

Anforderungen der Elektromobilität an die Wertschöpfungsketten in der Automobilindustrie

Dr. Rudolf Schnee
FEMTO-ST Institute, Université Bourgogne Franche-Comté, UTBM, CNRS, Belfort, France

Nathalie Kroichvili
FEMTO-ST Institute, Université of Bourgogne Franche-Comté, UTBM, CNRS, Belfort, France

Daniela Chrenko
FEMTO-ST Institute, Université of Bourgogne Franche-Comté, UTBM, CNRS, Belfort, France

Reiner Kriesten
Institut für Energie Effiziente Mobilität (IEEM), University of Applied Science, Karlsruhe, Germany

Zusammenfassung

Digitalisierung, Klimawandel und alternative Antriebsformen, wie der Elektromobilität erzeugen neben technologischen Innovationen auch disruptive Veränderungen in den Wertschöpfungsketten der Automobilindustrie. Parallel entwickeln Automobilhersteller durch die globale und digitale Transformation neue Geschäftsmodelle, die nicht mehr ausschließlich auf das Produkt und nahestehende Dienstleistungen, wie Versicherungen oder Aftersales fokussiert sind. Es werden zusätzliche Leistungen, wie Mobilitätsangebote, umweltfreundlich erzeugter Strom, der Verkauf und die Installation von Wallboxen oder das Laden an eigenen Ladestationen angeboten. Diese Veränderungen führen dazu, dass existierende, überwiegend lineare Wertschöpfungsketten verändert und weiterentwickelt werden müssen. Bei der Transformation in die Elektromobilität ist die Bildung von Eco-Systemen unabdingbar, bei denen die Automobilhersteller mit anderen Unternehmen und Branchen ein Gesamtprodukt anbieten.

1. Einführung

Die Automobilindustrie steht vor einem technologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wandel, welche auf mehrere einschneidenden Veränderungen beruhen: Erstens werden zunehmend fossil betriebene Fahrzeugantriebe durch Elektrofahrzeuge ersetzt. Diese Entwicklung wird primär durch politische Aktivitäten ausgelöst, um die Reduktion von Kohlendioxid (CO₂) voranzutreiben, welches ein Haupttreiber für die globale Erwärmung ist. Obwohl die Emissionen der Treibhausgase in den letzten Jahren in Deutschland kontinuierlich gesunken ist, ist das Ziel der UN-Klimakonferenz von Paris, 2015 gefährdet, die menschengemachte globale Erderwärmung bis Ende des Jahrhunderts auf unter zwei Grad Celsius (möglichst 1.5 Grad Celsius) zu halten. Zusätzlich hat sich die Europäische Union in Ihrem Green Deal verpflichtet, bis 2050 klimaneutral zu werden und ab 2035 sollen nur noch lokal emissionsfreie Fahrzeuge neu zugelassen werden. Einen großen Anteil an den Treibhausgasen hat der Bereich Verkehr und Transport. So entfallen 19.85% der Treibhausgase in 2020 auf diesen Bereich [1]. Neben den gesetzgeberischen Maßnahmen unterstützen die europäischen Staaten den Verkauf von elektrischen Fahrzeugen (BEV und Hybrid) mit hohen Subventionen. Zweitens wandeln sich die Anforderungen der Bevölkerung an die Mobilität hinsichtlich Vernetztheit und intermodale Transportmöglichkeiten, ohne den Wunsch auf individuelle Mobilität aufgeben zu müssen. Reisende möchten weiterhin die Flexibilität beibehalten, jedoch nicht auf Kosten der Umwelt oder sozialer Belange. Forciert wird dies durch Städte und Gemeinden, die versuchen, Fahrzeuge aus den Städten fernzuhalten. Geschwindigkeitsbeschränkungen und reduzierte Parkmöglichkeiten sollen die Bevölkerung zum Wechsel auf öffentliche Verkehrsmittel oder privaten Mobilitätsangebote motivieren. Drittens hat die Digitalisierung einen weiteren großen Einfluss auf die Automobilindustrie. Durch userfreundliche Anwendungen und Apps ist es einfach möglich, abhängig von Verkehrslage, Wetter und Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln die individuelle Route zu planen und zu nutzen. Durch die ständige Erweiterung der Angebotspalette ist der Besitz des individuellen Fahrzeuges für den Einzelnen nicht mehr notwendig und kann Auswirkungen auf den Absatz der Automobilindustrie haben. [2]. Dies ist besonders bemerkenswert, da die Automobilindustrie eines der wirtschaftsstärksten Branchen des Landes ist. Mit 2,2 Millionen Arbeitsplätzen sichert sie 7% der Arbeitsplätze in Deutschland und tragen ein Drittel der deutschen Investitionen in Forschung und Entwicklung bei [3].

Während Enthusiasten die hervorragenden Chancen für Kunden, Umwelt und Wirtschaft loben, sind die Automobilhersteller gezwungen, wichtige Entscheidungen zu treffen, die mittel- bis langfristig bindend sind und den Fortbestand des Unternehmens sichern oder gefährden können [4]. Zusätzlich werden sie mit neuer Konkurrenz

konfrontiert und der Verdrängungswettbewerb nimmt deutlich zu. Dazu gehören nicht nur junge Unternehmen und Start-ups, sondern insbesondere Technologieunternehmen, die über erhebliche finanzielle Ressourcen und hervorragende Kenntnisse in Software, Kundenakquise und Datenmanagement verfügen [5]. Infolgedessen kann das aktuelle fahrzeugzentrierte System durch ein radikal effizienteres, datengesteuertes und fahrerloses Ökosystem ersetzt werden, in dessen Mittelpunkt der Kunde steht. Benutzer können nahtlos zwischen öffentlichen, privaten, On-Demand- und planmäßigen Verkehrsmitteln wechseln, unterstützt durch dynamische Reiseinformationen [6].

Eines der größten Herausforderungen ist die Elektromobilität. Durch sie werden neue und einschneidende Anforderungen auf unterschiedlichen Ebenen an die Automobilindustrie gestellt. Neben der Veränderung des Antriebes beim Fahrzeug sind weitere Bereiche davon betroffen. So kann der weitere Ausbau und Nutzung von Mobilitätsdienstleistungen dazu führen, dass das Fahrzeug nur noch als reines Fortbewegungsmittel gesehen wird und nicht mehr als emotionalen Wertgegenstand mit Fahrfreude und sozialer Symbolik. Die Notwendigkeit von weiteren IT-Diensten führt dazu, dass zusätzliche Kompetenzen benötigt werden, die bisher bei den Automobilherstellern nicht notwendig waren und auch nicht vorhanden sind. Basierend auf diesen Herausforderungen ergibt sich eine hohe Transformationsleistung in der gesamten Automobilindustrie insbesondere in den Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodellen. Diese sind aktuell auf Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren und deren Umfeldbedingungen optimiert und wurden über Jahrzehnte weiterentwickelt.

Die Frage ist, welche Anforderungen ergeben sich durch die Elektromobilität an die Weiterentwicklung der Wertschöpfungsketten? Sind es nur die Lieferketten, die durch einen veränderten Antrieb neu aufgestellt werden müssen oder hat die Elektromobilität einen weit höheren Einfluss auf das gesamte Umfeld der Automobilindustrie? Es ist anzunehmen, dass die Auswirkungen zu einer radikalen Umstrukturierung der Wertschöpfungsketten in der Automobilindustrie und im Mobilitätssektor führen werden, um einerseits die Kosten deutlich senken zu können, aber auch um neue Produkte kommerzialisieren zu können, um die Wünsche der Kunden erfüllen zu können. Dieser Wandel wird dazu führen, dass bestehende, überwiegend lineare Wertschöpfungsketten um zusätzliche Elemente erweitert werden müssen. Weitere Anforderungen des Umfeldes werden dazu führen, dass sich die Automobilindustrie zu einem Eco-System weiterentwickeln muss, welches auch zu Veränderungen der Geschäftsmodelle führen wird.

2. Elektromobilität

Elektromobilität, E-Mobilität oder Elektro-Mobilität ist eine Wortschöpfung, die in der Literatur nicht hinreichend definiert ist und mehrere Aussagen über ihre volle Bedeutung zulässt. Mehrheitlich wird sie im Sinne „elektrifiziert“ und „Automobil“ verwendet, wobei unterschiedliche Definitionen bzgl. der Fahrzeugkonzepte (batteriebetriebene Fahrzeuge (BEV, Hybride, die ihre Energie primär aus dem Stromnetz beziehen und extern nachgeladen werden können) zugelassen werden [7], [8]. Wichtige Eigenschaften sind jedoch nicht nur der umweltfreundliche Betrieb, sondern auch eine umweltfreundliche Produktion incl. der Abbau der dazu benötigten Roh- und Hilfsstoffe. Zusätzlich sind die Möglichkeiten der europäischen Lieferkettengesetze auszuschöpfen, welches die Unternehmen verpflichtet, den Schutz der Menschenrechte zu wahren [9]

Die Reduktion der Elektromobilität auf batteriebetriebene Fahrzeuge engt die zukünftigen Entwicklungen und Rahmenbedingungen der Automobil- und Mobilitätsindustrie jedoch zu sehr ein und würde deren Anforderungen an die Wertschöpfungsketten nur ungenügend darstellen. Deshalb ist eine Ausweitung auf die Elektromobilität als System sinnvoll und notwendig. Bonnema [10] und das Projekt "Electric Mobility in Norway" [11, p. 4] beschreiben die Elektromobilität als Kombination mit anderen Verkehrsmitteln wie U-Bahnen, Elektrobussen oder Straßenbahnen, für deren bequemer Zugang zusätzlich eine umfangreiche Softwarelösung und ein Anbieter sinnvoll ist, der die Angebots-, Bestell- und Bezahlvorgänge bündelt. Durch die einfache Nutzung unterschiedlicher Transportmöglichkeiten ergibt sich durch die Elektromobilität kein Widerspruch zu dem Wunsch der Nutzer, weiterhin individuell reisen zu können ohne vorherige Planung.

Daraus ableitend, kann die Elektromobilität wie folgt definiert werden: „Elektromobilität bedeutet flexibler und individueller Verkehr ohne direkte Schadstoff- und Lärmemissionen bei garantierter sozialer Fairness. Die Basis bildet die modernisierte Vernetzung von Städten, Gemeinden, Ländern und Staaten sowie die Integration komfortabler intelligenter Technologien“ [12] (Abbildung 1).

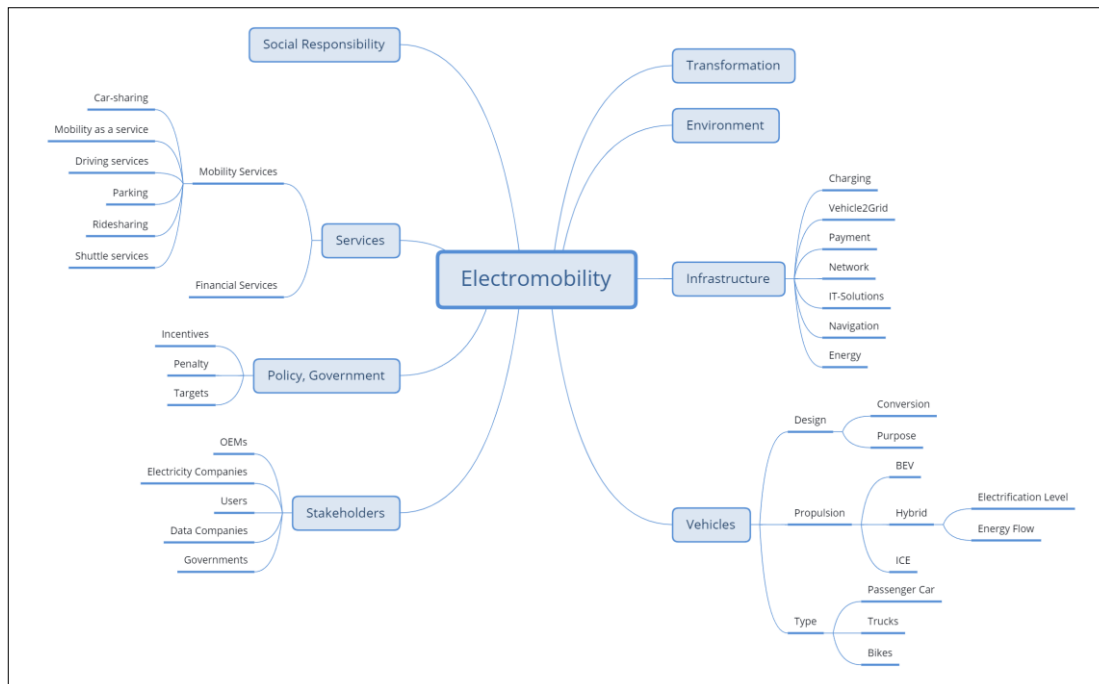


Abbildung 1: Elemente der Elektromobilität als System [12]

3. Wertschöpfungsketten

Wertschöpfungsketten beschreiben den Prozess aller Herstellungs- und Vermarktungsstufen von Unternehmen für ein Produkt und wurde von dem US-Ökonomen Michael Porter [13] entwickelt. Er bezeichnet Wertschöpfungsketten als eine Sammlung von Aktivitäten, mit denen ein Produkt entworfen, hergestellt, vertrieben, geliefert und gewartet wird. Wertschöpfungsketten werden in der strategischen Planung als steuerndes Führungsinstrument eingesetzt und zielen darauf ab, die Wertschöpfung zu maximieren und gleichzeitig die Kosten zu minimieren. Weiterhin zeigen Porter und Kramer [14] auf, dass mit neuen Technologien und den dazugehörigen Strategien Wettbewerbsvorteile auf dem Markt erzielt werden können. Wertschöpfungsketten unterteilen die Aktivitäten in verschiedene Kategorien. Zu den Kernprozessen gehören Eingangslogistik, Produktion, Vertrieb, Marketing und Sales und sind erforderlich, um Hauptprodukte und -dienstleistungen zu erstellen. Die Unterstützungsprozesse begleiten diese Aktivitäten. Beispiel sind hierzu das Controlling, Personalmanagement und IT (Abbildung 2).

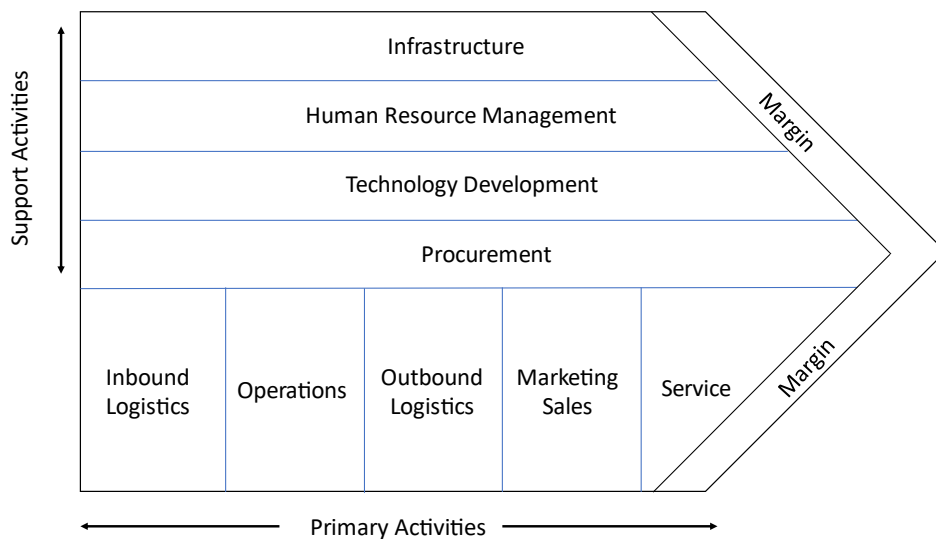


Abbildung 2: Wertschöpfungskette nach M. Porter [13]

Diese Klassifizierung gilt jedoch nur für das Basismodell. Abhängig von der Branche und der Komplexität können weitere Wertschöpfungsketten vorhanden sein. Die Margin auf der rechten Seite des Grundmodells symbolisiert die Differenz zwischen dem Erlös und den eingesetzten Ressourcen bei der Herstellung des Produkts oder der Dienstleistung. Es vergleicht die angefallenen Kosten mit den Erlösen, die durch die geschaffenen Produkte generiert werden. Das Ziel eines Unternehmens ist die Maximierung der Wertschöpfung entlang der gesamten Wertschöpfungskette durch Kostensenkung und Umsatzsteigerung. Innerhalb einer Branche sind die Wertschöpfungsketten von Lieferanten und Kunden miteinander verknüpft und bilden ein gemeinsames Wertschöpfungskettensystem. Insbesondere in der Automobilbranche sind die Abhängigkeiten und die Komplexität der Wertschöpfungsketten sehr hoch und Störungen können zu hohen Einbußen in Umsatz und Produktion führen.

3.1 Wertschöpfungsketten in der Automobilindustrie

Die Automobilindustrie ist eine der globalsten Branchen weltweit. Die Produkte werden auf allen Kontinenten produziert und verkauft und es wird von einer kleinen Anzahl von Unternehmen dominiert [15, p. 2]. Die Herstellung der Produkte erfordert ein hohes Maß an Arbeitsteilung, wobei jeder Beteiligte eine definierte Rolle übernimmt. Dabei gliedert sich die Wertschöpfungskette in eine wertschöpfungsorientierte Kette von Lieferanten. Diese wird in der Rangfolge der Lieferanten nach der Komplexität der produzierten Ware differenziert. Tier-1-Zulieferer verfügen über eine hohe Integrationskompetenz, während Zulieferer auf Tier-2-Ebene oft Technologieführer in ihrem Spezialgebiet sind. Tier-3-Lieferanten sind Prozess- oder Kostenführer. Die anderen Tier-X-Lieferanten produzieren Einzelteile in abnehmender Komplexität [16] (Abbildung 3).

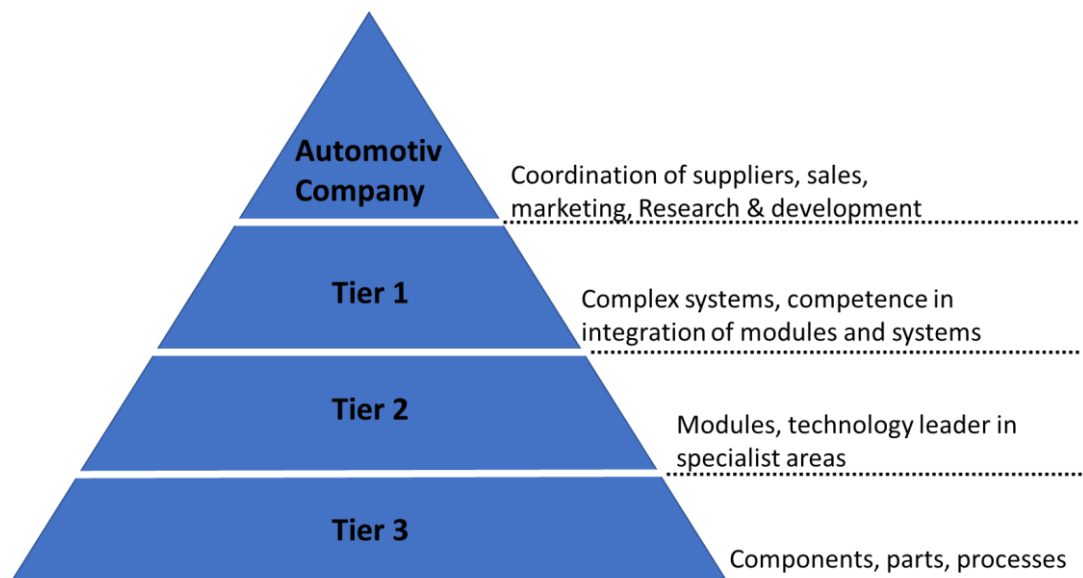


Abbildung 3: Zuliefererpyramide der Automobilindustrie [17, p. 8]

Original Equipment Manufacturers (OEMs) sind für die Koordination der Lieferanten und für einen Großteil der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und das Qualitätsmanagement verantwortlich. In den letzten Jahren ist die Eigenleistung der Automobilhersteller auf den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette kontinuierlich zurückgegangen. Gründe dafür sind Bestreben der Hersteller, die Kosten in der Forschung und Entwicklung incl. der Produktion zu optimieren [18]. Da eine feste Zuordnung zu den Lieferantenebenen nicht immer möglich ist (Lieferanten können bereits montierte Module sowie Teile für eine nachgelagerte Wertschöpfungsebene liefern), können diese unterschiedliche Rangfolgen einnehmen (Abbildung 4).

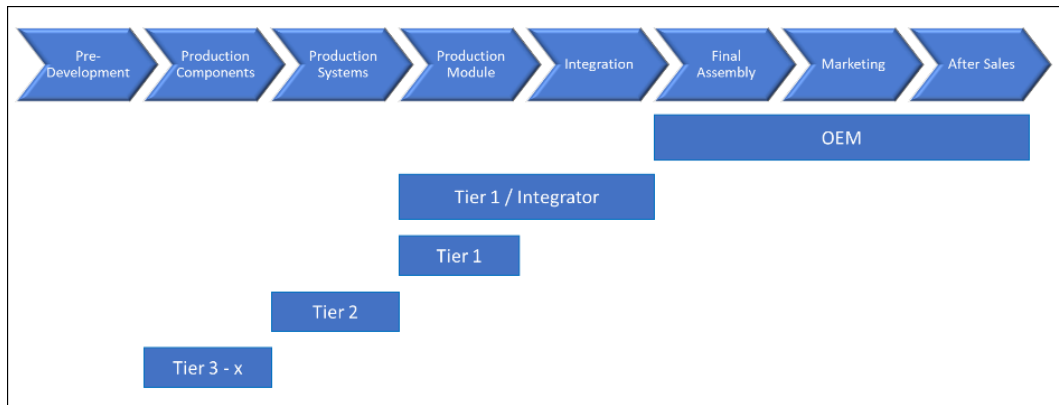


Abbildung 4: Wertschöpfungskette und Wertschöpfungsebene [19]

4. Anforderungen der Elektromobilität entlang der automobilen Wertschöpfungsketten

4.1 Transformation von Verbrennerfahrzeugen zu Elektrofahrzeugen

Die Entwicklung eines Elektrofahrzeuges basieren auf zwei unterschiedlichen Konzeptionsdesigns. Beim Conversion Design werden die Komponenten des Elektroantriebs in die bestehende Fahrzeugarchitektur integriert, welches den Vorteil hat, dass bestehende Fahrzeugmodelle als Basis genutzt werden können und die Änderungen an den Prozessen und Fahrzeugkonzepten nicht sehr hoch sind. Die Synergieeffekte reduzieren den Zeit- und Kostenaufwand für Neuentwicklungen und ermöglichen einen Übergang zum Purpose Design. Daher wird es überwiegend von etablierten Automobilherstellern genutzt, da eine vorhanden Fahrzeugpalette vorhanden ist und der zeitliche Übergang in die Elektromobilität verkürzt werden kann. Beim Purpose Design wird die Fahrzeugarchitektur mit Fokus auf den elektrischen Antrieb ausgelegt, welches einer kompletten Neuentwicklung entspricht. Im Gegensatz zum Conversion Design ist der Aufwand deutlich höher und die Entwicklungszeit länger, bietet jedoch mehr Freiheiten in der Gestaltung, bei den Bedienelementen und hat einen hohen Neuheitswert, der zu einem Kaufanreiz für die Kunden führen kann. Die Folge ist, dass die bestehenden Prozesse und Produktionsanlagen umgestellt werden müssen und höhere Investitionen notwendig sind. Auch das Risiko steigt, da sich neue technologische Entwicklungen nicht immer auf dem Markt durchsetzen [20, pp. 117–118, 135–142].

Unabhängig von der gewählten Bauweise ist die Anzahl der Komponenten im Elektrofahrzeug im Vergleich zum Verbrennungsmotorfahrzeug deutlich reduziert (Tabelle 1). Im Antriebsstrang selbst von ca. 1.400 auf ca. 210 [21, p. 17].

Nicht mehr benötigte Komponenten	Stark veränderte Komponenten	Hinzugefügte Komponenten
Verbrennermotor	Getriebe	Elektromotor
Tankanlage	Radaufhängung	Leistungselektronik
Kraftstoff-Einspritzsystem	Getriebe	Batteriemanagementsystem
Kupplung	Kühlwasserpumpe	Ladegerät
Auspuffanlage		
Lichtmaschine, Ölpumpe		

Tabelle 1: Änderungen von Komponenten im Antriebsstrang von ICE-Fahrzeugen zu BEVs [21, p. 57]

Diese Auswirkungen beeinflussen die etablierten Unternehmen in mehrfacher Hinsicht. Elektromobilität bedeutet, dass weniger und andere Teile bezogen werden müssen, was sich auf die Lieferkette auswirkt. Fest in der Lieferkette verankerte Zulieferer müssen beim Übergang zu Elektrofahrzeugen überprüft werden (z.B. Teile für den Verbrennungsmotor, Abgasanlagen oder Kraftstofftanks). Für die Zulieferer kann dies dazu führen, dass erhebliche Mengen an Teilen nicht mehr produziert und verkauft werden, was sich auf den Gewinn auswirkt. Außerdem müssen Zulieferer und Erstausrüster in die Elektromobilität investieren, um wettbewerbsfähige Teile und Produkte entwickeln und herstellen zu können. Dies zeigt sich insbesondere an der Antriebsbatterie, die als neue Komponente in den Fahrzeugen verbaut wird. Hier haben die Automobilhersteller noch sehr wenig Knowhow und versuchen dieses erst aufzubauen. Deshalb sind sie derzeit noch darauf angewiesen, diese Komponenten, welches eines der teuersten in einem

Elektrofahrzeug ist, von Zulieferern zu beziehen. Diese weitreichende Abhängigkeit zu überwiegend asiatischen Lieferanten hat dazu geführt, dass namhafte deutsche Hersteller dazu übergegangen sind, die outgesourcte Produktion wieder in die eigene Wertschöpfung zu übernehmen [22]. Obwohl sich erhebliche Änderungen in der Struktur und den Funktionen der Lieferanten ändern können, bleibt die lineare Wertschöpfungskette überwiegend bestehen (Abbildung 5).

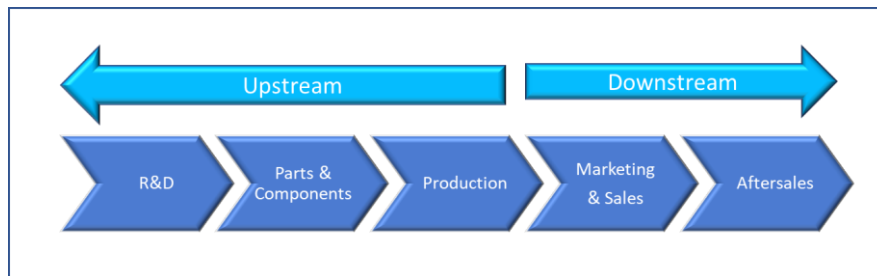


Abbildung 5: Lineare Wertschöpfungskette in der Automobilindustrie [23, p. 69]

Aufgrund des hohen Anteils der Antriebsbatterie beim Elektrofahrzeug und dem Wegfall des Verbrennungsmotors mit seinen weiteren Komponenten ist es von entscheidender Bedeutung, welche Komponenten künftig bei den Automobilhersteller selbst gefertigt oder hinzugekauft werden. Eine geringere Wertschöpfung kann dazu führen, dass weitere Konkurrenten in das Automobilgeschäft einsteigen, die derzeit in anderen Branchen tätig sind. Hierbei bietet sich insbesondere die Tech-Industrie an, die ein großes Knowhow in der Softwareentwicklung und in der Verarbeitung und Kommerzialisierung von Daten hat. Beides Themengebiete, die ebenfalls in der Automobilindustrie einen immer höheren Stellenwert gewinnt. Zusätzlich führt der Wegfall des Verbrennungsmotors zu einer Reduzierung der eigenen Wertschöpfung und somit zu einer Reduzierung der potenziellen Gewinne [24].

4.2 Erweiterung des Produkt- und Serviceangebotes

Aufgrund der technologischen Veränderungen versucht die Automobilindustrie ihre Wertschöpfungsketten zu erweitern, um einerseits den Anteil an der Wertschöpfungskette der Elektromobilität zu erhöhen und andererseits, den eigenen Absatz an Elektrofahrzeugen zu fördern. Dazu werden die linearen Wertschöpfungsketten durch weitere Produkte und Servicedienstleistungen erweitert. So sind Automobilhersteller dazu übergegangen, beim Verkauf von Elektrofahrzeugen weitere Komponenten, wie eine Wallbox incl. deren Montage anzubieten. Auch ist es möglich, beim Kauf eines BEVs einen entsprechenden Stromvertrag mit abzuschließen, die den erhöhten Stromverbrauch durch die Wallbox berücksichtigt. Das führt dazu, dass die lineare Wertschöpfungsketten aufgebrochen werden und zu einer kombinierten weiterentwickelt werden (Abbildung 6). Der Vorteil für die Automobilhersteller ist, dass kein branchenfremdes Knowhow aufgebaut werden muss (welches auch kaum möglich ist) und durch die Kombination die eigene Wertschöpfung erhöht werden kann. Ein weiteres Betätigungsfeld ist der Aufbau und Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur. Diese ist notwendig, um den potenziellen Käufern die Befürchtungen vor der noch überwiegend geringen Reichweite zu nehmen. Da sich weder der Staat, noch die Ölgesellschaften oder die Kommunen verpflichtet haben, diese flächendeckend aufzubauen, treibt die Automobilindustrie diese mit Kooperationen oder sogar mit eigenen Ladenetzen voran [25]. Nach dem erfolgreichen Vorbild von Tesla soll damit nicht nur der Absatz von Elektrofahrzeugen gesichert, sondern auch die Kunden an die eigene Marke gebunden werden.

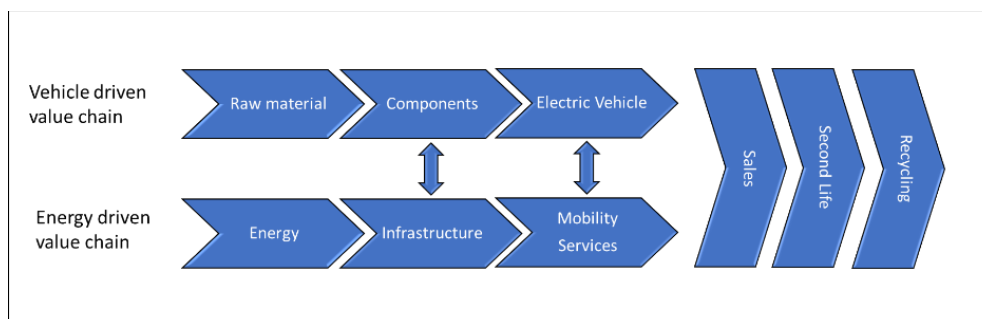


Abbildung 6: Kombinierte Wertschöpfungsketten von Elektrofahrzeug und Energie [26]

4.3 Forderung nach Umweltfreundlichkeit und sozialer Ausgeglichenheit

Neben der Reduzierung des CO₂ fokussiert die Elektromobilität auf weitere Maßnahmen in Bezug auf Umwelt und soziale Gleichberechtigung. Der Wunsch der Bevölkerung nach umweltfreundlichem Transport wird immer größer und der Staat unterstützt dieses Vorhaben durch strengere Gesetze und hohen Subventionen. So ist es den Käufern von Elektrofahrzeugen wichtig, dass die Rohstoffe, insbesondere Lithium, Blei und Kobalt für die Antriebsbatterie, auf eine möglichst umweltfreundliche Art und Weise abgebaut wird. Ebenso wird Elektrizität nicht nur für die Nutzung der Elektrofahrzeuge benötigt, sondern auch für den Abbau der Rohmaterialien, die Produktion und Wartung der Fahrzeuge sowie für das Recycling. Diese soll umweltfreundlich ohne fossile Brennstoffe erzeugt werden. Die Europäische Union untermauert diese Anforderungen mit einem Vorschlag für die Richtlinie zur nachhaltigen Unternehmensführung mit dem Ziel, dass negative Auswirkungen der Geschäftstätigkeiten von Unternehmen in Europa auf die Menschenrechte und die Umwelt in ihren Wertschöpfungsketten zu vermeiden sind. Diese Sorgfaltspflicht bezieht sich auf die vorgelagerten (umfasst alle Aktivitäten eines Unternehmens bei der Herstellung eines Produktes bzw. der Erbringung von Dienstleistungen) als auch nachgelagerten Wertschöpfungsketten (eigen Aktivitäten oder der Geschäftspartner in Bezug auf Vertrieb, Lagerung, Transport oder Entsorgung) und geht über den heutigen Status Quo der Gesetzgebung weit hinaus [9].

4.4 Nachfrage nach Intermodalität

Das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung hat sich in den letzten Jahren stark verändert. Der Bedarf an komfortabler und nachhaltiger Mobilität wächst, und der Wunsch, ein Auto zu besitzen, ist bei jüngeren Menschen nicht mehr so stark ausgeprägt [27]. Je nach Entfernung, Anzahl der zu befördernden Personen, Verfügbarkeit der Verkehrsmittel, Preis und verfügbarer Zeit können verschiedene Verkehrsmittel genutzt werden. Das Angebot an Mobilitätsdienstleistungen wächst ständig, und herkömmliche Verkehrsmittel wie der öffentliche Nahverkehr werden durch innovative Transportmittel wie E-Scooter, Uber oder Ride-Sharing ergänzt. Die Forderung nach Intermodalität erfordert ein Umdenken in der Automobilindustrie und kann zu einer Erweiterung der Wertschöpfung führen. So startet Mercedes-Benz sehr früh sein Angebot für das Car-Sharing mit Car2Go und wechselte seine Verbrennerflotte später in BEVs aus. Auch andere Automobilhersteller gründeten eigene Unternehmen in den Mobilitätsbereichen, wie Moia von VW als Anbieter für Ridepooling [28] oder die Park-App PayByPhone von Ford [29]. Der Markt für Intermodalität ist jedoch sehr volatil und stark abhängig von Gesetzgebung und Bedürfnissen der Kunden. So haben bereits mehrere Automobilhersteller ihre Aktivitäten in diesen Bereich wieder eingeschränkt.

4.5 Digitalisierung

Die fortschreitende Digitalisierung unterstützt die Elektromobilität in unterschiedlichen Bereichen und stellt neue Anforderungen an die Automobilindustrie. Digitale Technologien ermöglichen neue Mobilitätsstrukturen, bei denen das Fahrzeug zwar als Transportmittel noch benötigt wird, jedoch seine singuläre Stellung verlieren könnte. Es wird zum Bestandteil eines datenbasierten Verkehrsökosystems. Durch digitale Kommunikation ist es möglich, das geeignete Verkehrsmittel zu wählen und zu nutzen. Durch Echtzeit-Datenaustausch zwischen den Verkehrsteilnehmern und den Transportanbietern ist diese Verknüpfung möglich und ermöglicht einen geplanten sowie ungeplanten Transport. So können die Bahn, e-car-sharing und e-scooter für die letzte Meile für eine Reise genutzt werden. Aber auch weitere Dienstleistungen sind mit der Digitalisierung möglich. Das Auffinden und Bezahlen von Parkplätzen oder Ladestationen für Elektrofahrzeuge ist mit der Nutzung der geeigneten Apps userfreundlich möglich. Elektrofahrzeuge werden diese Anforderungen weiter erhöhen, da sich durch die Leistungselektronik der Batterien zusätzliche Information abbilden lassen. Diese werden die Automobilhersteller in die Kommunikation mit unterschiedlichen Devices aufnehmen und erfüllen, da sie ein wettbewerbsdifferenzierender Faktor, insbesondere bei jüngeren Kunden, darstellen können.

5. Zusammenfassung und Diskussion

Neue Gesetze und Kundenbedürfnisse zwingen die Automobilindustrie zu umwälzenden Veränderungen und Weiterentwicklungen. Technologien, die seit Jahrzehnten die Basis für das Fahrzeug gebildet haben, sind nicht mehr zukunftsfähig und werden durch neue Antriebssysteme ersetzt. Aber nicht nur die Technologie hin zu alternativen Antrieben verändert sich, sondern auch die Kundenbedürfnisse sind nicht mehr auf den Besitz eines Fahrzeuges fokussiert. In Zeiten der Urbanisierung, langer Staus und fehlender Parkplätze ist es wichtiger, möglichst komfortabel seine tägliche Wegstrecke zur Arbeit oder für Reisen am Wochenende bewältigen zu können. Und dies sollte möglichst umweltfreundlich und mit sozial gerecht gefertigten und betriebenen Fortbewegungsmitteln stattfinden. Auch die zunehmende Digitalisierung stellte neue Anforderungen an die Automobilindustrie, die diese bisher outgesourced hatte und sich primär auf die Fahrzeugtechnologie und Emotionen konzentriert hat. Die Folgen sind erheblich und führen zu veränderten und neuen Ansätzen in allen Funktionen und Bereichen der Automobilindustrie. Während die technologischen Veränderungen bereits stattfinden und viele Automobilhersteller sich darauf eingestellt haben, gibt es bei den Wertschöpfungsketten und den Geschäftsmodellen noch erheblichen Nachholbedarf. Die Transformation von Verbrennerfahrzeuge auf Elektrofahrzeuge hat erhebliche Auswirkungen auf die Lieferketten. Neue Lieferanten müssen

gesucht werden und die Verantwortung über Umwelt und soziale Behandlung sollen weit über die eigenen Lieferketten hinaus verpflichtend werden. Auch wenn das Gesetz diese Maßnahmen nur für Unternehmen mit mehr als 3.000 Mitarbeitern verpflichtend vorsieht, sind die nächsten Staffellungen für Unternehmen mit weniger Mitarbeiter bereits beschlossen. Während bisher das Fahrzeug im Fokus der Wertschöpfungsketten stand, welches um fahrzeugnahe Dienstleistungen, wie Finanzierung oder Aftersales ergänzt wurden, gehen die Anforderungen heute weit darüber hinaus. Mobilität bedeutet nicht mehr nur, mit dem eigenen Fahrzeug von A nach B zu fahren, sondern es geht um die Befriedigung der individuellen Transportwünsche, die möglichst umweltfreundlich, sozial gleichberechtigt, komfortabel, spontan und userfreundlich umgesetzt werden sollen. Der dadurch erweiterte Begriff der Elektromobilität geht über die heutigen Wertschöpfungsketten der Unternehmen weit hinaus. Primär lineare Wertschöpfungsketten müssen aufgesplittet werden und durch Kooperationen oder eigene Funktionen erweitert werden. Das führt dazu, dass neue Partner angebunden werden müssen, mit denen bisher keine oder nur geringe Kontakte bestanden haben. Auch die Digitalisierung führt dazu, dass neue Funktionen und Kompetenzen benötigt werden, die sich heute in den Wertschöpfungsketten nicht oder nur in geringem Maße widerspiegeln.

Obwohl es mehrere Ansätze zur Strukturierung von Wertschöpfungsketten in der Automobilindustrie und im Mobilitätsmarkt bei der Transformation durch moderne Technologie gibt, scheint das Eco-System potenziell am erfolgreichsten zu sein.

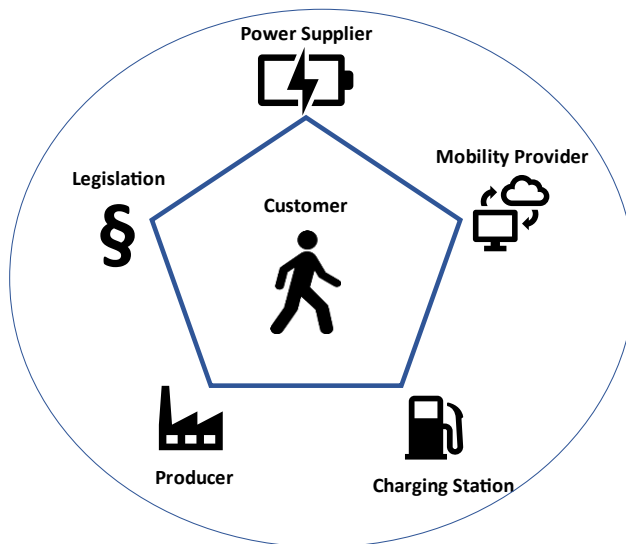


Abbildung 7: Neues Ökosystem der Elektromobilität umfasst Akteure aus verschiedenen Bereichen

Die bereits vorhandenen Kooperationen in einzelnen Themengebieten und Aktivitäten in der Automobilindustrie, wie Automobilherstellern mit IT-Unternehmen sind jedoch nicht ausreichend, da sie auf wenige Funktionen im Fahrzeug beschränkt sind. Damit lassen sich die gestiegenen Anforderungen der Kunden bei der Elektromobilität nicht befriedigen. Neben dem Eco-System gibt es für die Automobilindustrie noch weitere Optionen. Beispielsweise könnten sie weiterhin die Hardware entwickeln und produzieren (Fahrgestell, Motor, Antriebsbatterie) und die Software incl. der Schnittstellen wird von weiteren Dienstleistern, wie wie Apple, Google oder Microsoft hinzugefügt. Dies würde weit über den heutigen Status bei den Entertainmentfunktionalitäten hinausgehen und eine vollständige Abstimmung der Hard- und Softwarekomponenten voraussetzen. Auch würde es dazu führen, dass wesentliche Wertschöpfungsanteile zwischen den beteiligten Parteien geteilt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, als Koordinator für das Fahrzeug und die Dienstleistungen zu agieren. Technologische Innovationen wie autonomes Fahren, Elektromobilität, Interkonnektivität und Mobilitätsdienste werden vom OEM über die Wertschöpfungskette gesteuert. Damit wäre es möglich, die gewonnenen Kunden-, Infrastruktur- und Verkehrsdaten zu verwerten und für Weiterentwicklungen und zusätzliche Services zu nutzen. Aufgrund der Technologiehoheit der OEMs wäre hier eine gewisse Monopolstellung möglich.

Neben den Wertschöpfungsketten hat die Elektromobilität auch erhebliche Auswirkungen auf die bestehenden Geschäftsmodelle. Diese stehen in einer engen Verbindung mit den Wertschöpfungsketten und sind in weiteren Forschungsaktivitäten zu untersuchen.

6. Literaturangabe

- [1] D. Günther and P. Gniffke, “Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2022,” 2022. [Online]. Available: moz-extension://72014cc9-2d31-4b25-8013-8b82725e7c91/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fmediendien%2F1410%2Fpublikationen%2F2022-05-31_climate-change_24-2022_nir-2022_de.pdf
- [2] J. Block, N. Boeing, T. Brigleb, and D. Dettling, “Zukunftsreport 2023,” Frankfurt am Main, 2022. doi: ISBN 978-3-945647-97-4.
- [3] M. Hagedorn *et al.*, “Automobile Wertschöpfung 2030/2050,” 2020.
- [4] J. Clausen, A. Grimm, and M. Pfaff, “Die erfolgreiche Transformation der Automobilbranche,” Düsseldorf, 2022.
- [5] A. Tschiesner, T. Möller, M. Kässer, P. Schaufuss, and F. Kley, “Mastering new mobility,” 2018.
- [6] O. Falck and J. Koenen, “Fahrzeugbau - wie verändert sich die Wertschöpfungskette?,” München, 2019.
- [7] B. Reuter, A. Hendrich, J. Hengstler, S. Kupferschmid, and M. Schwenk, “Rohstoffe für innovative Fahrzeugtechnologien: Herausforderungen und Lösungsansätze,” Stuttgart, 2019. [Online]. Available: https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/Material-Studie_e-mobilBW.pdf
- [8] M. Schönfelder, D. Pathmaperuma, U. Reiner, W. Fichtner, H. Schmeck, and T. Leibfried, “Elektromobilität,” *uwf UmweltWirtschaftsForum*, vol. 17, no. 4, pp. 373–380, 2009, doi: 10.1007/s00550-009-0157-9.
- [9] Europäische Kommission, *RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die Sorgfaltspflichten von Unternehmen im Hinblick auf Nachhaltigkeit und zur Änderung der Richtlinie (EU)2019/1937*, vol. 0051. European Union, 2022.
- [10] G. M. Bonnema, G. Muller, and L. Schuddeboom, “Electric mobility and charging: Systems of systems and infrastructure systems,” *2015 10th Syst. Syst. Eng. Conf. SoSE 2015*, pp. 59–64, 2015, doi: 10.1109/SYSOSE.2015.7151987.
- [11] E. Figenbaum and M. Kolbenstvedt, “Electromobility in Norway - experiences and opportunities with Electric vehicles,” Oslo, 2013.
- [12] R. Schnee, “Towards a Conceptual Framework of Sustainable Business Models for Electromobility,” University of Burgogne Franche-Comte, 2021.
- [13] M. E. Porter, “Creating and sustaining superior performance,” *Compet. Advant.*, 1985, doi: 10.1182/blood-2005-11-4354.
- [14] M. E. Porter and M. R. Kramer, “Creating shared value,” *Harv. Bus. Rev.*, vol. 89, no. 1–2, 2011, doi: 10.32591/coas.ojss.0201.04037b.
- [15] J. Humphrey and O. Memedovic, “The Global Automotive Industry Value Chain: What Prospects for Upgrading by Developing Countries,” Vienna, 2005. doi: 10.2139/ssrn.424560.
- [16] Ö. Karaer, T. Kraft, and P. Yalçın, “Supplier development in a multi-tier supply chain,” *IISE Trans.*, vol. 52, no. 4, pp. 464–477, Apr. 2020, doi: 10.1080/24725854.2019.1659523.
- [17] G. Kasperk, S. Fluchs, and R. Drauz, “Geschäftsmodelle entlang der elektromobilen Wertschöpfungskette,” in *Elektromobilität Grundlagen einer Zukunftstechnologie*, 2nd ed., A. Kampker, D. Vallée, and A. Schnettler, Eds. Berlin: Springer Vieweg, 2018, pp. 133–154. doi: 10.1007/978-3-662-53137-2_4.
- [18] R. Hilgert, “Zulieferer treiben die Umstellung auf Elektrofahrzeuge voran,” *Morningstar*, 2023. <https://www.morningstar.ch/news/233060/zulieferer-treiben-die-umstellung-auf-elektrofahrzeuge-voran.aspx> (accessed May 05, 2023).
- [19] W. Koch, *Wertschöpfungstiefe von Unternehmen: Die strategische Logik der Integration*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 2006. doi: 10.1007/978-3-8350-9374-4.
- [20] H. Wallentowitz and A. Freialdenhoven, “Strategien zur Elektrifizierung des Antriebsstranges - | Henning Wallentowitz | Springer,” 2011. <https://www.springer.com/de/book/9783834814128> (accessed Aug. 31, 2020).
- [21] A. Kampker *et al.*, “Die neue Wertschöpfungskette,” in *Elektromobilität Grundlagen einer Zukunftstechnologie*, 2nd ed., A. Kampker, D. Vallée, and A. Schnettler, Eds. Berlin: Springer Vieweg, 2018, pp. 42–53.
- [22] T. Harloff, G. Hebermehl, and H. Wittisch, “Zell-Produktion Deutschland: Wo E-Auto-Akkus entstehen,” *Auto-Motor-Sport*, 2023. <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/batteriezellen-fertigung-deutschland-wo-elektroauto-akkus-entstehen/> (accessed May 04, 2023).
- [23] M. Seeberger, “Der Wandel in der Automobilindustrie hin zur Elektromobilität – Veränderungen und neue Wertschöpfungspotenziale für Automobilhersteller,” Universität St. Gallen, Hochschule für Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften sowie Internationale Beziehungen (HSG), 2016. doi: 10.5151/cidi2017-060.
- [24] R. Tyborski, “Autohersteller: Im Ringen um die Zukunft liegen die Tech-Konzerne vorne,” *Handelsblatt*, 2021. <https://www.handelsblatt.com/meinung/kommentare/kommentar-im-ringen-um-die-automobile-zukunft-liegen-die-tech-konzerne-vorne/27552360.html> (accessed May 04, 2023).
- [25] O.V., “Autobauer treiben eigene E-Ladenetze voran,” *Tagesschau*, 2023. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/ladesaeulen-mercedes-elektroautos-schnelladesaeulen->

autobauer-ladenetz-e-autos-101.html (accessed May 04, 2023).

- [26] EuPD_DCTi, "Potenzialanalyse für die Elektromobilität im Land Bremen Inhalt," Bonn, 2011.
- [27] M. Johansson, "Mobility as a Service: Exploring Young People's Mobility Demands and Travel Behavior," 2017, [Online]. Available: www.kth.se
- [28] O.V., "MOIA: Sieben Fragen und Antworten zum Mobilitätsunternehmen," *Volkswagen AG*, 2021. <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2021/09/did-you-know--seven-questions-and-answers-about-moia.html> (accessed May 04, 2023).
- [29] F. Pertschy, "MSR: Daimler und BMW dominieren bei Mobilitätsdiensten," *automotiveIT*, 2020. <https://www.automotiveit.eu/exklusiv/daimler-und-bmw-dominieren-bei-mobilitaetsdiensten-378.html> (accessed May 04, 2023).