journal*. Ihre praxisorientierte Forschung fokussiert auf Open und Cross-Industry Innovationen, digitale Geschäftsmodelle wie Plattformen und Ökosysteme in der Mobilität. Sie ist eine der meistzitierten internationalen Wissenschaftlerinnen im Bereich Open Innovation und arbeitet mit Unternehmen an der Optimierung ihrer Innovationsprozesse.

Karsten Neuberger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für allgemeine BWL und Mobilität. Seine Forschungsaktivitäten umfassen die Themen Fuhrparkmanagement und Automobilvertrieb.

Sander Wintgens ist Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für allgemeine BWL und Mobilität. Er erforscht offene Innovationsprozesse und dabei insbesondere Cross-Industry-Innovationen. Zusätzlich betreut er in Forschungsprojekten der UDE Startups und unterstützt sie bei der Entwicklung innovativer und nachhaltiger Geschäftsmodelle.

Maxime Kinkel ist Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für allgemeine BWL und Mobilität. Er erforscht hierbei insbesondere innovative Geschäftsmodelle im Umfeld der Mobility as a Service, die Shared Mobility sowie die finanzwirtschaftlichen Aspekte innovativer Mobilitätsformen.

Lukas Zeymer ist Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für allgemeine BWL und Mobilität. Er forscht zu radikalen Innovationen und der Einbindung von Forecasting in den Innovationsprozess.



Maxime Kinkel. Foto: Daniel Schumann

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
D U I S B U R G
E S S E N

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/78093

URN: urn:nbn:de:hbz:465-20230331-121712-2

Erschienen in: UNIKATE 59 (2023), S. 32-45

Alle Rechte vorbehalten.