









## **INHALT**

<b>VORWORT</b>	7
<b>1 EINFÜHRUNG: EINE INDUSTRIELLE REVOLUTION?</b>	8
1.1 Die Transformation verstehen: Drei Deutungen	9
<b>2 TIEFENSTRÖMUNGEN DES WANDELS: DIE DOPPELTE TRANSFORMATION</b>	11
2.1 Elektromotorisierung und Dekarbonisierung	11
2.2 Digitalisierung	12
2.2.1 Vernetzung und Konnektivität	12
2.2.2 Assistiertes, teil- und vollautonomes Fahren	13
2.2.3 Neue Mobilitätsdienstleistungen	15
<b>3 VON HIER NACH DORT: MAPPING EINER INDUSTRIE IM UMBRUCH</b>	17
3.1 Aufstieg und Fall? Konjunkturkrise als Transformationsbeschleuniger	17
3.2 Von der Zentralisierung zum kreativen Chaos?	19
3.3 Die Newcomer: Gekommen, um zu bleiben?	22
3.4 Verdrängt der Elektromotor den Verbrenner? Trends und Szenarien	23
<b>4 NACHHALTIG UNTERWEGS? DIE ÖKOLOGISCHE BILANZ DER E-AUTOMOBILITÄT</b>	25
4.1 Elektromotor: Unschlagbare Energieeffizienz	28
4.2 Treibhausgasemissionen bei der Produktion	28
4.3 Treibhausgasemissionen bei der Nutzung	29
4.4 Ökologische und soziale Probleme durch den steigenden Ressourcenbedarf	30
4.5 Der Elefant im Raum: Es braucht ein anderes Verkehrssystem	34

<b>5</b>	<b>INDUSTRIE- UND VERKEHRSPOLITIK MASSNAHMEN UND REGIERUNGSPROGRAMME IM ÜBERBLICK</b>	<b>37</b>
5.1	<b>China: Vom Fahrradland zum wichtigsten Elektroautomarkt der Welt oder: Die Macht der Zahl</b>	<b>37</b>
5.1.1	Region im Profil	37
5.1.2	Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität	38
5.1.3	Gewerkschaften und andere soziale Akteure	39
5.2	<b>Europa: EU-Klimapolitik, deutsche Automobilindustrie, osteuropäische integrierte Peripherie</b>	<b>40</b>
5.2.1	Region im Profil	40
5.2.2	Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität	45
5.2.3	Unternehmensstrategien	45
5.2.4	Mittel- und Osteuropa: Integrierte Peripherie als Boom-Region	46
5.2.5	Gewerkschaften und andere soziale Akteure	47
5.3	<b>Nordamerika: Die US-Strategie im Rennen um die Weltmarktführerschaft in der Elektromobilität</b>	<b>50</b>
5.3.1	Region im Profil	51
5.3.2	Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität	52
5.3.3	Unternehmensstrategien	52
5.3.4	Gewerkschaften und andere soziale Akteure	53
5.4	<b>Das japanische Paradox</b>	<b>57</b>
5.4.1	Region im Profil	57
5.4.2	Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität	57
5.4.3	Unternehmensstrategien	58
5.4.4	Gewerkschaften und andere soziale Akteure	59
5.5	<b>Südamerika: Zwischen Verlagerungsangst und Lithiumrausch</b>	<b>60</b>
5.5.1	Die Region im Profil	60
5.5.2	Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität	60
5.5.3	Im Lithiumrausch: Chance auf Industrialisierung oder «neuer ökologischer Kolonialismus»?	62
<b>6</b>	<b>VERÄNDERUNGEN IN DEN WERTSCHÖPFUNGSKETTEN</b>	<b>64</b>
6.1	<b>Die Antriebsbatterie: Disruptive Schlüsseltechnologie und zentrale Herausforderung für die gewerkschaftliche Organisation</b>	<b>64</b>
6.1.1	Disruptive Schlüsseltechnologie	66
6.1.2	Big Player sitzen in Asien	67
6.1.3	Expansion, Partnerschaft, Technologietransfer, aufholende Entwicklung: Wo steht Europa?	69

<b>6.2 Die Software: Kein Anbieter auf der Google-Plattform werden?</b>	71
6.2.1 Wege aus der Abhängigkeit	71
6.2.2 Gewerkschaftliche Perspektiven: Hindernisse und Chancen	73
<b>6.3 Halbleiter</b>	73
6.3.1 Wachsender Bedarf	73
6.3.2 Strategien und Perspektiven der Unternehmen	76
6.3.3 Neue industriepolitische Strategien: Mehr Unabhängigkeit	76
6.3.4 Beschäftigungsaufbau und Organisierungserfolge	76
<b>6.4 Fallstudie VW Golf 8 vs. ID.3: Ein Vergleich auf Modellebene</b>	77
<b>7 ABSCHLIESSENDE THESEN</b>	82
<b>Literaturverzeichnis</b>	86
<b>Anhang</b>	100
Abkürzungsverzeichnis	100
Abbildungsverzeichnis	101
<b>Über die Autoren</b>	103
<b>Impressum</b>	104





# VORWORT

Mobilität ist ein Grundbedürfnis des Menschen. In den letzten 100 Jahren hat das Automobil den Transport von Personen und Gütern revolutioniert. Die Automobilindustrie ist ein industrieller Kernbereich, in dem Millionen Menschen in Deutschland, Europa und der Welt beschäftigt sind. Die Gewerkschaften der Metallbranche sind starke und mächtige Organisationen, ohne die die Durchsetzung von sozialen Rechten undenkbar gewesen wäre.

Doch die Kosten und irreversiblen Schäden, die das fossile Zeitalter verursacht, sind mittlerweile unverkennbar. Die auf der Verbrennung fossiler Rohstoffe basierende Technologie stößt an ihre planetarischen Grenzen, der Klimawandel, besser: die Klimakatastrophe ist deutlich zu spüren. Wer bisher dachte, es wäre noch Zeit, lag falsch. Das Zeitfenster für eine Abmilderung der Auswirkungen der Erderwärmung schließt sich. Dieses Jahrhundert wird ein Jahrhundert der Anpassung an deutlich veränderte klimatische Rahmenbedingungen sein.

Moderne Industriepolitik ist immer Klimapolitik und damit Transformationspolitik. Das heißt, dass Tempo und Ausrichtung dieser Politik nicht nur eine Frage der sozialen Gerechtigkeit, sondern auch der nationalen und internationalen Verteilungspolitik sind: Der von der internationalen Gewerkschaftsbewegung geprägte Begriff der Just Transition, einer im weitesten Sinne gerechten Transformation, ist überall zu hören. Dabei ist die Idee einer Transformation, die niemanden zurücklässt, zwar schön, aber deutlich zu unbestimmt, denn die Umsetzung des Ziels der Dekarbonisierung der Mobilitätsindustrien wird tiefgreifende Veränderungen mit sich bringen: Die Zulieferketten und Konzernstrukturen werden sich verändern; Arbeit wird anders und zudem anders verteilt sein; die Nachfrage nach neuen Rohstoffen wird neue Wertschöpfungsketten erzeugen – all dies wird Verteilungskonflikte entlang der Wertschöpfungsketten produzieren. Ohne starke Gewerkschaften wird keine gerechte Transformation möglich sein, aber

ohne einen tiefgreifenden Wandel der Industrie und des Ressourcenverbrauchs ist die Klimakatastrophe nicht abzuwenden. Widerspruchsfrei lassen sich diese Richtungsentscheidungen nicht treffen. Wir alle fahren im Moment auf Sicht.

Es gibt daher viele Fragen: Ist es wirklich richtig, Lithium im globalen Süden nur abzubauen oder könnte die Batterieproduktion dorthin verlegt werden? Was bedeutet es, dass neben der internationalen Klimapolitik vor allem die Regulationspolitik Chinas der zentrale Treiber der Transformation ist und die wichtigsten neuen Produzenten von strombetriebenen Pkw aus China kommen? Ist der Verbrennungsmotor wirklich Geschichte und was wird aus den Gegenden, die schon jetzt unter Energiearmut leiden?

Die Rosa-Luxemburg-Stiftung möchte mit der vorliegenden Studie den aktuellen Stand der Transformation so zusammenfassen, dass Gewerkschafter\*innen und Betriebsrät\*innen, aber auch die interessierte Öffentlichkeit im globalen Süden und Norden in die Lage versetzt werden, die Zusammenhänge und die zentralen Auseinandersetzungspunkte zu verstehen. Diese Publikation formuliert erste Antworten, die wichtig für die Organisation in den nächsten Jahren sein werden: Es lohnt sich, über neue Formen der übersektoralen Organisation – etwa zwischen den Bereichen Metall und Bergbau – zu diskutieren. Und es ist wichtig, die Herkunftsländer der Rohstoffe in den Blick zu nehmen. Denn eins ist klar: Am Ende der Just Transition müssen die Jobs, die Löhne und die Arbeitsbedingungen auf allen Stufen der Produktions- und Lieferkette bessere sein.

*Genf im Januar 2023,*

*Jan Leidecker  
Leiter des Büros der  
Rosa-Luxemburg-Stiftung Genf*



# 1 EINFÜHRUNG: EINE INDUSTRIELLE REVOLUTION?

Die globale Automobilindustrie steckt in einem tiefgreifenden Umbruch. Trends wie der Erfolg des elektrischen Antriebsstrangs und der digitalen Fahrassistenzsysteme, die immer engere An- und Einbindung der Fahrzeuge und Fahrzeugnutzer\*innen in digitale Datennetzwerke sowie das Leitbild eines «autonomen Fahrens» markieren eine Zäsur. Auch wenn viele Aspekte bei näherem Hinsehen voller ungelöster technologischer, rechtlicher und infrastruktureller Probleme stecken: Die Dynamik ist nicht zu übersehen, und sie ist unumkehrbar – oder, wie es Georg Leutert, Direktor für die Automobil- und Luftfahrtindustrie IndustriALL Global Union, im Interview ausdrückt: «Es wird kein Stein auf dem anderen bleiben.»

Im größten und am stärksten wachsenden Pkw-Markt der Welt – in der Volksrepublik China – ist die Entscheidung gefallen, dass die Automobilität der mittelfristigen Zukunft batterieelektrisch sein wird. Elektromobilität – explizit verstanden als Fortsetzung des (individuellen) Automobilismus mit Elektroantrieb – gilt als zentrale Strategie zur Eindämmung des Klimawandels. Und sie wird insbesondere in China, der Europäischen Union und in den USA durch entsprechende politische Vorgaben unterstützt.

Die Kapitalmärkte folgen den damit verknüpften Gewinnerwartungen. Exemplarisch lässt sich das am Höhenflug der Tesla-Aktie veranschaulichen: Als das Unternehmen am 29. Juni 2010 an die Börse ging, wurde das Papier mit einem Eröffnungskurs von 3,80 US-Dollar gehandelt. Am 4. November 2021 erreichte der Aktienkurs seinen bisherigen Höchststand von 1.229,91 US-Dollar. Innerhalb von gut elf Jahren ist der Preis der Aktie um mehr als das 300-Fache gestiegen. Im Mai 2022 lag Teslas Marktkapitalisierung – der Gesamtwert aller in Umlauf befindlichen Aktien – bei 786,98 Milliarden US-Dollar. Das ist fast genauso viel wie der Börsenwert der neun anderen Auto-konzerne unter den Top-10 zusammen: Toyota, BYD, Volkswagen, Mercedes-Benz, BMW, General Motors, Ford, Stellantis und Honda kamen auf einen kumulierten Börsenwert von 793,85 Milliarden US-Dollar (CompaniesMarketCap.com 2022).

Tatsächlich hat die Aussicht auf einen gigantischen Anstieg der Nachfrage nach Elektroautos einen Umbruch der industriellen Struktur selbst eingeleitet. Neue Unternehmen haben wie aus dem Nichts innerhalb weniger Jahre Weltgeltung erlangt. Teile der verbrennungsmotorbasierten Industrien, wie etwa die Getriebefertigung, müssen ihre Kapazitäten radikal herunterfahren, Anbieter, die keine alternativen Produktideen umsetzen können, verschwinden. Neue Schlüsseltechnologien wie die Herstellung von Antriebsbatterien nehmen wichtige Plätze in den sich neu ordnenden Wertschöpfungsketten und globalen Produktionsnetzwerken ein. Elektronische Bauteile, die noch bis vor Kurzem eher ergänzenden Charakter hatten, werden mit voranschreitender Digitalisierung und Internetanbindung zu zentralen Fahrzeugkomponenten. Rohstoffe für die Batterie- und Halbleiterproduktion werden in einem bislang ungeahnten Ausmaß benötigt.

Es verändert sich aber nicht nur die stoffliche Seite der Automobilproduktion. Auf komplexe Weise wandeln sich auch der Charakter der Arbeit, die industriellen Beziehungen und letztlich gar das globale Kräfteverhältnis zwischen Kapital und Arbeit. Und das in einer Branche, die den Kapitalismus über ein Jahrhundert lang als Leitindustrie geprägt hat. Beschäftigte in neuen Sektoren – etwa im Bergbausektor, der Chemieindustrie und der Halbleiterproduktion – werden in die Wertschöpfungsketten integriert, andere Sektoren, wie etwa die Informationstechnik (IT), bekommen ein neues spezifisches Gewicht. Neue Global Player wie Tesla und Geely entstehen in gewerkschaftsfreien Paralleluniversen und setzen neue «work place trends» durch, die (schon jetzt) in die Bereiche der traditionellen Automobilhersteller mit (noch) hohem gewerkschaftlichen Organisationsgrad ausstrahlen.

Für die gesellschaftliche Linke, die progressiven sozialen Bewegungen und die weltweite Gewerkschaftsbewegung ist der gegenwärtige Umbruch in der Automobilindustrie von brennender Relevanz: Sie war über ein Jahrhundert das Feld, in dem die globale Bewegung der Arbeiter\*innen ihre stärksten

Bataillone hatte und einige ihrer bedeutendsten Errungenschaften durchsetzen konnte.

Der Umbruch in der globalen Automobilindustrie wirft damit eine Reihe von Fragen für Gewerkschaften, Linke und die Ökologiebewegung auf: Wie wird die ökologische und soziale Bilanz dieser Transformation aussehen – nicht in den Hochglanzbroschüren der Automobilhersteller, sondern in der Realität einer hochgradig globalisierten Weltwirtschaft? Welche Konsequenzen hat die wachsende Nachfrage nach Konfliktrohstoffen wie Lithium, Kobalt und Seltenen Erden? Wie werden sich bislang ungelöste Entsorgungsprobleme auswirken? Wie steht es um die Menschenrechtssituation entlang der neuen Lieferketten? Wird die seit fast zwei Jahrzehnten andauernde Verlagerung von Produktionskapazitäten in Regionen mit niedrigen Löhnen und schwacher Arbeitsrechtsgesetzgebung durch das Hochfahren der Elektromobilität beschleunigt? Werden Kernbereiche der neuen globalen Leitindustrien auf lange Sicht gewerkschaftsfrei bleiben oder gibt es Ansätze neuer Klassenorganisation? Welche progressiven gesellschaftlichen Akteure sind in diesen Transformationsprozess involviert, wie sehen ihre Perspektiven, politischen Ziele und Handlungsoptionen aus? Diesen Fragen wollen wir uns mit der vorliegenden Studie annähern.

Empirische Basis bilden 30 Interviews mit Expert\*innen, Betriebsrät\*innen, hauptamtlichen Gewerkschafter\*innen aus dem In- und Ausland, Branchenfachleuten aus Forschung und Wissenschaft sowie Beschäftigten, die wir zwischen September 2021 und März 2022 geführt haben. Wir danken allen, die durch ihre Kooperation, Unterstützung und Bereitschaft, ihre Einsichten mit uns zu teilen, zum Gelingen dieser Untersuchung beigetragen haben.

## 1.1 DIE TRANSFORMATION VERSTEHEN: DREI DEUTUNGEN

Studien und Fachartikel, die sich mit der Transformation der Automobilindustrie beschäftigen, füllen inzwischen ganze Bibliotheken. Dass der Wandel je nach Schwerpunktsetzung, Perspektive und ideologischer Färbung bisweilen sehr unterschiedlich interpretiert wird, liegt auf der Hand. Drei dieser grundlegenden Interpretationen wollen wir im Folgenden vorstellen. Alle drei stellen die Transformation, ihre Triebkräfte und Folgen auf unterschiedliche, aber jeweils sehr gut begründete und nachvollziehbare Weise dar.

**(1) Das neue Informationsraumparadigma:** Eine der umfassendsten Studien zu den laufenden Umbrüchen kommt aus dem Münchener Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung (ISF München). Die Autoren, Andreas Boes und Alexander Ziegler (Boes/

Ziegler 2021; ähnlich argumentiert auch Daum 2019), vertreten die These, dass sich in der Automobilindustrie aktuell ein radikaler Paradigmenwechsel vollzieht: weg vom sogenannten Industrieparadigma hin zu dem, was sie «Informationsparadigma» nennen. Was ist damit gemeint? Mit dem Begriff Paradigmenwechsel zielen die Autoren auf eine grundlegende Veränderung der bisher gültigen Erfolgsbedingungen in der Automobilbranche ab, also der Art und Weise, wie sich ein Unternehmen, will es am Markt bestehen, organisiert, wie es produziert, forscht und entwickelt.

Laut Boes und Ziegler basierten erfolgreiche Geschäftsmodelle in der beinahe 150-jährigen Geschichte der Automobilindustrie auf dem physischen Produkt, dem Automobil. Kurz gesagt: Das erfolgreiche Produkt Auto wurde über sich selbst definiert, zum Beispiel über seine Fahreigenschaften, die Innenausstattung oder das Material. In der nun angebrochenen Informationsökonomie dagegen bilden «Daten und Information den Ausgangspunkt für die Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle» (ebd.: 16). Davon bleibt auch die Automobilindustrie nicht verschont und die «permanente Verbindung» mit dem Internet wird «zur Grundbedingung der gesamten Fahrzeugkonzeption» (ebd.: 8). Oder, wie es der Toyota-Manager Jim Adler formuliert: «Software is eating the world, and cars are next on the menu.» (Ebd.: 187)

Dabei sind es allerdings die Internetunternehmen des Silicon Valley, die seit den 1990er-Jahren die Softwarekompetenzen perfektioniert haben. Nun schicken sie sich an, in die industriellen Kerne wie die Automobilindustrie vorzudringen, «deren Wertschöpfungsketten hohe Gewinne versprechen» (ebd.: 9). Die traditionelle Automobilindustrie, so die Autoren, tut sich sehr schwer, diesen Paradigmenwechsel zu vollziehen. Die Unternehmen setzen weiterhin darauf, «Autobauer [zu] bleiben» (ebd.), und passen sich dem neuen Paradigma allerhöchstens schrittweise über mehr Investitionen in IT und Digitalisierung an. Doch diese Strategie sei zum Scheitern verurteilt, so das harte Urteil der Autoren. Die Bedingung für Zukunftsfähigkeit sei vielmehr eine strategische Neuorientierung der gesamten Industrie hin zu einem neuen Selbstverständnis als moderne Technologieunternehmen.

**(2) Modularisierung der Produktion:** Eine etwas andere Richtung schlägt die These von der «modularen Produktionsstruktur» ein, die etwa von dem in China ansässigen Automobilforscher Boy Lüthje vertreten wird (Lüthje 2019a, 2019b). Kern der These ist es, dass sich die Automobilindustrie in Richtung einer Produktionsstruktur entwickelt, wie wir sie aus der Computerindustrie kennen. Nicht die Hersteller der Endprodukte (Original Equipment Manufacturer, OEM) beherrschen die Wertschöpfungskette, sondern die Lieferanten der Komponenten. Lüthje bringt das auf den Begriff des «Wintelismus» – ein Akronym aus

den Unternehmens- bzw. Markennamen der Computerpioniere Microsoft (Windows) und Intel. Auch die Elektronikindustrie war noch bis in die 1980er-Jahre von vertikal integrierten Unternehmen dominiert. Konzerne wie IBM, Siemens oder Fujitsu stellten wesentliche Komponenten ihrer Computer selbst her und kontrollierten eine Zeit lang die Wertschöpfungskette. Doch dieses Modell wurde herausgefordert von neuen Playern wie dem Softwarehersteller Microsoft oder dem Chipproduzenten Intel – Unternehmen, die nicht nur «Pionierarbeit bei weitreichend disruptiven Technologien [leisteten], sondern [...] auch ein völlig neues Modell der Innovation und Branchenorganisation hervor[brachten]» (Lüthje 2019a: 8). Als die Kontrolle über die Markennamen von den Endmontagebetrieben zu den Komponentenlieferanten überging, wurde das «montageorientierte Modell der Innovation und Marktkontrolle» (ebd.: 7) grundlegend infrage gestellt.

Einen solchen Prozess «der vertikalen Fragmentierung und Zentralisierung» macht Lüthje auch in der Automobilindustrie aus, wobei die durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs massiv an Bedeutung gewinnende Batteriefertigung sowie eine neue Qualität der Digitalisierung des Produkts im Fokus stehen.

Die Hersteller batterieelektrischer Fahrzeuge (Battery Electric Vehicle, BEV) und Batteriefertiger sind die wesentlichen Treiber dieses Prozesses, in dessen Verlauf die traditionellen OEMs zu reinen Hardwarelieferanten degradiert werden, so Lüthjes Prognose. Die zentralen Teile der automobilen Wertschöpfung verschieben sich von der Endmontage der Autos in den Fabriken der oft gewerkschaftlich gut organisierten und mitbestimmten OEMs hin zu den Entwicklungszentren und Fabriken, in denen Batterien und Elektronikkomponenten hergestellt und Software entwickelt wird. Und diese befinden sich (zumindest auf absehbare Zeit) nicht in Deutschland oder den USA, sondern vor allem in China und in geringerem Maße in Osteuropa.

**(3) Sackgasse Elektromobilität:** Die dritte Transformations-Interpretation, die wir hier vorstellen möchten, nimmt eine etwas andere Perspektive ein, denn sie setzt auf einer Makroebene an. Nicht die Wertschöpfungsketten oder die Schlüsseltechnologien stehen hier im Fokus. Vielmehr geht es um die grundlegende Frage, ob die Elektromotorisierung des Autoverkehrs einen Beitrag zur notwendigen Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes des Verkehrssektors leisten kann (Wolf 2019). Winfried Wolf, ausgewiesener Experte auf dem Gebiet der Verkehrspolitik, gibt eine klare Antwort. Seiner Meinung nach ist der E-Boom nicht nur eine klima-, sondern auch eine verkehrspolitische «Sackgasse». Wolf argumentiert sogar, dass die Elektromobilisierung einen negativen Effekt auf die Klimabilanz haben dürfte.

Ein einzelner E-Pkw leistet selbst dann, wenn er eins zu eins gegen ein bestehendes konventionelles Auto ausgetauscht wird, über seine gesamte Nutzungsdauer nur einen bescheidenen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion. Dieser beträgt, wie der Autor unter Rückgriff auf zahlreiche Studien darlegt (siehe auch Kapitel 4), bestenfalls 30 Prozent. Und das auch nur in Ländern mit einem vergleichsweise hohen Anteil an regenerativen Energien wie Österreich, der Schweiz oder Norwegen. Im durchschnittlichen EU-Strommix liegt der Anteil erneuerbarer Energieträger bei lediglich 15 bis 20 Prozent (Wolf 2019: 112). Dementsprechend wird, so Wolf, der Austausch einer größeren Anzahl von herkömmlichen Pkw durch E-Pkw in den nächsten zehn Jahren den Ausstoß von Treibhausgasen sogar erhöhen, «aufgrund der gewaltigen zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bereits die Fertigung dieser Elektroautos im Vergleich zur Herstellung konventioneller Pkw mit sich bringt» (ebd.: 8).

Wolf zeigt auf, dass Emissionsvermeidung auf diesem Niveau auch ohne den Wechsel des Antriebsstrangs zu erreichen wäre: «Würde man in Deutschland ein Tempolimit einführen und EU-weit deutlich niedrigere Tempolimits als die bestehenden (beispielsweise Tempo 100 auf Autobahnen wie in den USA und Tempo 80 auf Landstraßen und Bundesstraßen) umsetzen, dann könnte man weitgehend ähnliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielen.» (Ebd.: 16)

Hinzu kommt, dass der E-Boom mit einer Reihe neuer Probleme und Risiken verbunden ist. Zu diesen zählt Wolf neue Abhängigkeiten von knappen Rohstoffen wie Lithium oder die aktuell noch immer hohen Verkaufspreise selbst für Nichtpremiummodelle. Vor diesem Hintergrund spricht Wolf von einer «Mobilität der Häuslebesitzer» (ebd.: 122).

Für den Autor ist nicht die Antriebstechnologie der Schlüssel, um die Klimabilanz des Verkehrs entscheidend zu verbessern, sondern das Geschäftsmodell der großen OEMs. Entsprechend dient der aktuell vorangetriebene Ausbau von Entwicklungs- und Produktionskapazitäten für Elektrofahrzeuge nicht dem Klimaschutz (auch wenn das gern behauptet wird), sondern einzig und allein als Feigenblatt, um das auf Massenproduktion immer größerer und teurerer Autos ausgerichtete Geschäftsmodell weiterführen zu können.

Der E-Auto-Boom ist für Wolf vor allem ein kapitalistisches Modernisierungsprojekt. Dessen Ausgangspunkt stellt die strategische Weichenstellung der Volksrepublik China dar, hinter der «kaum Klimapolitik, sondern primär eine Industriepolitik zur Durchsetzung der chinesischen Autoindustrie auf dem Weltmarkt steckt» (ebd.: 15). Für Wolf gibt es keine in erster Linie technische Lösung der Klimakrise – vielmehr müsse der Mensch im Zentrum stehen (ebd.: 194), und das bedeutet eine grundsätzliche Verkehrswende.

## 2 TIEFENSTRÖMUNGEN DES WANDELS: DIE DOPPELTE TRANSFORMATION

Wie wir gesehen haben, geht es bei den gegenwärtigen Veränderungen im Automobilsektor um wesentlich mehr als nur ein anderes Antriebskonzept. Die sukzessive Ablösung des Verbrennungsmotors durch den Elektromotor geht einher mit einem rasant fortschreitenden Einsatz digitaler Technologien – das betrifft sowohl das eigentliche Produkt als auch die Produktion, den Vertrieb und weitere Dimensionen wie etwa die Einbindung des Autos in neue Mobilitätsdienstleistungen. Wir schlagen deshalb vor, die Umbrüche auf den Begriff einer «doppelten Transformation» (Bendel/Haipeter 2022b) aus **Dekarbonisierung** und **Digitalisierung** zu bringen.

Die **Digitalisierung** kann in einem engen Sinn als durch technische Verfahren vermittelte Umwandlung analoger Informationen in digitale verstanden werden (Pfeiffer 2021: 9). Darüber hinaus bezeichnet der Begriff heute aber auch die digitaltechnische Durchdringung aller Bereiche von Wirtschaft, Staat, Gesellschaft und Alltag – ein Prozess, der scheinbar vorrangig technologisch, in der gesellschaftlichen Realität allerdings von einer durch und durch kapitalistischen Dynamik getrieben und gestaltet ist.

Unter **Dekarbonisierung** soll der Versuch verstanden werden, Wirtschaft und Konsum klimaneutral zu gestalten, indem der Verbrauch fossiler Energieträger sukzessive reduziert wird. Anders als die Digitalisierung erfährt die Dekarbonisierung ihre Dynamik vor allem aus politischen Entscheidungen und Rahmensetzungen, die darauf abzielen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen, in diesem Fall die des Verkehrssektors, zu reduzieren (Bendel/Haipeter 2022a). Dies geschieht durch Instrumente wie Emissionszertifikate, Preissetzungen oder auch durch staatliche Subventionen grüner Technologien von Unternehmen und Betrieben.

### 2.1 ELEKTROMOTORISIERUNG UND DEKARBONISIERUNG

Es lassen sich zwei gewichtige Dekarbonisierungstreiber ausmachen:

(1) **Chinas Zulassungs- und Industriepolitik** sowie die Elektroquote für im Land produzierende Hersteller – diese Entwicklung wird in Kapitel 5.1 detailliert erörtert. Die Volksrepublik setzte früher als alle anderen Automobilherstellernationen konsequent auf die elektrische Antriebswende. Vorrangig ging es dabei gar nicht um Klimapolitik, sondern um Smogvermeidung in den Megacities – was nicht dasselbe ist, solange ein Großteil des Ladestroms noch aus fossilen Energieträgern gewonnen wird (Wolf 2022, 2019). Zugleich erkannte die chinesische Partei- und Staatsführung, dass, wenn es ihr gelingen würde, im heimischen und weltweit größten, dynamischsten und wichtigsten Pkw-Markt eine konsequente Elektromotorisierung durchzusetzen, sie damit der chinesischen Automobilindustrie eine realistische Chance auf Technologie- bzw. Marktführerschaft in der globalen Pkw-Produktion verschaffen könnte (Daum 2019; Köncke 2022; Deutsche Bank Research 2021).

Chinas Nachfrage nach BEV (in China werden batterieelektrische Pkw New Energy Vehicles, NEV, genannt) hat in Kombination mit dem «Dekarbonisierungsparadigma» dazu geführt, dass die Industrie mit einer rasant steigenden Nachfrage nach Elektroautos weltweit rechnet.

(2) **Völkerrechtliche, supranationale und nationale Gesetzgebung** (UN-Klimaschutzabkommen, EU-Richtlinien, nationale Gesetze) als neue «Rechtfertigungsordnungen» (Dörre et al. 2020)<sup>1</sup> sowie eine

<sup>1</sup> Die Sustainable Development Goals (SDGs) sichern trotz aller Unzulänglichkeiten und ihrer relativen Unverbindlichkeit in die Rechtfertigungsordnungen der Gegenwartsgesellschaften ein.

damit einhergehende, sich verändernde Nachfrage haben den Markt für Pkw weltweit, wenn auch in verschiedenen Weltregionen in unterschiedlichem Maße, verändert.

## 2.2 DIGITALISIERUNG

Die Etablierung technischer Verfahren zur Umwandlung analoger Informationen in digitale ist alles andere als ein neuer Prozess (Pfeiffer 2021: 9). Bereits in den frühen 1980er-Jahren war die Automobilindustrie ein Vorreiter für Robotisierung und Automatisierung in der industriellen Serien- und Massenproduktion. Produktseitig ist die Digitalisierung in der Automobilindustrie spätestens Ende der 1980er-Jahre durch die Motorsteuerung und die Verringerung der Abgase ein wesentliches Moment: «Ab Mitte der 1990er hielt immer mehr Elektronik Einzug: Steuerung für ABS, Airbags, Servo-Lenkungen, Infotainment» (Blöcker 2022: 13). Dieser Prozess hat in den vergangenen Jahren allerdings eine Beschleunigung erfahren, vor allem infolge des globalen Einflusses der großen Tech-Konzerne auf die Lebensrealität in praktisch allen Regionen des Globus. In dem Maße, in dem die Digitalisierung verschiedenste Dimensionen des Alltagslebens durchdringt, verändern sich auch die Ansprüche der Kund\*innen an die digitalen Fähigkeiten von Pkw. Die sprunghaften Markteintritte neuer Player wie Tesla, aber auch die Bemühungen der großen Technologiefirmen, auf den Automobilmarkt vorzudringen, werfen buchstäblich die Frage auf, ob «das Auto produktseitig heute als Computer auf Rädern konstituiert» werden muss (ebd.; siehe auch Boes/Ziegler 2021; Daum 2019).

Digitalisierung kommt somit nicht nur in der Vernetzung von Betriebsabläufen und Zulieferbeziehungen mit dem Ziel, den Produktionsprozess effizienter zu gestalten, zur Anwendung, sondern auch und vielleicht vor allem im «Produkt Automobil» (Schadt/Weis 2022) und den damit verbundenen digitalen Dienstleistungen und neuen Geschäftsmodellen (Cacilo/Haag 2018).

Unserer Ansicht nach gibt es drei wesentliche Digitalisierungsprozesse, mit denen die Automobilindustrie momentan zu tun hat:

- (1) die Vernetzung von Fahrzeugen mit ihrem Umfeld;
- (2) das assistierte, teil- und vollautonome Fahren und
- (3) neue Mobilitätsdienstleistungen.

Alle drei Bereiche stellen für die traditionelle Automobilindustrie insofern eine Herausforderung dar,

als dass Digitalisierung auf diesem Niveau nicht zu ihren Kernkompetenzen gehört. Die Unternehmen sind also gezwungen, entweder diese Kompetenzen aufzubauen oder sie einzukaufen. Beides bringt relevante Risiken mit sich. Dennoch gibt es keinen dritten Weg: Kein Autohersteller kommt an der Digitalisierung vorbei.

### 2.2.1 Vernetzung und Konnektivität

Digital vernetzte Technik ist inzwischen tief in unserem Alltag verankert. Die «Smartphonisierung» des Pkw ist daher ein logischer Schritt. Tatsächlich steigt die Anzahl der Kommunikationsschnittstellen im Fahrzeug seit Jahren (Cacilo/Haag 2018: 30). Wenn in der Automobilbranche von «Vernetzung» oder «Konnektivität» die Rede ist, sind zwei Dimensionen gemeint:

- (1) Fahrzeuge werden zunehmend untereinander, also mit anderen Fahrzeugen, und der Verkehrsinfrastruktur vernetzt und
- (2) der/die Fahrende wird mit der Umwelt vernetzt (ebd.: 30 f.).

Die Voraussetzung für die Vernetzung ist entsprechende Hard- und Software, mit der eine Verbindung zum Internet hergestellt werden kann. Einleuchtend erscheint uns das Vorgehen von Cacilo und Haag (2018), drei bis vier Wirkfelder digitaler Vernetzung im Auto voneinander zu unterscheiden (siehe **Abbildung 1**): Dabei handelt es sich um **(1) Basisdienste** wie etwa das seit 2018 in der EU für alle neu zugelassenen Fahrzeuge verpflichtende eCall-Programm, das im Fall eines schweren Unfalls automatisch einen Rettungsruf absetzt (ifo 2019: 22); **(2) Verkehrsdienstleistungen** wie intelligente Parklösungen oder Navigationssysteme sowie **(3) Infotainment-Systeme**. Zu Letzteren gehört das Streaming von Medieninhalten genauso wie (semi-)professionelle Büroanwendungen im Fahrzeug. Hinzu kommt die Vernetzung des Fahrzeugs mit diversen **(4) Smart-Home-Systemen**.

Es liegt auf der Hand, dass das kapitalistische Interesse an potenziell lukrativen Geschäftsfeldern relevant ist, auch wenn es teilweise auf wahnwitzig erscheinenden Prognosen beruht: Das globale Marktvolumen für Informations- und Kommunikationshardware bis zum Jahr 2030 entspricht laut unterschiedlichen Studien zwischen 60 Milliarden (Cacilo/Haag 2018) und mehr als 220 Milliarden Euro (ifo 2019: 22).

Doch diese Profitaussichten für die Branche sind nicht nur Segen, sondern auch Fluch. Denn die notwendige Software ist anspruchsvoll und nicht Kerngeschäft der traditionellen OEMs und «ihrer» Zulie-



Abbildung 1: Wirkfelder digitaler Vernetzung

Basisdienstleistungen	Verkehr	Infotainment	Weitere
Notrufsystem (eCall)	Smart Parking	Streaming von Medieninhalten	Vernetzung Home-Car
Wartungsmanagement	Advanced Navigation	In-Car-Office	Remote-Applikationen
Unfallservice	Integration Mobilitätsplattformen		
Onlinediagnosen	standortbezogene Services		
Over-the-Air-Updates			

Quelle: Cacilo/Haag 2018: 31

ferer. Vor allem auf dem für die deutsche Industrie enorm wichtigen chinesischen Markt zeigt sich, dass die «traditionellen» Hersteller große Probleme haben, den hier offenbar sehr hohen Erwartungen der Kund\*innen an die Vernetztheit der Pkw nachzukommen. So schreibt das *Handelsblatt* treffend:

«**Nicht nur Volkswagen fällt mit seiner spröden Ausstattung gegenüber Xiaopeng ab, auch die Nobelkarossen von BMW, Audi und Mercedes müssen gegenüber Newcomern wie Nio oder Li Auto um die technologische Vorherrschaft bangen. Während die Chinesen ihre Modelle üppig ausstatten und perfekt vernetzen, werben die deutschen immer noch mit nüchterner Funktionalität.**»  
(Heide et al. 2022)

### 2.2.2 Assistiertes, teil- und vollautonomes Fahren

Das vollautonome Fahren ist der heilige Gral der Automobilindustrie. Trotz aller technologischen, verkehrstechnischen und rechtlichen Risiken hat es sich als Leitbild durchgesetzt. Die Renditeaussichten sind anscheinend unermesslich. Das Konzept des «autonomen Fahrens» ist eng mit dem Feld Vernetzung verbunden, ist aber eine eigene Strategie. In Industrie und Forschung hat sich heute eine Klassifikation durchgesetzt, die von fünf Levels autonomen Fahrens spricht (siehe Textkasten nächste Seite).

Autonom fahrende Fahrzeuge müssen mit Sensoren zur Umfelderkennung und der entsprechenden Signal- und Informationsverarbeitungstechnik

ausgestattet sein. Hersteller setzen dafür bislang noch auf verschiedene technische Verfahren. Einige Hersteller verwenden Laser-, Lidar- und Ultraschallsensoren, andere, etwa Tesla, ausschließlich Kameras. Fest steht, dass innerstädtisches autonomes Fahren auf regulären Straßen – zudem ohne aufwendige Überwachung zumindest von Bereichen mit hohem Aufkommen unterschiedlicher Verkehrsteilnehmer\*innen (Autos, Radfahrer\*innen, Fußgänger\*innen), wie etwa an großen Kreuzungen – hohe Rechenleistung und ultraschnelle Drahtloskommunikation (5G-Netze) zur Echtzeitauswertung der enormen Datenmengen sowie eine ausgefeilte Cloud-Vernetzung von Fahrzeugen und Infrastruktur benötigt.

Technisch kommt bis heute (Spätsommer 2022) kein Automobilhersteller über das Level 2 hinaus. Die einzige Ausnahme bildet Mercedes-Benz. Das Unternehmen hat als weltweit einziger Hersteller bisher eine gültige Zulassung für ein Level-3-System («Drive Pilot»), das ab 2023 auf Autobahnen eingesetzt werden soll. Allerdings gilt die Freigabe zunächst nur für Deutschland und einige Staaten der USA wie Kalifornien, Nevada, Florida oder New York – weil nur dort bislang die entsprechenden rechtlichen Voraussetzungen gegeben sind.

Unter Strich ist autonomes Fahren (Level 4 und 5) heute immer noch eine Zukunftsvision. Nach wie vor gilt der Witz, dass das vollautonome Fahren als realistische Option «in fünf Jahren» angekündigt wird, sich diese Prognose aber jedes Jahr wieder verschiebt. So berichtet ein interviewter Softwareentwickler eines großen deutschen Automobilherstellers:



«*Dass das vollautonome Fahren in fünf Jahren erreicht wird, wird seit geraumer Zeit immer wieder angekündigt und dann wieder Jahr für Jahr in die Zukunft verschoben. Ich glaube nicht, dass es bald klappt – dafür sind noch zu viele technische und juristische Probleme ungelöst.*»

(Interview Softwaretochter OEM)

Ein qualitativer Durchbruch zeichnet sich jedenfalls weder kurz- noch mittelfristig ab. Wahrscheinlicher ist, dass es in den nächsten Jahren weiterhin einen evolutionären Ausbau von verschiedenen Fahrassistenzsystemen, des teilautonomen Fahrens und eventuell Ansätze eines «vollautonomen» Fahrens auf besonderen Strecken wie etwa ausgewählten Autobahnabschnitten geben könnte (Hubik 2022a).

## Die fünf Level des «autonomen Fahrens»

### Level 1:

Die Level-1-Autonomie ist heute die Technologie, die am weitesten verbreitet ist. Im Grunde handelt es sich dabei nicht um autonomes, sondern um assistiertes Fahren: Es geht um Systeme, die es dem Pkw und der steuernden Person ermöglichen, die Kontrolle über das Fahrzeug zu teilen. Dazu zählen beispielsweise eine automatische adaptive Geschwindigkeitsregelung (Adaptive Cruise Control, ACC), die Geschwindigkeit und Distanz an das vorausfahrende Fahrzeug anpasst. Der bzw. die Fahrer\*in muss dabei jedoch immer noch auf die Lenkung achten. Ein weiteres Beispiel für Level 1 ist die Parkassistentenfunktion: Die fahrende Person bestimmt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs, während sich das Auto um die Lenkung kümmert.

### Level 2:

Diese Fahrzeuge verfügen über interne Systeme, die alle Aspekte des Autofahrens – Lenken, Beschleunigen, Bremsen – grundsätzlich beherrschen, zumindest in einem Großteil von Standardsituationen. Der Mensch muss grundsätzlich aber eingreifen können, sollte ein Teil des Systems ausfallen. Der sogenannte Autopilot von Tesla wird als Level 2 eingestuft, da er das Auto automatisch auf der rechten Spur der Straße und im Stau in einem sicheren Abstand zum vorausfahrenden Auto hält.

### Level 3:

Hier können Fahrer\*innen die Augen von der Straße abwenden. Zwar muss immer noch eine Person hinter dem Lenkrad sitzen, sie muss aber nicht mehr ihre ungeteilte Aufmerksamkeit auf den Verkehr richten. Es ist also möglich, während der Fahrt zu

telefonieren oder einen Film anzusehen. Trotzdem muss das Fahren in kritischen Situationen – also potenziell jederzeit! – kurzfristig übernommen werden können, was diverse Probleme mit sich bringt, vor allem rechtlicher und ethischer Natur. Entsteht eine Gefahrensituation, die die künstliche Intelligenz nicht bewältigen kann, hat die Person am Lenkrad möglicherweise nicht genug Zeit, um die Situation vollständig einzuschätzen. An den daraus folgenden komplizierten rechtlichen Rahmenbedingungen scheiterte etwa die Einführung der Funktion «Traffic Jam Pilot» für den Audi A8 in den USA. Das autonome Fahren ist bei dieser Funktion auf langsame Geschwindigkeiten (bis zu 60 Kilometer pro Stunde, vor allem Stop-and-go-Verkehr) beschränkt sowie auf Strecken, an denen eine physische Barriere wie eine Leitplanke das Fahrzeug vom Gegenverkehr trennt. Der einzige Hersteller, der bisher eine gültige Zulassung für ein Level-3-System hat, ist Mercedes-Benz mit seinem «Drive Pilot» (siehe vorherige Seite).

### Level 4:

Erst ab Level 4 wird im engeren Sinn von «autonomem Fahren» gesprochen. Autonom bewegen sich die entsprechenden Fahrzeuge jedoch nur unter günstigen Umständen, also möglicherweise nicht bei Regen oder Schneefall. Uber, Lyft, Google und andere Hersteller arbeiten schon seit einiger Zeit an Level-4-Fahrzeugen, Honda will bis 2026 ein solches Modell bauen. In der Realität benötigen bislang jedoch alle Hersteller für ihre Fahrzeuge «Sicherheitsfahrer».

### Level 5:

Das Leitbild, bei dem der Mensch als Fahrer\*in nicht mehr notwendig sein soll.



### 2.2.3 Neue Mobilitätsdienstleistungen

Das Geschäftsmodell, Mobilität als Dienstleistung anzubieten, ist so alt wie die Postkutsche. Eisenbahn, Überland- und Stadtbusse, Fluggesellschaften und Reedereien leben davon, Mobilitätsdienstleistungen zu verkaufen. Oft sind diese **klassischen Mobilitätsdienstleistungen** an feste Liniennetze und Fahrpläne gebunden, aber nicht immer, wie das Taxi- und Mietwagengewerbe und mehr noch die klassische Mitfahrzentrale verdeutlichen.

Heute eröffnen sich im Zuge der Digitalisierung neue technische Möglichkeiten, Mobilität in einem noch umfassenderen Sinn als Dienstleistung zu konzipieren: Potenzielle Kund\*innen können jederzeit lokalisiert und mit Echtzeitinformationen über Standorte von Carsharing-Autos oder Mietfahr-

astronomische Börsenwerte, wenngleich sie aufgrund ihres «Primats der Expansion» (Nachtwey/Staab 2020: 292) bislang kaum oder keine Gewinne erzielen.

Ihr Geschäftsmodell baut darauf auf, die Mobilität über eine digitale Plattform «zu orchestrieren» (Boes/Ziegler 2021). Nicht das Auto wird verkauft, «sondern die damit zu erzielende Mobilitätsleistung als Dienstleistung am Kunden» (ebd.: 23). Aber auch die traditionellen Autobauer versuchen stärker als früher, sich breit auf dem (neuen) Mobilitätsmarkt zu positionieren. Hauptmotive sind dabei nicht nur die zukünftigen Renditeerwartungen, sondern auch die Befürchtung, von den großen Digitalkonzernen abhängig zu werden bzw. ihnen die Daten der Kund\*innen, die über die Mobilitätsdienstleistung gewonnen werden, zu überlassen. Jetzt nichts zu tun,

Abbildung 2: Anwendungsfelder von neuen Mobilitätsdienstleistungen

	Mitfahrssysteme	Mietsysteme	Ergänzende Dienstleistungen
<b>Organisationsform</b>	Taxi, Fahrgemeinschaft (Ridesharing, Carpooling) Bürgerbusse	Mietwagen, Carsharing (stationsgebunden und stationslos) Fahrrad- und E-Scooter-Verleihsysteme	Informations-, Navigations-, Buchungsplattformen Ladestationen für E-Fahrzeuge Gepäck- und Lieferdienste
<b>Unternehmen (exemplarisch)</b>	Uber Lyft MOIA (VW) Ridepooling-Angebote des ÖPNV	ShareNow DriveNow Miles, SixtShare Flinkster	GoogleMaps Jelbi omio.com

Quelle: eigene Darstellung

rädern, Anschlussverbindungen mit Bussen und Bahnen oder Berichten zur aktuellen Verkehrslage versorgt werden. Beispiele für diese **neuen Mobilitätsdienstleistungen** sind Carsharing, Ridepooling, Ridesharing, Ridehailing, aber auch Sharing-Dienste für E-Scooter und -Fahrräder.

Neue Mobilitätsdienstleistungen können grob unterteilt werden in Mitfahrssysteme, Mietsysteme und ergänzende Dienstleistungen (siehe [Abbildung 2](#)).

Es liegt auf der Hand, dass dieser Trend mit enormen Profiterwartungen einhergeht. Exemplarisch dafür stehen die zahlreichen Mobilitätsdienste wie Uber, Lyft oder Didi Chuxing. Sie sind aktuell praktisch nicht mehr wegzudenken aus den globalen Metropolen, außerdem verfügen sie zum Teil über

so die Überlegung, würde den Tech-Plattformen die Möglichkeit geben, ihre beherrschende Stellung auf einem potenziellen Wachstumsmarkt so weit auszubauen, dass ihr Vorsprung in absehbarer Zeit uneinholbar wäre.

Gleichzeitig ist das Engagement etwa im Carsharing immer noch eine kostenintensive Angelegenheit. So schwanken die Automobilkonzerne zwischen euphorischen Bemühungen, das Feld der Mobilitätsdienste zu besetzen, und der ernüchternden Einsicht, dass diese Dienste keineswegs eine Goldgrube für sie sind. Dies zeigte zuletzt der Verkauf der bislang gemeinsam von Mercedes und BMW betriebenen Tochtergesellschaft ShareNow an Stellantis (Hubik 2022c).

Bei keinem anderen Entwicklungsstrang liegen die Chancen, grundlegende Mobilitätsprobleme zu lösen, und die Gefahren, dass künftige Pfade vorrangig privatkapitalistisch definiert werden, so eng beieinander wie bei den neuen Mobilitätsdiensten: Einerseits sind etwa Sharing-Angebote eine sinnvolle Antwort auf ein verändertes Nutzungsverhalten, wenn in urbanen Räumen seit Jahren das Interesse am Eigentum an einem Privat-Pkw sinkt (dpa 2014). Andererseits zeigen sich bereits heute einige hässliche Kehrseiten privatwirtschaftlich organisierter neuer Mobilitätsdienste: Uber und Co. forcieren mit Ridesharing-Modellen Prekarisierung und Sozialdumping im Taxigewerbe, E-Scooter vermüllen In-

nenstädte, Carsharing-Angebote machen eher dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) Konkurrenz, als eine Alternative zum privaten Pkw darzustellen. Jüngere Untersuchungen wie etwa eine Simulationsstudie aus dem Jahr 2022 aus Göteborg lassen darauf schließen, dass digitale Mobilitätsdienste mittelfristig sogar zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen in Ballungsräumen führen (wegewerk GmbH 2022). Plausibel scheint die Faustregel: Je stärker das Gewicht des kommunalen ÖPNV als integrierender Anker der neuen Mobilitätsdienstleistungen ist, desto größer ist die Chance, dass sie tatsächlich zu einem zentralen Bestandteil einer sozial-ökologischen Verkehrswende werden könnten.

### 3 VON HIER NACH DORT: MAPPING EINER INDUSTRIE IM UMBRUCH

#### 3.1 AUFSTIEG UND FALL? KONJUNKTURKRISE ALS TRANSFORMATIONSBSCHLEUNIGER

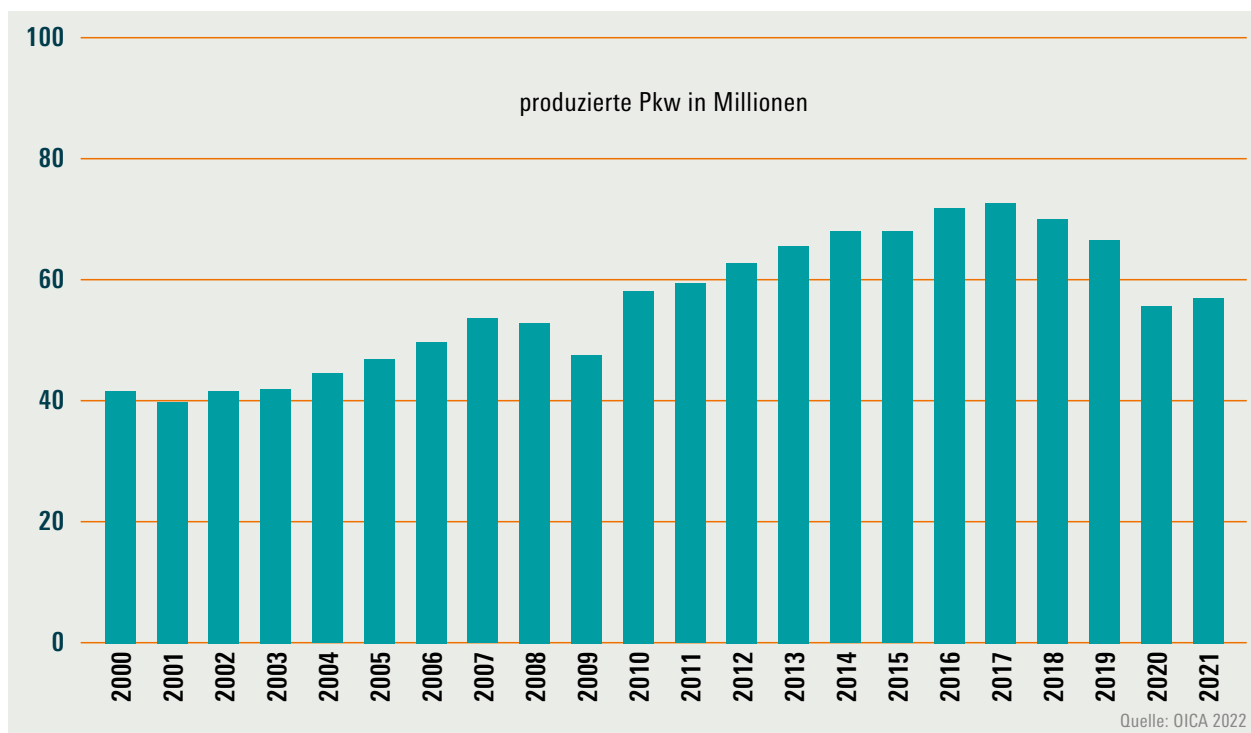
1885 entwickelte der deutsche Ingenieur Carl Benz seinen Patent-Motorwagen No. 1. Innerhalb weniger Jahrzehnte entwickelte sich aus Benz' Erfindung eine Industrie zur Massenproduktion von Automobilen, zunächst vor allem in den USA. Anfang des 20. Jahrhunderts erlebte sie durch die vor allem von Henry Ford perfektionierte Fließbandfertigung einen enormen Aufschwung, der nach dem Zweiten Weltkrieg auch den europäischen Kontinent erfasste. 1950 wurden mehr als zehn Millionen Fahrzeuge produziert, das waren bereits mehr als 1.000-mal so viele wie um 1900.

Seither ist die Automobilindustrie in den Vereinigten Staaten, Japan, Deutschland und Südkorea zu einem der bedeutendsten Wirtschaftszweige herangewachsen. Sie war die Leitindustrie des Kapitalismus im 20. Jahrhundert. Die Automobilindustrie hat unsere Städte, Verkehrssysteme und Alltagskulturen nachhaltig geprägt.

Wie Abbildung 3 zeigt, erreichte die weltweite Automobilproduktion (Personen- und Nutzfahrzeuge) ihren bisherigen Höhepunkt im Jahr 2017 mit 73.457.000 hergestellten Fahrzeugen. Seither ist der Ausstoß Jahr für Jahr gesunken – auf zuletzt 57.054.295 Stück im Jahr 2020.

Vordergründig begann 2018/19 ein «normaler» konjunktureller Abschwung, ganz im Rhythmus der

Abbildung 3: Anzahl der produzierten Pkw weltweit (2000–2021)



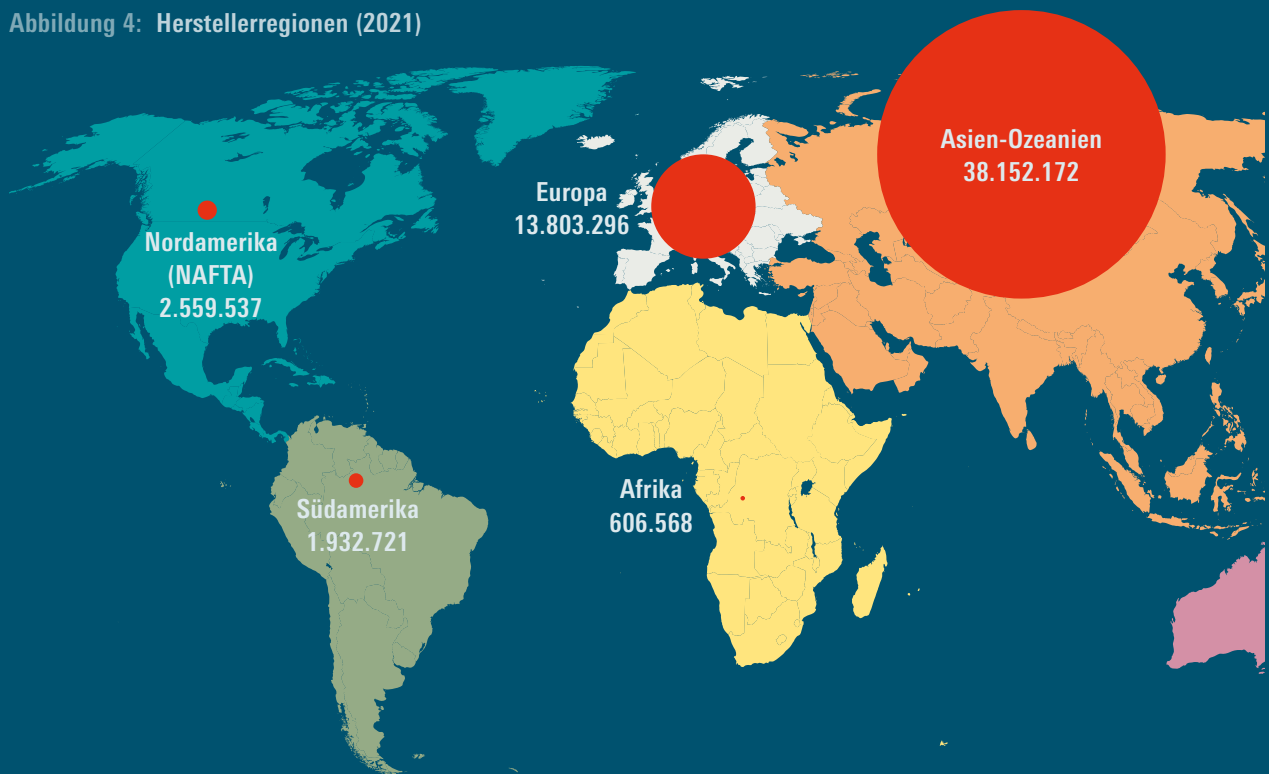
mehr oder weniger regelmäßigen mehrjährigen Konjunkturzyklen, die die Wirtschaftsgeschichte des Kapitalismus prägen. Verschärft wurde die Krise durch verschiedenste Faktoren, unter denen insbesondere der Ausbruch der weltweiten Corona-Pandemie Anfang 2020 mit seinen vielfältigen Folgen (gestörte Lieferketten, Halbleiterengpass) hervorsticht. Im Gegensatz zur vorhergehenden Konjunkturkrise 2008/09, die vom US-Immobilien- und Fi-

nanzsektor ausging, hatte der Abschwung diesmal seinen Ursprung unmittelbar in der Industrie, mehr noch: Einige Beobachter\*innen (Wolf 2022, 2019; vgl. auch Köncke 2022) sehen ihn vor allem im Abflauen des Automobilabsatzes im wichtigsten globalen Pkw-Markt, nämlich in China, ab 2018 begründet, ein Abschwung, der zudem durch die Corona-Pandemie ab 2019/20 erheblich verstärkt wurde (Beutnagel 2021).

### Die ungleiche Verteilung der Automobilproduktion

Von den rund 57 Millionen produzierten Autos im Jahr 2021 wurden fast zwei Drittel (38 Millionen) in der Asien-Ozeanien-Region hergestellt. Mehr als die Hälfte davon (21,4 Millionen) kam aus China.

Abbildung 4: Herstellerregionen (2021)



### Die Top-10-Herstellernationen (2021)

China	21.407.962	Brasilien	1.707.851
Japan	6.619.242	Spanien	1.662.174
Indien	3.631.095	USA	1.563.060
Südkorea	3.162.727	Russische Föderation	1.352.740
Deutschland	3.096.165	Tschechische Republik	1.105.223

### 3.2 VON DER ZENTRALISIERUNG ZUM KREATIVEN CHAOS?

Bei den Automobilherstellern, die Anfang des 20. Jahrhunderts den Einstieg in die Massenproduktion schafften, kam es schon bald zu Fusionen und Übernahmen. So wurde etwa die deutsche Adam Opel AG 1929 vom US-Unternehmen General Motors übernommen. Heute beherrscht eine überschaubare Anzahl von Großkonzernen den Weltmarkt (siehe Abbildung 5).

Im Zuge der fortschreitenden Arbeitsteilung entwickelte sich auch eine bedeutende Zulieferindustrie. Aufgrund der stärkeren Produktspezialisierung ist die Zulieferindustrie weniger stark monopolisiert als die der Hersteller. Trotzdem gibt es auch hier einen langfristigen Trend zur Konzentration: Die zehn größten Zulieferer kontrollieren gut ein Drittel des globalen Markts (siehe Abbildung 6, nächste Seite).

Geht dieser Zentralisierungstrend weiter, wird er gar durch die «doppelte Transformation» beschleunigt.

Abbildung 5: Die großen Automobilhersteller weltweit (2020)

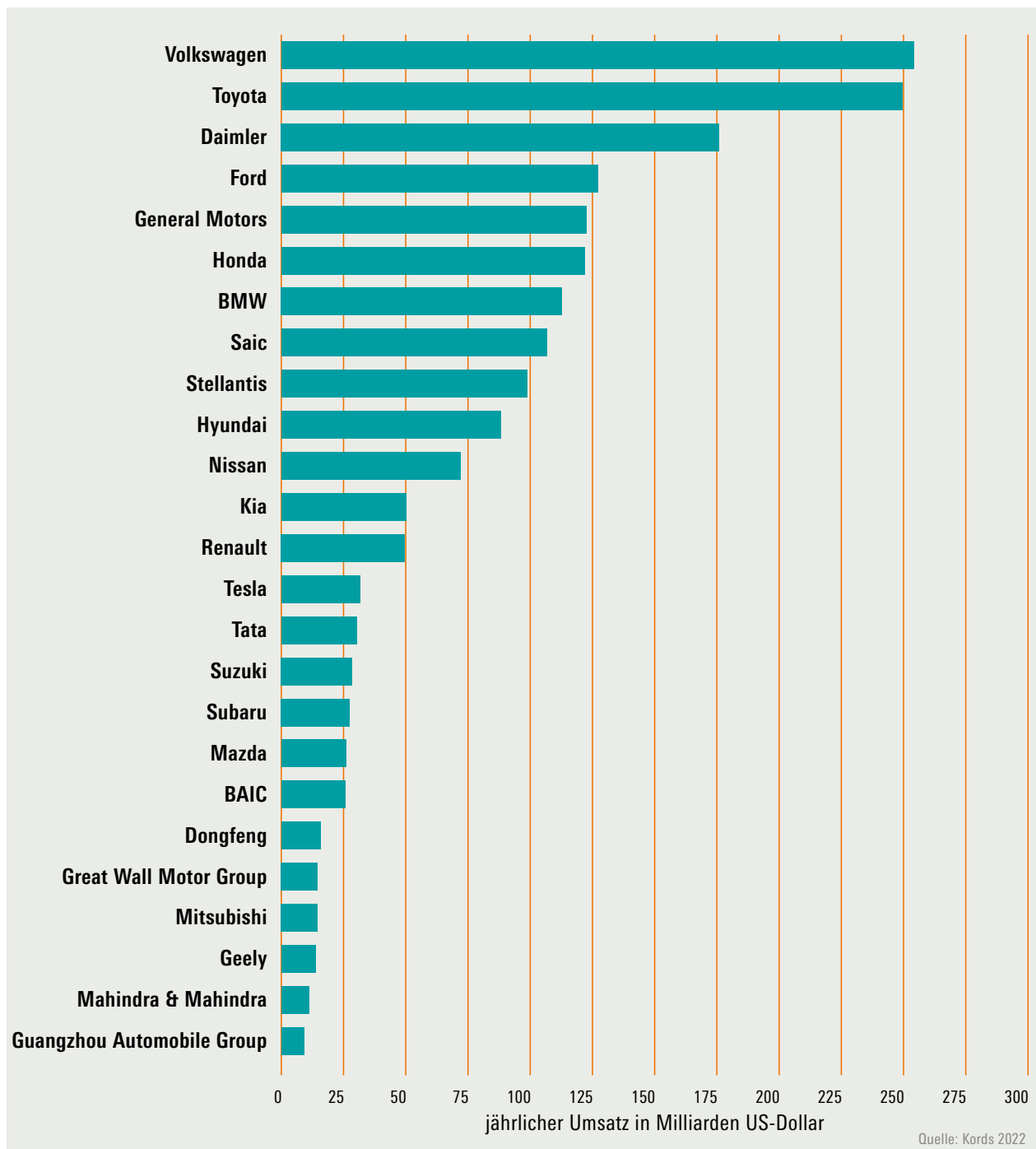
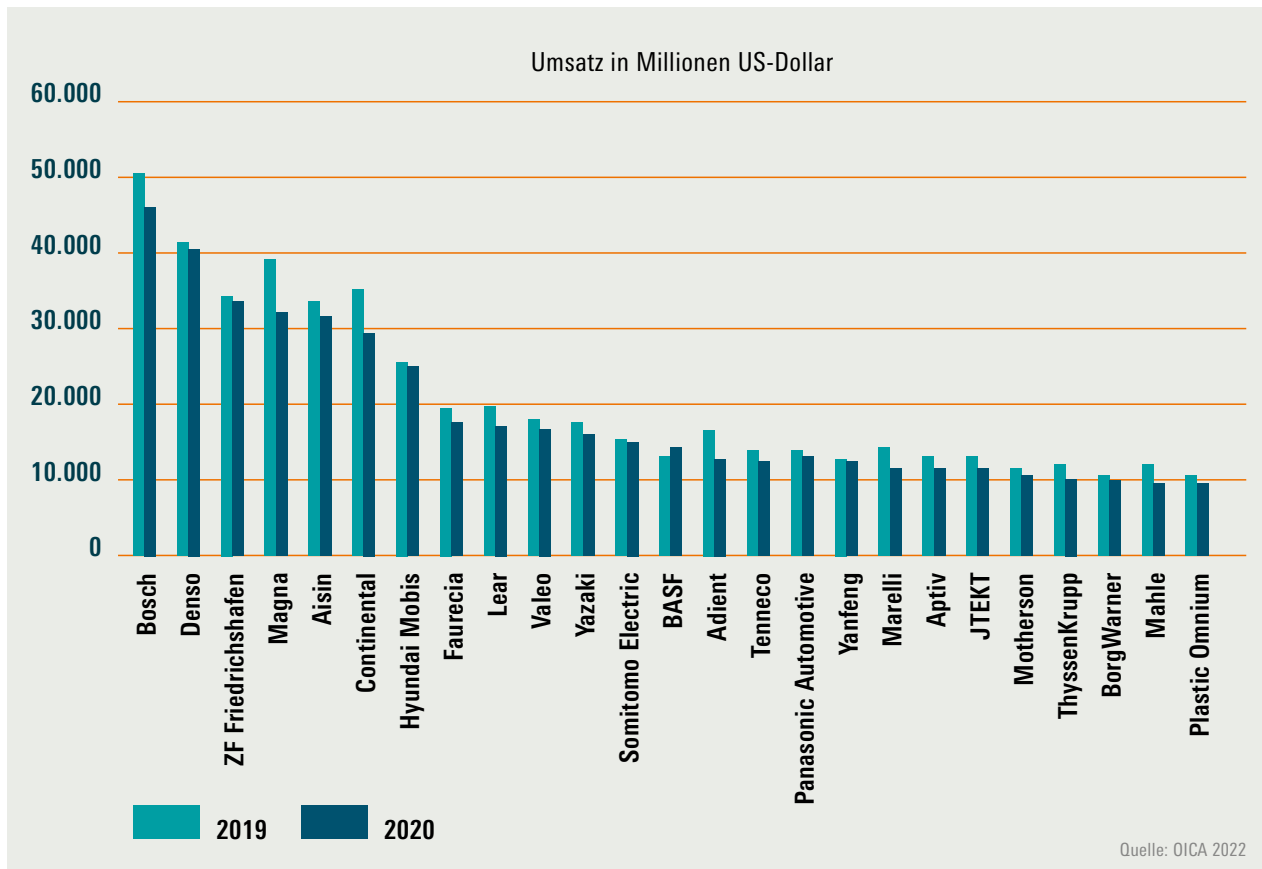


Abbildung 6: Die größten Automobilzulieferer weltweit (2019 und 2020)



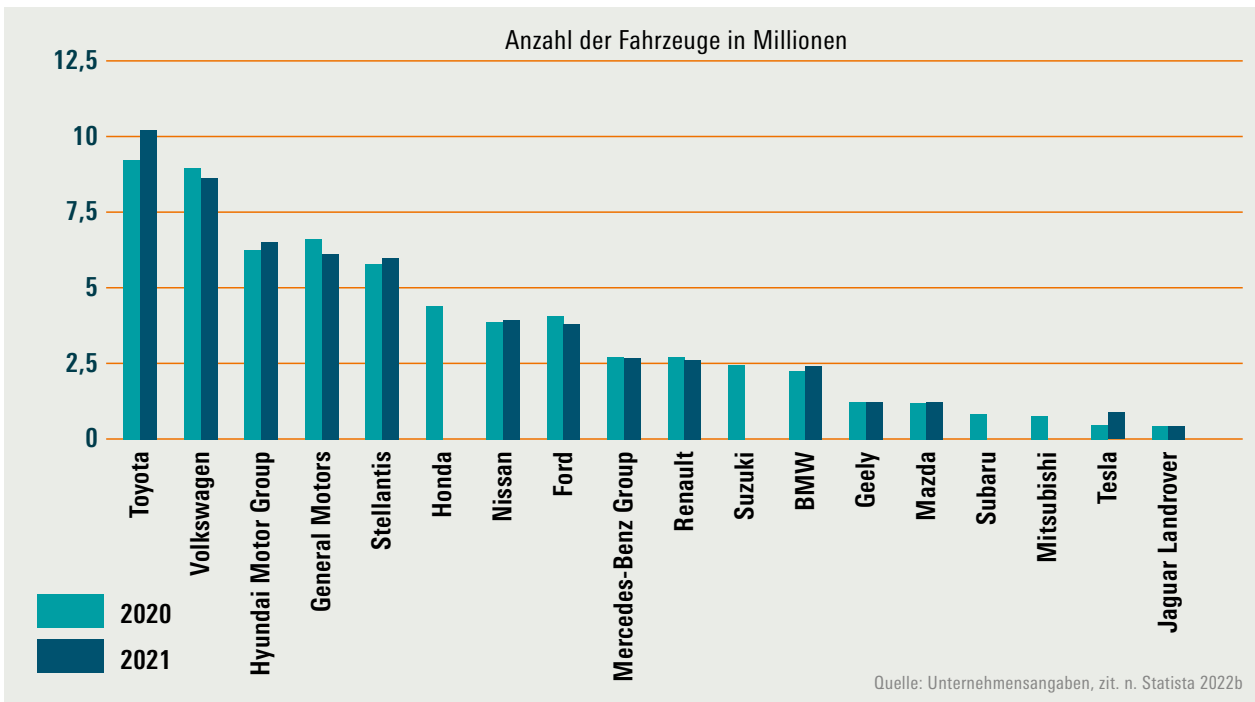
nigt? Das ist nicht ausgemacht. Jedenfalls verläuft die Entwicklung nicht einfach linear. Auf der einen Seite steht mit der Entstehung des Stellantis-Konzerns 2021 die bislang letzte der großen «Superfusionen»: Die aus einem Zusammenschluss der französischen Groupe PSA und der US-amerikanisch-italienischen Fiat Chrysler Automobiles hervorgegangene Holding mit Sitz in den Niederlanden vereint unter ihrem Dach heute 14 verschiedene Marken und ist nach Stückzahl der produzierten Fahrzeuge fünftgrößter Hersteller der Welt (Statista 2022e). Auf der anderen Seite werden im Zuge des technologischen Umbruchs Markteintrittshürden gesenkt, neue Player betreten das Feld. Diese Unternehmen sind aus verschiedenen Gründen eine ernsthafte Herausforderung für die traditionellen Hersteller: Sie nutzen den Umbruch proaktiv, sind agiler, weil sie nicht in überkommenen Strukturen gefangen sind, können neue Anforderungen wie Kommunikativität und Batterietechnologie oft schneller und besser meistern als die «alte» Automobilindustrie und verfügen häufig über eine hohe Marktkapitalisierung (wie Tesla) bzw. industriepolitische Rückendeckung (wie BYD). Das zeigt sich gerade in China (siehe Kapitel 5.1), aber nicht nur dort. Große traditionelle Endhersteller und Zulieferer versuchen, unter anderem mithilfe von Kooperationen

und «strategischen Partnerschaften», auf die neue Situation zu reagieren. Dabei ist das Feld nach wie vor von Regruppierungen gekennzeichnet: So spaltete die Mercedes-Benz Group 2021 ihre Nutzfahrzeugsparte Daimler Trucks ab, um neues Kapital zu akquirieren, Partnerschaften werden geschlossen, wieder gelöst und neu ausgerichtet. Das zeigt beispielsweise das 2019 gegründete Joint Venture zwischen Daimler und dem chinesischen Autohersteller Geely: Geely steigt mit 50 Prozent bei der Produktion des Kleinwagens Smart ein, die ab 2022 aus Frankreich und Slowenien nach China verlagert wird. Geely ist mit etwas mehr als neun Prozent der zweitgrößte Einzelaktionär von Daimler, knapp hinter dem ebenfalls chinesischen Autobauer BAIC, der zehn Prozent hält (Hubik 2022b; Manager Magazin 2021; Daum 2022).

#### **Automobilhersteller – Spitzenreiter und Newcomer**

Schaut man sich den weltweiten Automobilabsatz nach Herstellern in [Abbildung 7](#) an, sieht es auf den ersten Blick so aus, als habe sich nicht viel getan. Toyota und Volkswagen (VW) liegen seit Jahrzehnten Kopf an Kopf an der Spitze, wobei Toyota meist nach Stückzahlen und VW meist nach Umsatz die Nummer eins ist. Newcomer wie Tesla oder der chinesische Hersteller Geely stehen noch weit hinten.

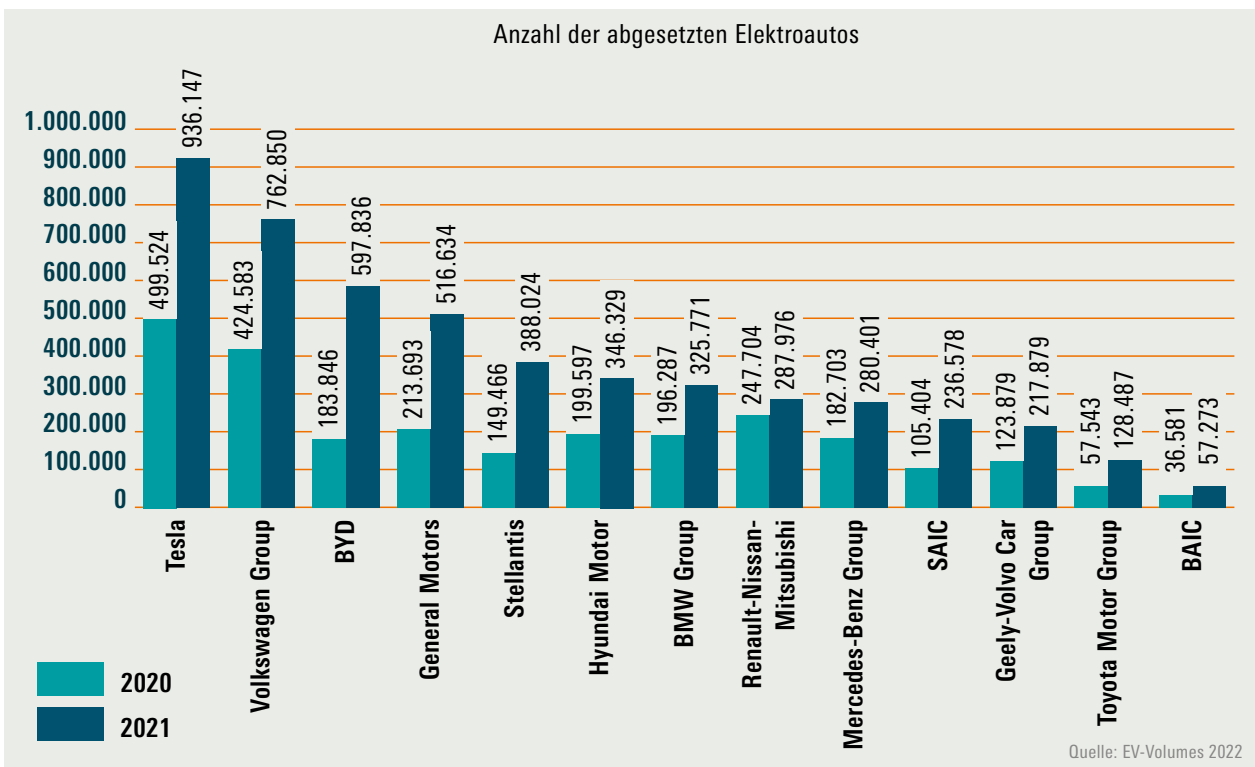
Abbildung 7: Die größten Automobilhersteller weltweit nach Fahrzeugabsatz (2020 und 2021)



Blickt man aber auf den Trend bei Produktion und Verkauf von Elektrofahrzeugen, insbesondere rein batterieelektrischen Pkw, ergibt sich ein gänzlich an-

deres Bild (siehe Abbildung 8). Hier ist die Position von Tesla und verschiedenen chinesischen Herstellern wie BYD, SAIC oder Geely eine viel stärkere.

Abbildung 8: Die größten Hersteller von E-Autos weltweit nach Fahrzeugabsatz (2020 und 2021)



Im Wachstumsmarkt BEV drängen also neue Hersteller (und Zulieferer) nach vorn. Aber werden diese Unternehmen den traditionellen Automobilkonzernen auf Dauer ernsthaft Konkurrenz machen können oder sie gar in die zweite Reihe verweisen? Und wer sind überhaupt diese «Neuen»? Diesen Fragen gehen wir in den nächsten beiden Unterkapiteln nach. Zunächst versuchen wir, das Feld der «Neuen» aufzurollen, um danach die Dynamik des BEV-Markts im Kontext des gesamten Automobilmarkts anzusehen. Wie hoch ist der Anteil der BEVs an den Bestandsflotten und wie wird er sich voraussichtlich entwickeln? Wird der Elektromotor Verbrennungsmotoren mittel- bis langfristig weitgehend verdrängen oder wird er ein Antriebskonzept unter mehreren bleiben und letztlich nicht über ein begrenztes Marktsegment hinauskommen?

### 3.3 DIE NEWCOMER: GEKOMMEN, UM ZU BLEIBEN?

«Vinfast, Geely, Nio & Co. Diese jungen Autobauer drängen nach Europa» (Manager Magazin 2022), «Tech-Konzerne besetzen die Zukunftsfelder der Autoindustrie» (Focus 2017), «E-Auto made in Turkey: <TOGG> – Konkurrenz für Tesla und VW?» (Brase 2021), «Rivian plant Europa-Start Anfang 2022» (electrive.net 2021c): Die «doppelte Transformation» hat die bisher mit hohen Marktzugangsschranken versehene Branche in Bewegung gebracht. Kaum ein Tag vergeht ohne die Ankündigung, dass im Automobilsektor neue Akteure Platz für sich beanspruchen. Dabei ist das Feld der «Neuen» ziemlich unübersichtlich. Unter ihnen finden sich Technologieunternehmen wie Amazon, Microsoft, Nvidia oder Google genauso wie große Mobilitätsdienstleister à la Uber oder Lyft oder mit viel Risikokapital ausgestattete Start-ups wie Nio oder Rivian. Zu den «Neuen» gehören überdies zwar bereits länger bestehende, aber sehr innovative chinesische Autobauer, die ihren Technologievorsprung nutzen wollen, um, vielfach in Kooperation mit etablierten Herstellern, den internationalen Markt zu erobern. Die bereits erwähnten Wissenschaftler des ISF-Instituts in München haben dieses Feld der neuen Wettbewerber in fünf Gruppen unterteilt.

(1) Die erste Gruppe bilden demnach Unternehmen, die zwar Autobauer sind, sich aber organisieren und arbeiten wie Technologieunternehmen. Boes und Ziegler sprechen von **Autobauern im neuen Informationsparadigma**. Archetypisch steht Tesla für diese Gruppe. Zu ihr gehören aber auch chinesische Start-up-Unternehmen wie Nio oder die Geely-Volvo-Ausgründung Polestar (Boes/Ziegler 2021: 18).

(2) Eine weitere Gruppe von Unternehmen, die über kurz oder lang auf den Automobilmarkt drängen dürfte, sind Unternehmen, die aus der Welt der **Mobilitätsplattformen** kommen. Diesen geht es nicht darum, ihre Autos selbst zu fertigen. Vielmehr wird das Prinzip der Plattformen gewissermaßen übertragen: Autonom steuernde Fahrzeuge (so die Idee) werden von Kontraktfertigern bezogen, die die Fahrzeuge nach den Vorgaben des Auftraggebers unter dessen Markennamen produzieren. Langfristig sollen dann Mobilitätsdienstleistungen («Robo-Taxis» u. Ä.) über Onlineplattformen angeboten werden. Zu dieser Gruppe zählen die Google-Tochter Waymo, die in der Vergangenheit Milliarden in die Entwicklung autonomer Fahrsysteme gesteckt hat, aber auch Unternehmen wie Lyft (USA), Didi Chuxing (China) oder Ola (Indien) (ebd.: 19).

(3) Eine dritte wichtige Gruppe neuer Wettbewerber setzt gar nicht erst auf den Bau oder den Betrieb von Fahrzeugen, sondern darauf, das Geld im Bereich der Verwertung von Daten und Informationen zu verdienen. **Datenverwerter** an der Infotainment-Schnittstelle wie Google, Apple und absehbar auch chinesische Internetkonzerne wie Baidu, Alibaba oder Tencent stellen den Kund\*innen heute schon nützliche Anwendungen zur Verfügung, indem sie das Auto an den Informationsraum anbinden (ebd.).

(4) Die vierte Gruppe, die sich zum Teil mit der dritten überschneidet, bilden **Anbieter von Internetinfrastrukturen und -technologien**. Zu diesen zählt eine ganze Reihe von Unternehmen: von Cloud-Anbietern wie den Cloud-Diensten von Amazon, Microsoft oder Alibaba über Hersteller von Telekommunikationsinfrastruktur wie den chinesischen Weltmarktführer Huawei bis hin zu Produzenten von leistungsstarken Halbleitern wie den US-Unternehmen Nvidia, Intel oder Qualcomm. Diese Gruppe eint, dass die Nachfrage nach ihren Produkten mit der Bedeutungszunahme von Fahrassistenzsystemen, Steuerungseinheiten, Navigations- und Unterhaltungstechnik in modernen Pkw sprunghaft ansteigt, es aber unter den klassischen Zulieferern der «alten Automobilindustrie» keine Konkurrenz gibt. Und anders als diese klassischen Zulieferer fungieren sie nicht als «untergeordnete Partner, sondern als Spezialisten mit hohen Autonomiespielräumen und großem Potenzial, ihre Position innerhalb der Wertschöpfungs-systeme der Automobilindustrie auszudehnen und dominante Positionen in den Wertschöpfungs-systemen der Zukunft einzunehmen» (ebd.).

(5) Die fünfte Gruppe besteht aus großen **Kontraktfertigern**, die aus der IT-Industrie kommen. Hier



wird vor allem der Apple-Fertiger Foxconn genannt. Aufgrund der in den vergangenen Jahren erworbenen Fähigkeiten in der hochflexiblen Massenfertigung deutet vieles darauf hin, dass auch diese Art von Unternehmen in die Wertschöpfungsketten der Automobilindustrie drängen. In diesen könnte sich das bereits aus der IT- oder auch Textilindustrie bekannte Modell eines Unternehmens mit starker Marke und «effizienten Kontraktfertigern im Hintergrund» (ebd.) entwickeln.

### 3.4 VERDRÄNGT DER ELEKTROMOTOR DEN VERBRENNER? TRENDS UND SZENARIEN

Der Absatz von batterieelektrischen Pkw wächst seit 2012 exponentiell. Dennoch handelt es sich in absoluten Zahlen und was den Anteil am Pkw-Bestand insgesamt angeht immer noch um ein sehr kleines Marktsegment (siehe Abbildung 9).

Demnach lag die Zahl der weltweit abgesetzten reinen E-Pkw 2012 noch bei rund 110.000 (IEA 2021a). Gemessen an der damaligen Weltjahresproduktion von 63 Millionen Pkw entsprach das einem Anteil von 0,17 Prozent. Neun Jahre später, im Jahr 2021, wurden weltweit (OICA) 57 Millionen Pkw produziert. Davon waren bereits 2,4 Millionen BEV. Innerhalb von weniger als einem Jahrzehnt ist der Anteil rein batterieelektrischer

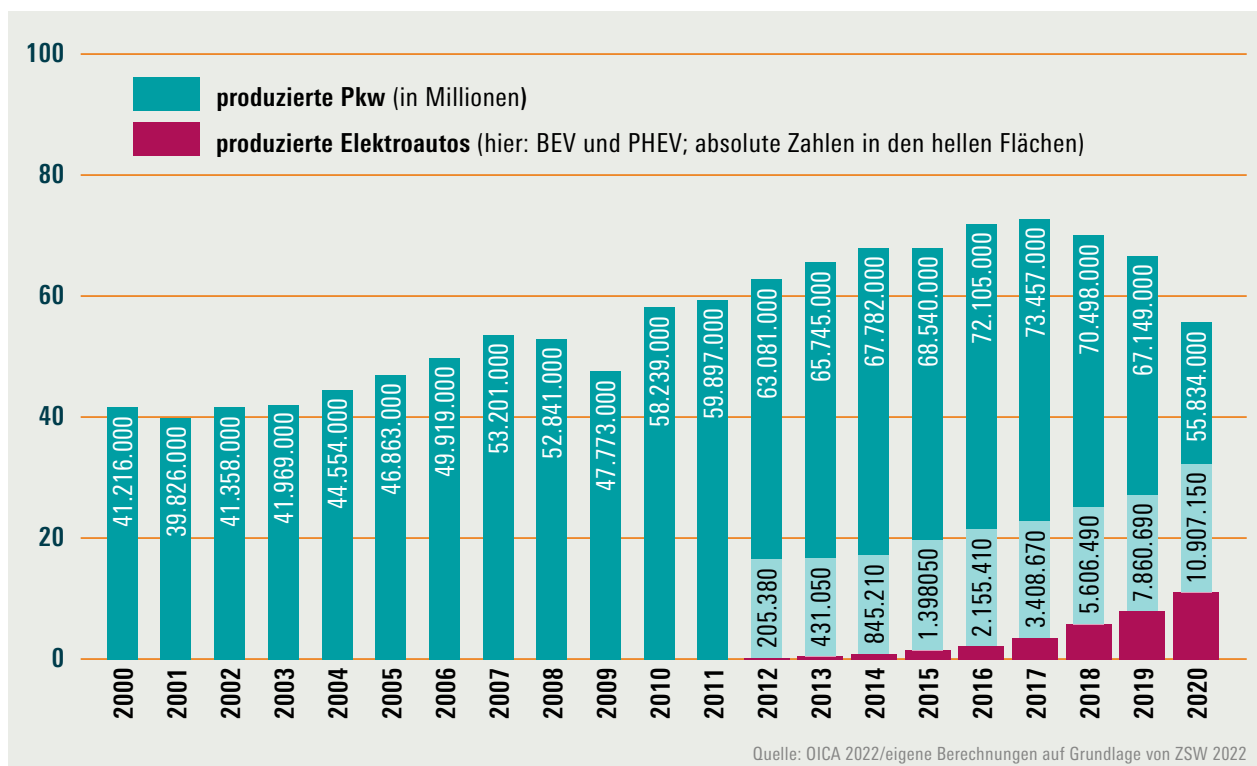
Pkw (ohne Hybride und Plug-in-Hybride) an der Weltautoproduktion damit auf 4,2 Prozent gestiegen.

Natürgemäß deutlich langsamer wächst der Anteil von Elektrofahrzeugen am Pkw-Bestand. 2021 lag der weltweite Pkw-Bestand nach Angaben vom Verband der Automobilindustrie (VDA) und Umweltbundesamt bei rund 1,25 Milliarden Autos. Davon waren nach Einschätzung von VDA und anderen Branchenverbänden rund zehn Millionen «Elektrofahrzeuge» – allerdings sind hier Plug-in-Hybride mitgerechnet. Rein batterieelektrisch betriebene Pkw dürften davon nur gut die Hälfte bis maximal zwei Drittel ausmachen. Wie man es auch betrachtet: Der Anteil elektrischer Pkw am weltweiten Pkw-Gesamtbestand liegt unter einem Prozent.

Dabei ist die Nutzung von Elektro-Pkw (hier aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit statistischer Daten als BEV und Plug-in-Hybride definiert) sehr ungleich über die verschiedenen Weltregionen verteilt: In Asien sind 4,7 Millionen vollelektrische Fahrzeuge und Plug-in-Hybride (PHEV) zugelassen, davon 4,2 Millionen in China. Es folgen Europa mit 3,2 Millionen, von denen rund 703.000 auf Deutschland entfallen, und Nordamerika mit 1,9 Millionen, davon 1,7 Millionen in den USA (VDA 2021).

Auch wenn es aufgrund der fehlenden Differenzierung zwischen BEV und PHEV in den meisten Statistiken problematisch ist, exakte Zahlen zur Entwicklung des BEV-Bestands zu bekommen – der

Abbildung 9: Anteil der Elektroautos (mit Plug-in-Hybriden) an der weltweiten Pkw-Produktion (2000–2020)



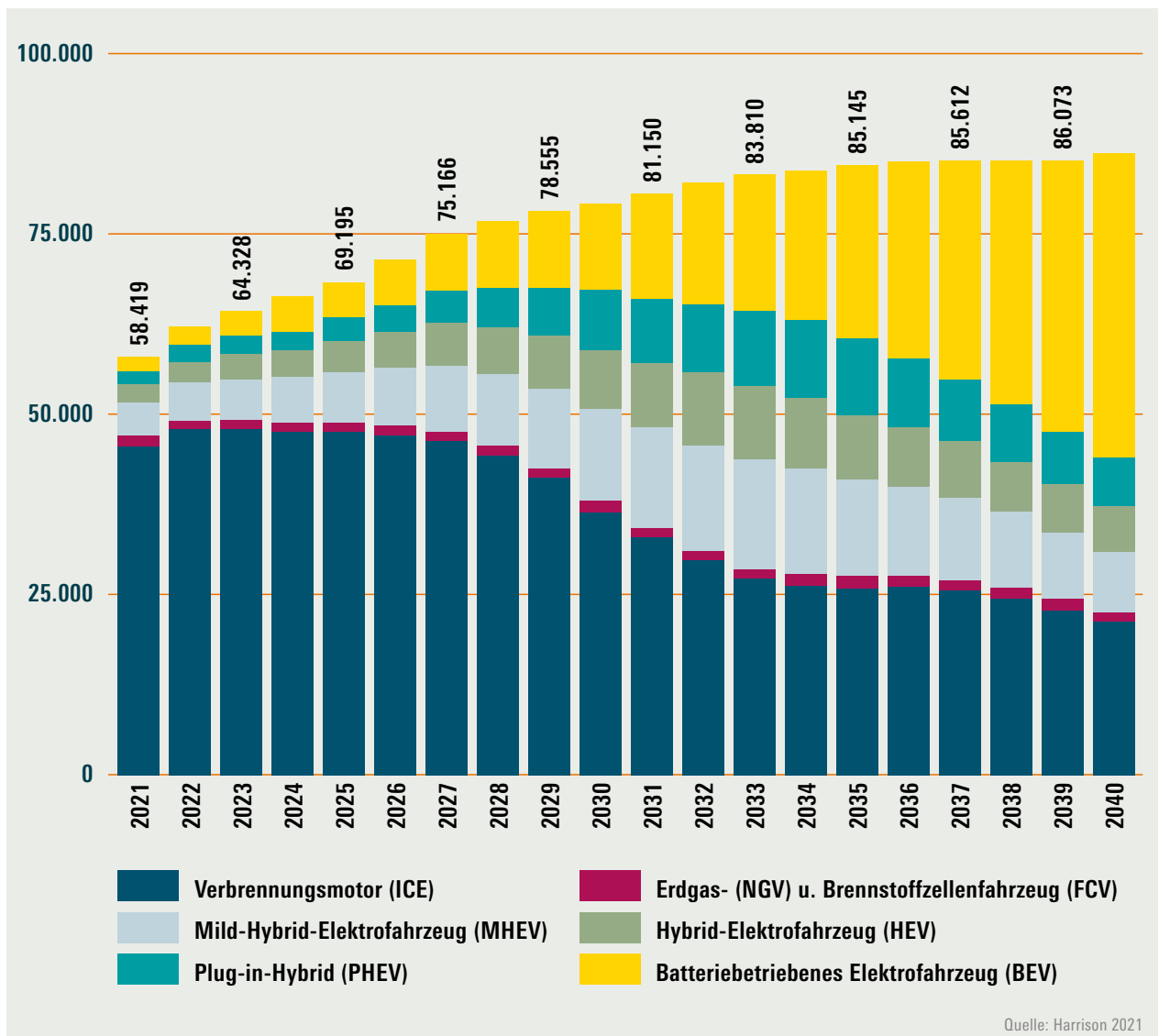
Trend wird deutlich: Einerseits machen batterieelektrische Pkw zwar immer noch ein vergleichsweise kleines Segment an der weltweiten Autoflotte aus, doch die Wachstumsdynamik bei Produktion und Neuzulassungen ist beeindruckend. Die meisten Szenarien nicht nur herstellernaher Beratungsfirmen, sondern auch mehr oder weniger unabhängiger Institute bezweifeln nicht mehr, dass der batterieelektrische Antrieb fossile Verbrennungsmotoren als das bislang am weitesten verbreitete Antriebskonzept mittel- bis langfristig von der Spitze verdrängen wird. Zugleich ist aber offensichtlich, dass sich in manchen Weltregionen verbrennungsmotorbetriebene Fahrzeuge noch lange halten werden – wie lange und in welchem Umfang, das ist eine offene Frage.

Abbildung 10 zeigt Ergebnisse einer vom Energie-technikonzern ABB in Auftrag gegebenen Studie.

Diese geht davon aus, dass bis 2040 der weltweite Absatz von BEV auf etwa 50 Prozent anwachsen wird und etwa doppelt so viele BEV verkauft werden wie Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor.

Die Internationale Energieagentur (IEA) stellt in ihrem aktuellen Global EV Outlook zwei Szenarien für die Entwicklung des Bestands an vollelektrischen Fahrzeugen in unterschiedlichen Marktsegmenten und Weltregionen auf. Bis 2030 könnte nach dem konservativen Szenario der weltweite Bestand an vollelektrischen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen von heute zehn auf 140 Millionen anwachsen. Der Flottenanteil der BEVs würde damit von heute rund einem Prozent auf acht Prozent steigen. Im optimistischen Szenario erwartet die IEA bis Ende des Jahrzehnts 220 Millionen vollelektrische Pkw und leichte Nutzfahrzeuge, was einem Anteil von 15 Prozent entspräche (IEA 2021d).

Abbildung 10: Prognostizierter Absatz von Pkw weltweit nach Antrieb (2021–2040)



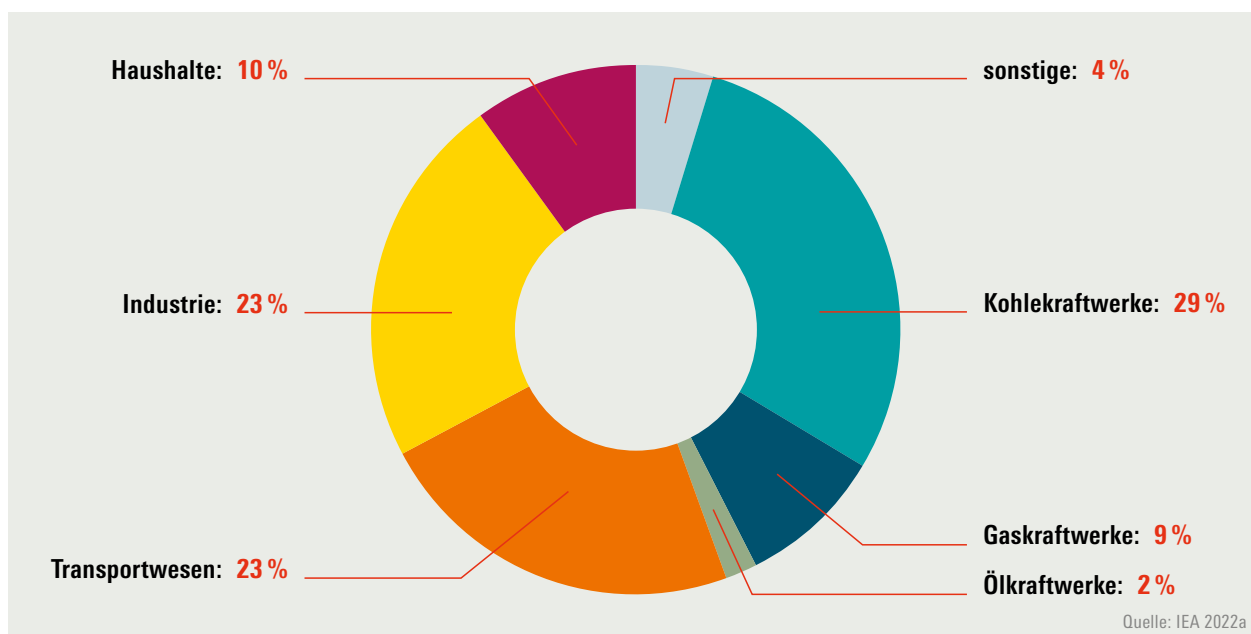
## 4 NACHHALTIG UNTERWEGS? DIE ÖKOLOGISCHE BILANZ DER E-AUTOMOBILITÄT

Der Straßenverkehr als Verursacher ökologischer Krisen ist kein Phänomen der Gegenwart, ja nicht einmal des automobilen Zeitalters. Ende des 19. Jahrhunderts hatten zahlreiche Großstädte weltweit ein ernstes Pferdemit- und Gülleproblem. Pferde zogen Lasten, Kutschen, Pferdebusse und -straßenbahnen und produzierten täglich pro (Pferde-)Kopf etwa 15 Kilogramm Mist. Die Exkremente zogen Fliegen an, die sich in Unmengen vermehrten und Krankheiten übertrugen. 1894 prognostizierte die Londoner *Times*, dass innerhalb eines halben Jahrhunderts die Londoner Straßen unter einer neun Fuß dicken Schicht von Pferdedung begraben sein würden. Eine internationale Planungskonferenz, die 1898 in New York versuchte, eine Lösung für das immer größer werdende Problem zu finden, wurde nach drei Tagen ergebnislos abgebrochen. Das unlösbar erscheinende Problem

der «Pferdemistkrise» verschwand mit der Erfindung des Verbrennungsmotors und dem Aufkommen des Automobils innerhalb weniger Jahre (Peugeot Vorkriegs-Register 2022).

Gut ein Jahrhundert später erkennen wir die verbrennungsmotorbasierte Automobilität als relevanten Teil des Ursachenbündels einer weit größeren ökologischen Krise an: der anthropogenen, treibhausgasinduzierten globalen Erwärmung. Und wie am Vorabend des Siegeszugs des Verbrennungsmotors stellt sich die Frage, ob eine innovative, saubere Antriebstechnologie einen Weg aus der Krise aufzeigen kann. Verkehr und Transport sind nach Daten der Internationalen Energieagentur IEA weltweit für rund ein Viertel aller CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger verantwortlich (siehe Abbildung 11).

Abbildung 11: Globale energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren (2022)



Allein der Straßenverkehr (Personen- und Gütertransport) macht davon 18 Prozent aus (siehe [Abbildung 12](#)).

In Deutschland sind die Relationen ähnlich. Nach Energiewirtschaft und Industrie ist der Verkehrssektor mit rund 20 Prozent CO<sub>2</sub>-Ausstoß der drittgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen (siehe [Abbildung 13](#)). Den weitaus größten Teil der Verkehrsemissionen verursacht der Straßenverkehr (96 Prozent, Stand 2019). Benzin- und Diesel-Pkw sind für 61 Prozent, Lkw für 36 Prozent verantwortlich. Obwohl ein Pkw 2019 aufgrund verbesserter Technologie im Schnitt 5,1 Prozent weniger CO<sub>2</sub> ausstieß als 1995, ist der absolute CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Pkw-Verkehrs auf deutschen Straßen im selben Zeitraum um 5,1 Prozent gestiegen. Der Grund: Es sind mehr Pkw unterwegs (siehe [Abbildung 14](#)) und es wird mehr gefahren. So stieg die Pkw-Fahrleistung von 1995 bis 2019 um 20,5 Prozent (Umweltbundesamt 2022b).

Besonders drastisch fällt die Zunahme des Lkw-Verkehrs ins Auge: Hier hat sich die Fahrleistung in Tonnenkilometern von 1995 bis 2020 von 279,7 auf 486 Milliarden erhöht, ein Plus von rund 74 Prozent. Trotz effizienterer und umweltfreundlicherer Tech-

nologie stiegen die absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßengüterverkehrs von 39,3 auf 45,9 Millionen Tonnen, also um 17 Prozent (ebd.).

Vor diesem Hintergrund setzen Staaten weltweit auf eine Forcierung der Neuzulassungen vollelektrisch betriebener Pkw und Nutzfahrzeuge (siehe [Kapitel 5](#)). In Deutschland strebt die Bundesregierung an, die Anzahl der Elektro-Pkw auf Deutschlands Straßen bis 2030 auf 15 Millionen Fahrzeuge zu erhöhen. Das entspräche einem Drittel des aktuellen Bestands, wobei Plug-in-Hybride, die in den meisten Statistiken noch als «Elektroautos» gezählt werden, ausdrücklich außen vor bleiben sollen. Ernst zu nehmende Szenarien, wie das der Internationalen Energieagentur, gehen von einem Anwachsen des weltweiten Bestands an BEV bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen auf etwa eine Milliarde Autos bis 2040 aus (IEA 2021d).

Wie klimafreundlich Elektroautos tatsächlich sind, ist eine komplexe Frage. Zentrale Aspekte sind dabei der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck eines Fahrzeugs über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg, also vor allem aus Produktion und Nutzung. Zudem werfen Rohstoffbedarf und Verschrottung von Elektroautos weitere ökologische Probleme auf, auf die im Folgenden eingegangen wird.

**Abbildung 12: Anteil der Verkehrsträger an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen (2018)**

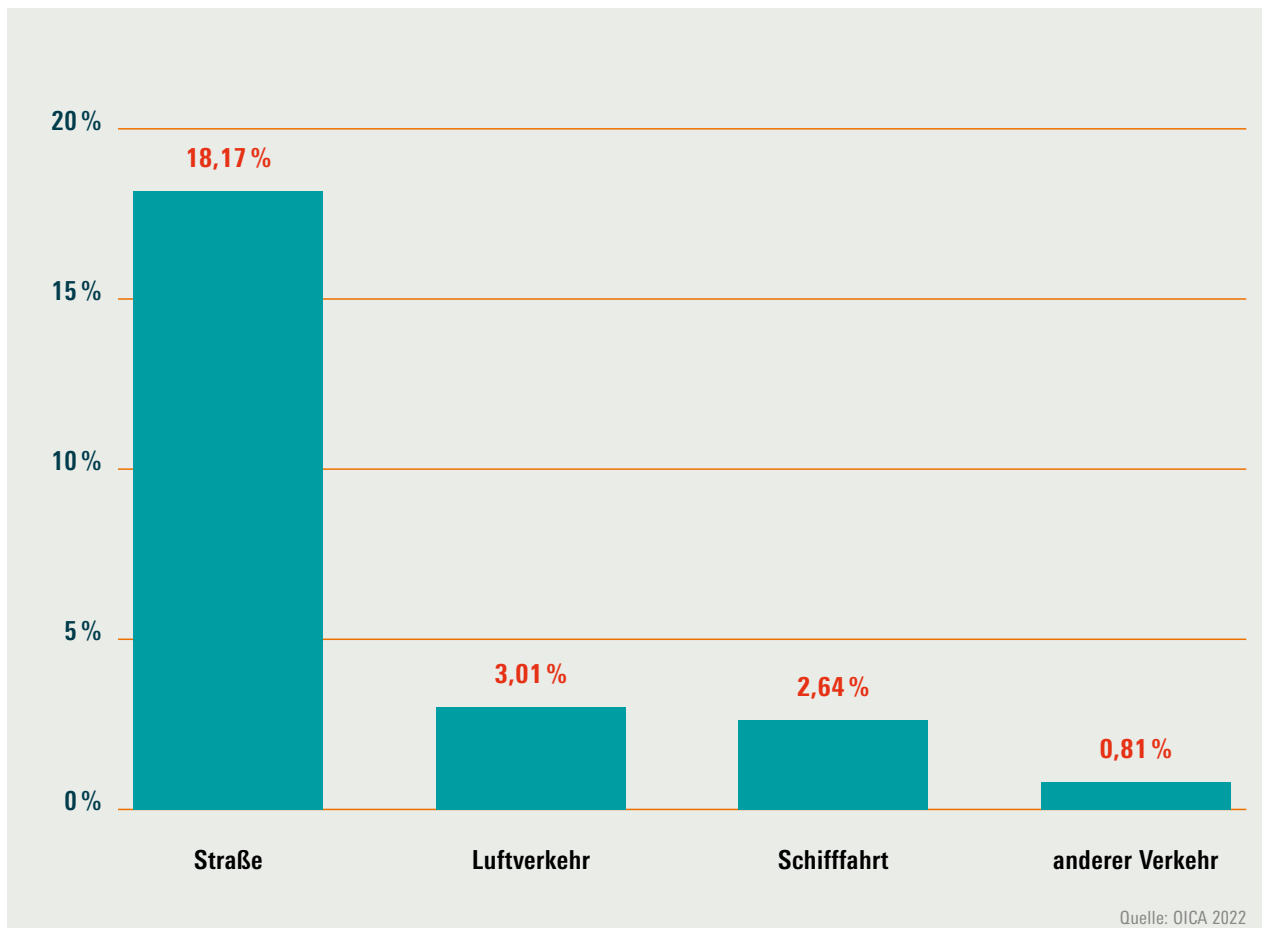


Abbildung 13: Deutsche Treibhausgasemissionen nach Sektoren (2019)

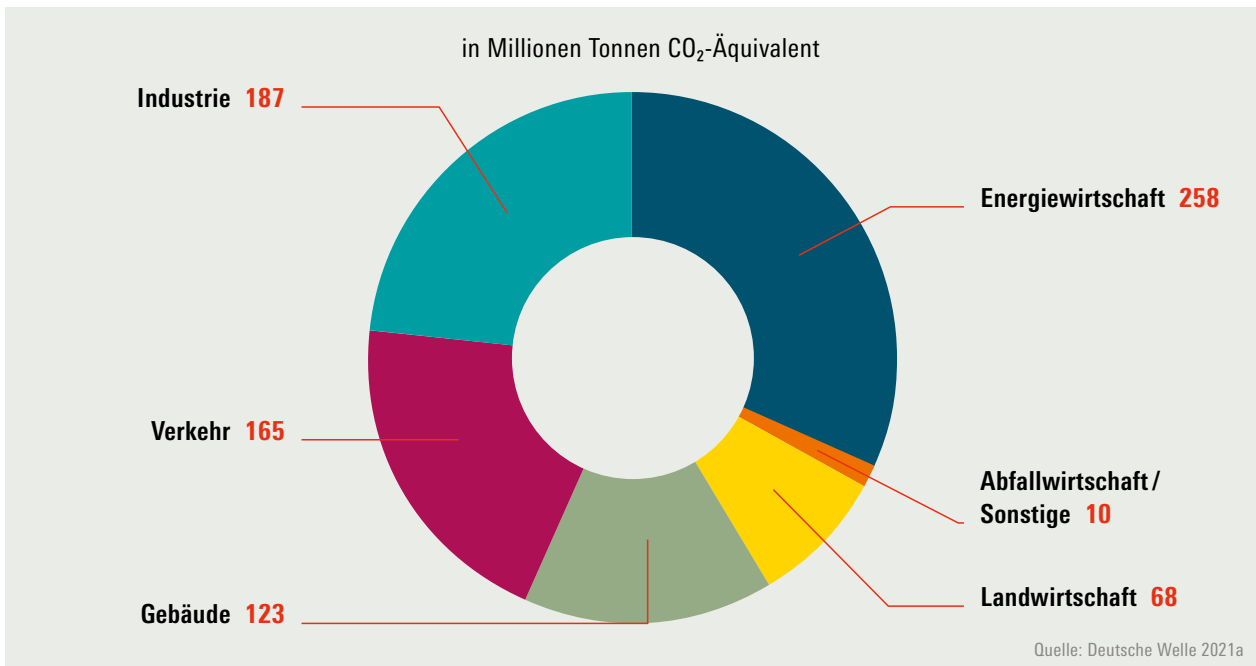


Abbildung 14: Fahrzeugbestand in Deutschland (1991 und 2021)

	Pkw (in Millionen)	Lkw (in Millionen)
1991	36,8	1,8
2021	48,5	3,8

Quelle: Umweltbundesamt 2022c

#### 4.1 ELEKTROMOTOR: UNSCHLAGBARE ENERGIEEFFIZIENZ

Batterieelektrische Autos werden mit Gleichstrommotoren angetrieben. Im Gegensatz zum Verbrennungsmotor muss hier nicht durch ein ausgeklügeltes System aus Kolben und Kurbelwelle eine lineare Bewegung in eine Drehbewegung umgewandelt werden – der Elektromotor erzeugt unmittelbar eine Drehbewegung. Die Wärmeverluste sind gering und der Wirkungsgrad ist deutlich höher. Nach Berechnungen des TÜV Nord liegt Letzterer bei rund 64 bis 70 Prozent. Ein moderner Dieselmotor kommt im Vergleich auf bis zu 45 Prozent, ein Benzinmotor auf lediglich 20 Prozent (TÜV Nord 2022).

Auch im Vergleich zu anderen alternativen (nicht-fossilen) Antrieben ist die Energieeffizienz des Elektromotors unschlagbar. Unter Berücksichtigung der Verluste bei der Erzeugung von Strom bzw. Kraftstoff kommt der Wissenschaftsjournalist Harald Lesch auf die in [Abbildung 15](#) dargestellten Vergleichswerte:

Abbildung 15: Energieeffizienz alternativer Antriebe

BEV	73 %
Brennstoffzelle mit H <sub>2</sub>	22 %
Synthetischer Kraftstoff («power to fuel»)	13 %

Quelle: Lesch 2022

Unter allen heute bekannten und zur Verfügung stehenden Antriebsarten weist unstrittig der Elektromotor den höchsten Wirkungsgrad und die beste Energieeffizienz auf.

#### 4.2 TREIBHAUSGASEMISSIONEN BEI DER PRODUKTION

Vor allem die Herstellung der Lithium-Ionen-Batterie eines Elektrofahrzeugs ist sehr energieintensiv. Konservative Berechnungen gehen von einem Strombedarf von 100 Kilowattstunden je Kilowattstunde Speicherkapazität aus. Bei VW hält man bereits heute «bei hoher Produktionsauslastung und in einem eingeschwungenen Serienprozess» eine Absenkung des Verbrauchs auf 50 Kilowattstunden für machbar (Deutscher Bundestag 2020a). Vor dem Hintergrund des aktuell zur Verfügung stehenden Strom-

mixes ist das der Grund dafür, dass Elektroautos bei der Produktion einen höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß haben als vergleichbare Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Elektroautos rollen also mit einem größeren «Klimarucksack» vom Band.

#### Große Bandbreite bei Emissionsberechnung

Die in der Literatur angegebenen Emissionswerte weisen eine große Bandbreite auf und sind Gegenstand heftiger Kontroversen. Eine vom schwedischen Umweltforschungsinstitut IVL 2017 veröffentlichte Studie kam zu dem Ergebnis, dass bei der Batterieherstellung im Schnitt 150 bis 200 Kilogramm CO<sub>2</sub> je Kilowattstunde Ladekapazität freigesetzt werden (Romare/Dahllöf 2017). Zwei Jahre später veröffentlichte das IVL eine aktualisierte Neufassung der Studie (Emilsson/Dahllöf 2019), in der die Autor\*innen zu dem Schluss kamen, dass die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen je Kilowattstunde Batteriekapazität zwischen 61 und 106 Kilogramm lägen. Warum haben sich die durchschnitt-

lichen Emissionen innerhalb von nur zwei Jahren praktisch halbiert? Man könnte annehmen, dass es in der ersten Fassung grundlegende Berechnungsfehler gab oder es in der Zwischenzeit zu gravierenden Technologiesprüngen gekommen ist. Tatsächlich aber liegt der Grund für die substanzielle Verringerung darin, dass die Autor\*innen bei der Neuberechnung nicht 50 Prozent, sondern fast 100 Prozent CO<sub>2</sub>-frei erzeugten Strom zugrunde gelegt haben («was noch nicht üblich ist, aber wahrscheinlich in Zukunft so sein wird») (ebd.: 5).

Die Geschichte der schwedischen Studie und ihrer Überarbeitung macht deutlich, dass die Frage der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Batterieherstellung ein politisch heiß umkämpftes Feld ist. Es ist also auch bei vermeintlich harten Fakten Vorsicht geboten, auch wenn sie wissenschaftlich begründet werden. Zu viele unsichere Variablen spielen eine Rolle, unter denen die Forscher\*innen eine Auswahl treffen müssen – und diese Auswahl wird immer von

politischen Präferenzen oder politischem Druck beeinflusst. Abgesehen von der nicht immer einfach zu beantwortenden Frage der CO<sub>2</sub>-Bilanz des eingesetzten Stroms, denn auch bei der Herstellung der Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien fällt selbstverständlich CO<sub>2</sub> an, gibt es weitere methodische Schwierigkeiten bei der Berechnung. So stellt eine insgesamt sehr E-Auto-freundliche Studie der TU Eindhoven fest, dass die Emissionen «schwer zu ermitteln» sind, «da die Fabriken diese Daten als kommerziell sensibel ansehen» (Hoekstra/Steinbuch 2020). Die Studie geht ihrerseits von 40 bis 100 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kilowattstunde aus und gibt als realistischen Mittelwert 75 Kilogramm pro Kilowattstunde an. James Frith vom Thinktank BloombergNEF kommt 2019 auf 20 bis 80 Kilogramm pro Kilowattstunde (ebd.: 9). Die hier genannten Beispiele bilden angesichts der ständig wachsenden Anzahl neuer Untersuchungen sicher nicht die komplette Bandbreite der Emissionsschätzungen ab. Eine Studie des International Council on Clean Transportation von 2018 stellt nüchtern fest: «Die jüngsten Schätzungen der Emissionen bei der Batterieherstellung schwanken jedoch um den Faktor 10, was auf die Notwendigkeit zusätzlicher Forschung in diesem Bereich hinweist.» (ICCT 2018: 11)

Auch wenn die anfallenden Treibhausgasemissionen bei der Batterieproduktion nicht exakt beziffert werden können, ist doch unstrittig, dass die Produktion von Elektrofahrzeugen, und zwar ausschließlich wegen der Batterieherstellung, auf absehbare Zeit deutlich mehr Emissionen freisetzen wird als die Herstellung vergleichbarer Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor.

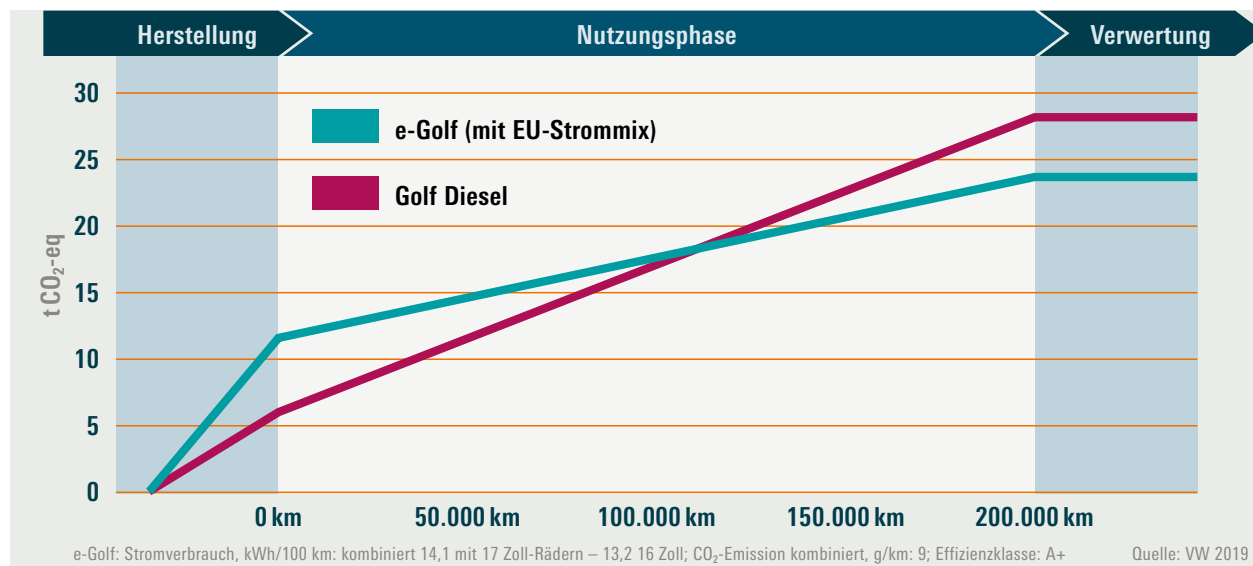
«**Die Herstellung von E-Pkw ist im Vergleich zu konventionellen Pkw aufgrund der Produktionsprozesse für die Batterie deutlich energieintensiver. Je nach Energiequelle, Energieeffizienz der Produktion und der Batteriegröße fallen zwischen 70 und 130 Prozent höhere Treibhausgasemissionen an als bei der Herstellung von Benzin- oder Dieselfahrzeugen.**»

So heißt es in einer Veröffentlichung des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI Karlsruhe von 2020 (Fraunhofer ISI 2020: 10 f.).

#### 4.3 TREIBHAUSGASEMISSIONEN BEI DER NUTZUNG

Kann der größere «Klimarucksack», mit dem ein Elektrofahrzeug vom Band rollt, durch geringere Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) während der Nutzung abgetragen werden? Die Frage war lange strittig, wird in der wissenschaftlichen Literatur inzwischen aber überwiegend mit «Ja» beantwortet. Nicht ganz klar, weil von zahlreichen schwer bestimmbar Variablen abhängig, ist, nach wie vielen Kilometern Laufleistung dieser «break even» erreicht wird. Hier kommen verschiedene Studien bis heute zu sehr weit auseinanderliegenden Ergebnissen. Während die Eindhovener Studie (Hoekstra/Steinbuch 2020) davon ausgeht, dass dieser Punkt bei gängigen Pkw-Typen bereits nach 30.000 Kilometern oder weniger erreicht ist, hält eine Studie des ADAC

Abbildung 16: Klimabilanz von e-Golf und Golf Diesel



50.000 bis 100.000 Kilometer für realistischer (Rudschies 2020). Volkswagen kommt in einer Untersuchung von 2019 zu dem Schluss, dass der VW e-Golf bei einer Laufleistung von 125.000 Kilometern eine günstigere CO<sub>2</sub>-Bilanz erreicht als ein vergleichbarer Golf Diesel – den aktuellen EU-Strommix zugrunde gelegt (VW 2019) (siehe [Abbildung 16](#)).

Leßmann und Steinkraus (2019) entwerfen anhand verschiedener variabler Parameter (Strommix, Fahrzeuggröße, Lebensdauer usw.) drei verschiedene Szenarien, bei denen die Klimaneutralität in einem optimistischen Szenario nach 29.000 Kilometern, in einem Basisszenario nach 50.000 Kilometern und in einem pessimistischen Szenario nach rund 140.000 Kilometern erreicht wird. Wie (Köncke 2022: 164) plausibel schlussfolgert, zeigt die Bandbreite, «dass im Grunde jede Aussage durch eine entsprechende Wahl der Parameter belegt werden kann». Einige ältere Studien kommen sogar zu dem Ergebnis, dass der THG-Vorteil von Elektroautos nur marginal ausfällt oder sich über den Lebenszyklus hinweg womöglich gar kein Vorteil ergeben könnte (Ensslen et al. 2017; Buchal et al. 2019; Teufel et al. 2019). Allerdings werden diese pessimistischen Einschätzungen in den letzten Jahren immer seltener. Immer mehr Untersuchungen gehen von einem deutlichen Klimavorteil von vollelektrischen Fahrzeugen aus, wenn man einen durchschnittlichen Lebenszyklus zugrunde legt – selbst angesichts des heutigen Strommixes (siehe [Abbildung 17](#)). Eine weitere Erhöhung des Anteils nichtfossiler Energiequellen würde diese Bilanz in Zukunft weiter verbessern.

#### Massiv erhöhter Stromverbrauch

Insgesamt wird eine massenhafte Verbreitung von Elektroautos zu einem deutlich erhöhten Strombedarf führen. Auf eine Million BEVs werden in der Literatur Zahlen zwischen zwei und drei Terrawattstunden im

Jahr genannt (Witsch/Tyborski 2021; Lesch 2022). Wird in Deutschland bis 2030 die von der Bundesregierung angestrebte Zielgröße von 15 Millionen Elektroautos erreicht, würde dies einen Mehrbedarf von 45 Terrawattstunden bedeuten, was etwa acht bis zehn Prozent der heutigen Stromproduktion entspricht. Nach Einschätzung von Expert\*innen ist dies ambitioniert, aber technisch machbar. Zugleich kam im Zuge dieser Entwicklung eine Debatte über eine spätere Abschaltung der noch am Netz befindlichen Atomkraftwerke auf, noch vor dem russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine (Dudenhöffer 2021). Generell ist davon auszugehen, dass Elektromobilität weltweit zu einem Treiber für den Ausbau von Atomkraftnutzung wird. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung wächst zwar, liegt aber in den wichtigsten Produktionsländern immer noch weit unter den 50 Prozent, die die schwedische Studie von 2017 als Basis angenommen hatte.

#### 4.4 ÖKOLOGISCHE UND SOZIALE PROBLEME DURCH DEN STEIGENDEN RESSOURCENBEDARF

Elektroautos können zu einer Verringerung des Verbrauchs an fossilen Energieträgern beitragen – ob und in welchem Maß, ist von verschiedenen Parametern abhängig, vor allem vom verwendeten Strommix. So geht etwa eine Studie des Öko-Instituts Freiburg davon aus, dass der jährliche Rohölbedarf für Pkw in Deutschland bis 2035 um 56 Prozent gegenüber 2020 sinkt, wenn bis dahin der Anteil der elektrischen Pkw an den inländischen Neuzulassungen auf 100 Prozent gestiegen ist (Dolega et al. 2021: 11). Die IEA hält durch den Ausbau der globalen Elektroautoflotte bis 2030 einen Rückgang des täglichen weltweiten Diesel- und

Abbildung 17: Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion im internationalen Vergleich (2020)

EU	39 %
China	28 %
Indien	23 %
USA	20 %
Russland	20 %
Japan	20 %

Quelle: Enerdata 2022



**Abbildung 18: Prognostizierter Rückgang der Nachfrage nach Diesel und Benzin durch E-Mobilität – optimistisches Szenario**

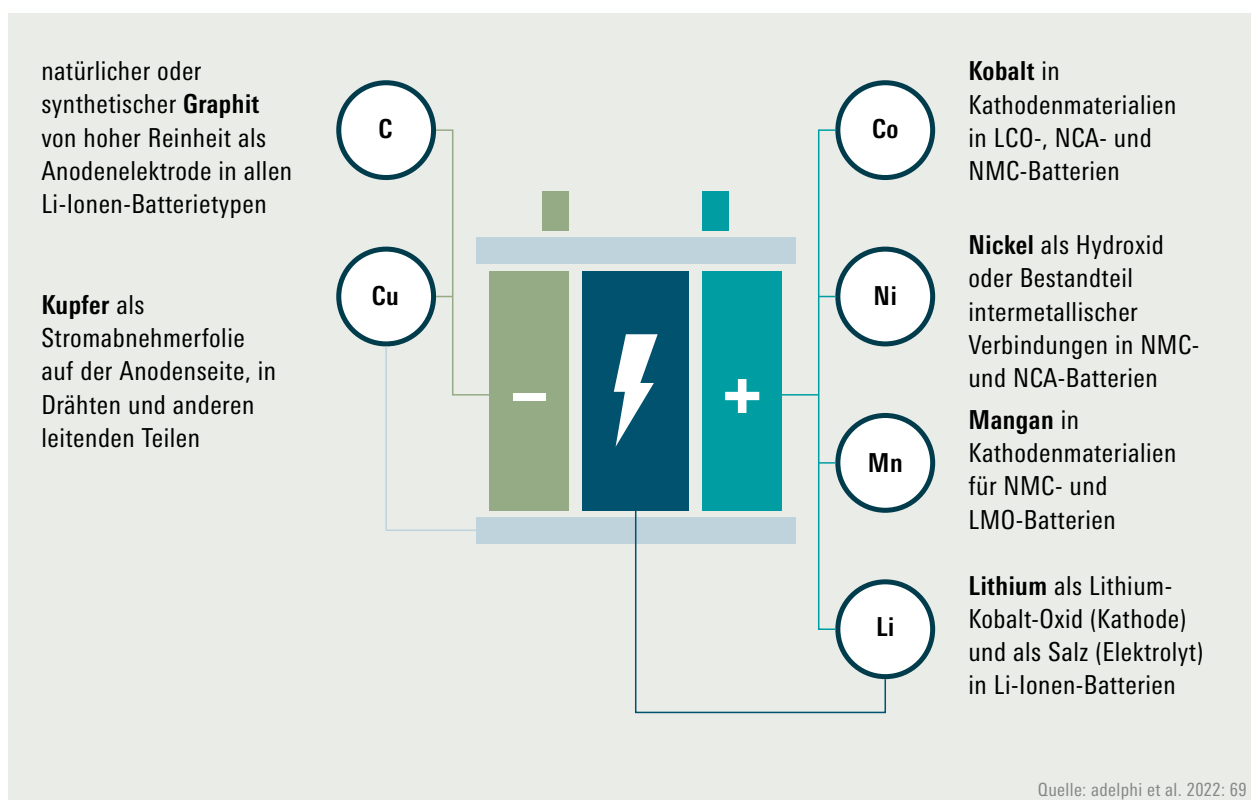
2021	2030	2040
53,9 mb/d	49,7 mb/d	39,4 mb/d
100 %	92,2 %	73,1 %
globaler Tagesverbrauch in Millionen Barrel (mb/d)		
<small>Quelle: eigene Berechnung; IEA 2020; IEA 2021c; BloombergNEF 2019</small>		

Benzinverbrauchs zwischen 2,5 und 4,2 Millionen Barrel am Tag für möglich (IEA 2020). Der Thinktank BloombergNEF hält auf der Basis der IEA-Daten bis 2040 eine Einsparung von 14,5 Millionen Barrel am Tag für möglich. Dies entspräche einer Reduktion von rund 27 Prozent (BloombergNEF 2019). Zum Vergleich: Der aktuelle globale Tagesverbrauch liegt bei 53,9 Millionen Barrel (IEA 2021c). **Abbildung 18** zeigt das Einsparpotenzial bei fossilen Kraftstoffen auf Grundlage dieser Prognosen.

Dem Einsparpotenzial bei fossilen Kraftstoffen durch die günstige THG-Bilanz und den hohen ener-

getischen Wirkungsgrad von Elektroautos steht allerdings ein höherer Ressourcenbedarf insbesondere an mineralischen Rohstoffen gegenüber. Für die Herstellung verschiedener heute und in absehbarer Zukunft üblicher Batterietypen werden unter anderem die Rohstoffe Kobalt, Aluminium, Eisen, Kupfer, Mangan, Lithium, Nickel, Titan, Silizium und Graphit genutzt (adelphi et al. 2022) (**siehe Abbildung 19**). Als Faustregel kann dabei gelten, dass ein Elektroauto etwa sechsmal so viel metallische/mineralische Rohstoffe benötigt wie ein vergleichbares Fahrzeug mit Verbrennungsmotor (IEA 2022a; IEA 2021b).

**Abbildung 19: Einsatz ausgewählter Rohstoffe in Antriebsbatterien für E-Fahrzeuge**



Einer Studie des Öko-Instituts Freiburg zufolge steigt der weltweite Kobaltbedarf bis 2050 voraussichtlich auf 800.000 Tonnen pro Jahr. Der Lithiumverbrauch könnte im Jahr 2050 bei 1,1 Millionen Tonnen liegen (Dolega et al. 2021). Die IEA geht davon aus, dass ein Szenario auf Grundlage der Pariser Klimaziele in den nächsten zwei Jahrzehnten zu einer Nachfragesteigerung von 40 Prozent bei Kupfer, 60 bis 70 Prozent bei Nickel und fast 90 Prozent bei Lithium führen würde. Insgesamt könnte sich der Bedarf an mineralischen Rohstoffen bei einem nachhaltigen Energieszenario bis 2040 vervierfachen, wobei der bei Weitem größte Anteil der Nachfragesteigerung auf Elektrofahrzeuge, Batterien und den Netzausbau entfallen würde (IEA 2021b).

Die Reserven – darunter sind die mit heutigen technischen Möglichkeiten abbaubaren Lagerstätten zu verstehen – sowie die darüber hinausgehenden Ressourcen (bekannte Vorkommen insgesamt, einschließlich heute noch nicht abbaubarer) stoßen damit zwar kurz- und mittelfristig nicht an ihre Grenzen. Die globalen Lithiumreserven liegen nach Angaben des U.S. Geological Survey bei etwa 21 Millionen Tonnen, die von Kobalt bei etwa 7,1 Millionen Tonnen. Die bekannten Ressourcen sind deutlich höher – bei Lithium 86 Millionen Tonnen, bei Kobalt 25 Millionen Tonnen auf der Erde und noch einmal 120 Millionen Tonnen auf dem Ozeanboden (U.S. Geological Survey 2021). **Abbildung 20** stellt die Reserven und Ressourcen dreier ausgewählter strategischer Ausgangsrohstoffe für Elektrofahrzeuge ins Verhältnis zur aktuellen Fördermenge.

Allerdings gibt es eine erhebliche Diskrepanz zwischen Reserven und tatsächlichen Produktionskapazitäten. Eine Analyse der Schweizer Großbank UBS kommt zu dem Schluss, dass bei einer kompletten Umstellung des aktuellen globalen Fahrzeugbestands auf Elektroantrieb die **Weltproduktion von Kobalt um 1.928 Prozent, von Lithium um 2.898 Prozent und von Seltenen Erden um 655 Prozent** gesteigert werden müsste (Belkaïd 2020). Auch die deutsche Industrie und

ihr verbundene Thinktanks und Medien werden schon nervös: «Selbst wenn alle aktuell geplanten und im Bau befindlichen Projekte im Zeitplan umgesetzt werden und wir von einem mittleren Nachfragewachstum ausgehen, werden wir nicht genug Lithium haben, um die weltweite Nachfrage 2030 zu decken», zitiert das *Handelsblatt* aus einer aktuellen Studie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (Witsch et al. 2022).

Unabhängig von den Unwägbarkeiten solcher Szenarien und ihrer technischen Umsetzbarkeit bringt die rasant wachsende Nachfrage zweifelsohne eine Reihe kritischer ökologischer und sozialer Probleme mit sich. Bei der Lithiumgewinnung ist der enorme Wasserverbrauch ein gravierendes Umweltproblem, insbesondere weil ein Großteil der Förderung in den ohnehin wasserarmen Regionen des südamerikanischen Lithium-Dreiecks Chile-Bolivien-Argentinien erfolgt (siehe **Kapitel 5.5**). Ökologisch weniger kritisch ist der Untertageabbau in australischen Lithiumminen. Der steigende Bedarf wird allen Prognosen zufolge jedoch einen Run auf alle erschließbaren Ressourcen auslösen.

Ökologisch problematisch ist auch der Kobaltbergbau, der zur Versauerung von Trinkwasserressourcen führen kann. Ein Bericht der Vereinten Nationen nennt saures Grubenwasser als eines der gravierendsten Umweltprobleme weltweit (UNEP 2010). Kobalt wird hauptsächlich in der Demokratischen Republik Kongo abgebaut, wo die Sicherheitsstandards niedrig sind. Zudem werden an die 20 Prozent des kongolesischen Kobalts im unregulierten handwerklichen Kleinbergbau gefördert, was neben den ökologischen weitere soziale Probleme mit sich bringt – von Kinderarbeit bis zu völlig unzureichendem Arbeitsschutz (Mau 2019; adelphi et al. 2022).

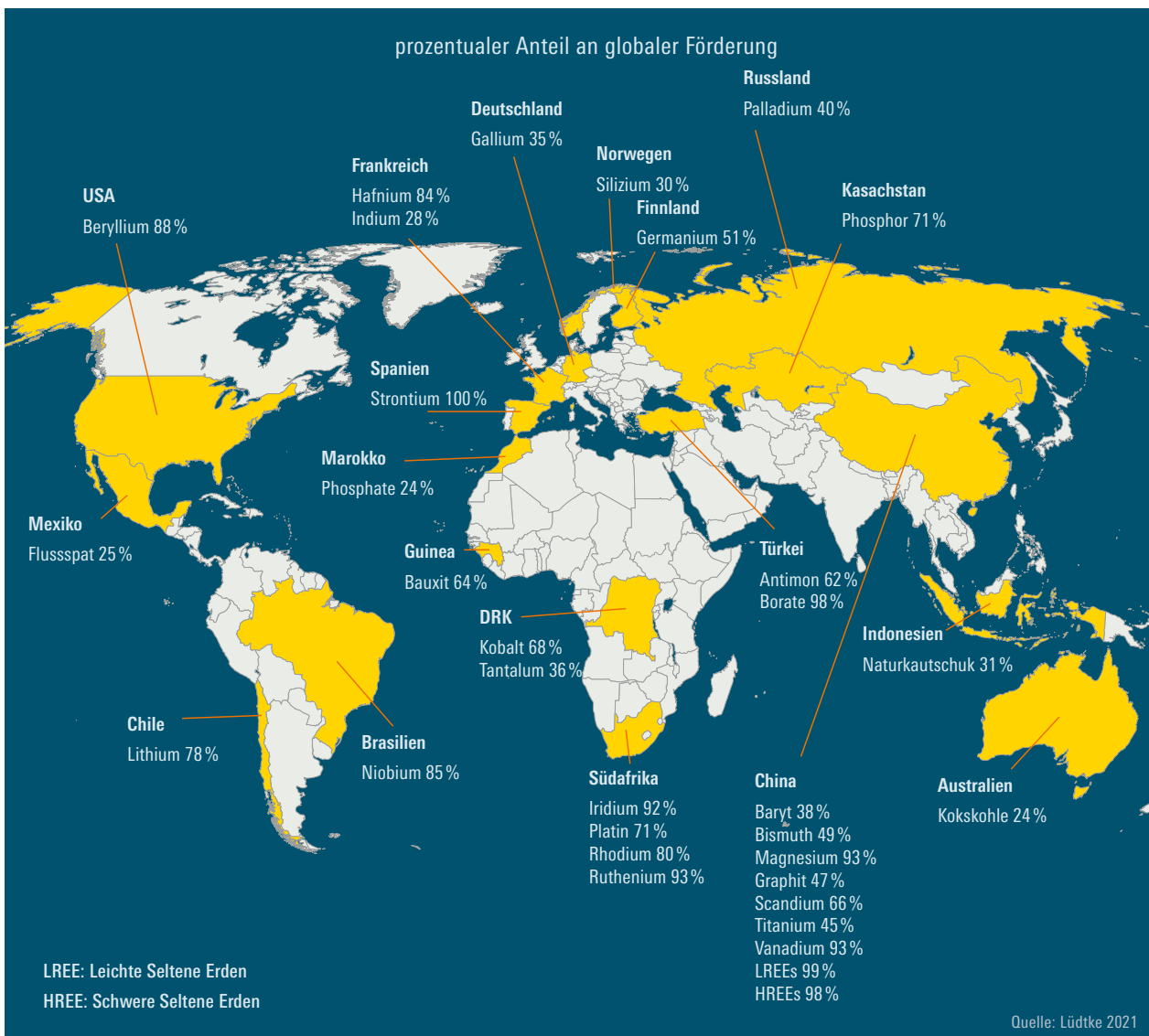
Mit dem Kobaltabbau können zudem hoher Flächenverbrauch, Schadstoffemissionen (vor allem von Schwermetallen) in Luft, Trinkwasser und Böden sowie die Freisetzung von radioaktivem Uran einhergehen. Bei der energieintensiven Kopaltraffination

**Abbildung 20: Weltfördermengen, Reserven und Ressourcen ausgewählter Rohstoffe (2020)**

Rohstoff	Weltfördermenge (in Millionen Tonnen)	Reserven (in Millionen Tonnen)	Ressourcen (in Millionen Tonnen)
Kobalt	0,14	7,1	25 (Festland) 120 (ozeanisch)
Graphit	1,1	320	800
Lithium	0,082	21	86

Quelle: U.S. Geological Survey 2021

Abbildung 21: Lagerstätten kritischer Rohstoffe für Elektromobilität



(rund 60 Prozent des globalen Kobaltaufkommens werden in China raffiniert) entstehen immer noch hohe Treibhausgasemissionen (adelphi et al. 2022).

Eine Analyse des schwedischen Friedensforschungsinstituts SIPRI kommt zu dem generellen Schluss, dass mit der Energiewende auch unerwünschte Effekte wie die Zunahme von Landkonflikten und (neokolonialer) Ausbeutung kritischer Rohstoffe, die Verschlechterung zwischenstaatlicher Beziehungen sowie die Verschärfung bestehender Konflikte (SIPRI 2020) einhergehen können. Als zusätzlicher Risikofaktor kommt dabei ins Spiel, dass die für die Elektromobilität wichtigen Rohstoffe noch um ein Vielfaches ungleichmäßiger über den Globus verteilt sind als die fossilen Energieträger Erdöl und -gas (siehe Abbildung 21). Soziale Auseinandersetzungen im Zusammenhang mit geplanten Lithiumbergbauprojekten gibt es inzwischen auch in euro-

päischen Ländern wie Spanien und Serbien (Rajković 2022; Reuters 2022b).

Beim absehbaren Ausbau der Batterieproduktionskapazitäten in europäischen Ländern mit hohem Kohlestromanteil wie etwa Polen (74 Prozent) müssen die damit verbundenen negativen Umweltauswirkungen bzw. -risiken (hohe Emissionen von Treibhausgasen und Schadstoffen, Flächenverbrauch bei der Kohleförderung, Absenkung des Grundwasserspiegels) berücksichtigt werden (adelphi et al. 2022).

Zudem zeichnet sich ab, dass sich mit der Verschärfung der Konkurrenz um die globalen Rohstoffe **geopolitische Konflikte um den Zugang zu den Ressourcen** verschärfen könnten. Exemplarisch dafür steht der von einigen Beobachter\*innen als «Lithium-Coup» bezeichnete Sturz des linksgerichteten bolivianischen Präsidenten Evo Morales 2019 (Business & Human Rights Resource Centre 2022). Zwar

ist unklar, welche Rolle externe Einmischung seinerzeit beim durch gewaltsame Proteste erzwungenen Rücktritt von Morales gespielt hat. Für internationales Aufsehen sorgte aber in jedem Fall Elon Musk, als er nach dem Umsturz twitterte: «We'll coup whoever we want!» (Telesur 2020) Dies mag man als überspannte Äußerung eines Exzentrikers abtun, das steigende Risiko geopolitischer Spannungen im Zusammenhang mit kritischen Technologiemetallen wird jedoch von niemandem mehr bestritten. Eine Ende 2021 veröffentlichte Analyse des European Council on Foreign Relations (ECFR) kommt zu dem Schluss, dass die Abkehr von der Nutzung fossiler Energieträger zu größeren Umbrüchen in der internationalen Politik und zu wachsender Rivalität zwischen den Großmächten USA und China, aber auch zu Spannungen im transatlantischen Verhältnis führen wird (Guix 2021).

### **Kann die Rohstoffsituation durch verstärktes Recycling entschärft werden?**

Am Ende des Batterielebenszyklus entstehen Umwelt Risiken vor allem dann, wenn Altbatterien nicht korrekt recycelt werden. Batteriematerialien sind teilweise toxisch, ätzend, wasser- und gesundheitsgefährdend sowie leicht entzündlich und brennbar, «insbesondere dann, wenn sie in nicht-ordnungsgemäßen Abfallströmen gelagert und entsorgt werden (z. B. Mülldeponien) und durchsickern, verbrennen oder anderweitig in die Umwelt gelangen» (adelphi et al. 2022: 81). Hochvoltbatterien sind bei unsachgemäßer Behandlung lebensgefährlich und bergen nach Einschätzung des Umweltbundesamts «enorme Brandrisiken z.B. bei Schiffstransport, auf Schrottplätzen in Afrika usw.» (Buchert et al. 2022). Beim Recycling von Lithium-Ionen-Batterien klafft heute aber noch eine riesige Lücke zwischen dem, was theoretisch möglich ist, und der tatsächlichen Praxis. «Aufgrund der noch relativ jungen Einsatzfelder für Lithium-Ionen-Batterien und ihrer langen Lebensdauer sowie des Second-Life-Potenzials sind Lithium-Ionen-Altbatterien bislang [...] nur zu einem sehr geringen Anteil im Rücklauf enthalten. Die Bundesregierung plant aktuell keine Einführung von Sammel- und Recyclingvorgaben für Lithium-Ionen-Batterien auf nationaler Ebene», heißt es in einer Antwort der Bundesregierung auf eine Anfrage der AfD (Deutscher Bundestag 2020b).

Daran wird sich auch durch die für Ende 2022/Anfang 2023 erwartete neue EU-Batterierichtlinie nichts ändern. Geregelt ist darin allerdings die Rücknahmepflicht auch für Antriebsbatterien durch die Hersteller. Aber was passiert, wenn am Ende des voraussichtlich langen und noch nicht wirklich absehbaren Lebenszyklus' eines solchen Akkus der Hersteller gar nicht mehr existiert? «Dann haben wir ein Problem», so Batterieexperte Falk Petrikowski vom Umweltbundesamt (Interview Petrikowski). Anders als bei Blei-Säure-Batterien, die am Ende ihrer Lebensdauer noch

werthaltig und relativ simpel zu recyceln sind, ist das Recycling von Lithium-Ionen-Akkus technisch sehr aufwendig und auf absehbare Zeit noch ein Minusgeschäft. Der Grund ist einfach: Lithium-Ionen-Akkus enthalten im Vergleich zu den bislang üblichen Batterietypen eine Vielzahl von Stoffen in Kleinstmengen. Bei der Rückgewinnung der Batterieinhaltsstoffe wirkt genau dieser Umstand erschwerend, da insbesondere die Anzahl der spezifischen Recyclingprozesse erhöht werden muss.

Ob die künftig notwendigen Recyclingkapazitäten mit dem Markt wachsen werden, ist zurzeit Gegenstand der Diskussion. Eine aktuelle Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung und des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) zeigt, dass das Volumen zu recycelnder Lithium-Ionen-Batterien und -komponenten in Europa 2030 etwa 150 bis 300 Kilotonnen und 2040 rund 600 bis 2.500 Kilotonnen pro Jahr betragen könnte. Aktuell liegen die europäischen Recyclingkapazitäten im niedrigen zweistelligen Kilotonnen-pro-Jahr-Bereich und müssten also massiv hochskaliert werden. Die dafür nötigen Investitionen schätzt die Studie auf etwa 6,6 Milliarden Euro bis 2040 (Neef et al. 2021: 2).

## **4.5 DER ELEFANT IM RAUM: ES BRAUCHT EIN ANDERES VERKEHRSSYSTEM**

Wenn der weltweite Pkw-Bestand linear im gleichen Tempo weiterwächst wie in den letzten zwei Jahrzehnten, gibt es im Jahr 2040 rund 2,35 Milliarden Pkw auf der Welt. Dies ergibt sich durch simple Extrapolation der in [Abbildung 22](#) veranschaulichten Daten des Umweltbundesamts.

Verschiedene Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen. So geht eine von Prognos im Auftrag von Shell erstellte Untersuchung davon aus, dass «die globale Pkw-Flotte allein bis 2050 auf fast 2,5 Milliarden Pkw» wächst (Shell Deutschland/Prognos 2014). Eine Untersuchung des IWF-Experten Marcos Chamon im Journal *Economic Policy* kam bereits 2008 zu dem Ergebnis, «dass die Zahl der Autos zwischen 2005 und 2050 um 2,3 Milliarden zunehmen wird, davon 1,9 Milliarden in den Schwellen- und Entwicklungsländern» (Chamon et al. 2008: 244). Das würde bedeuten, dass in zwei Jahrzehnten trotz eines rasanten «Markthochlaufs» für Elektroautos immer noch genauso viele Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor unterwegs sind wie heute. Bei aller Euphorie im Zusammenhang mit dem Elektroauto sollte nicht vergessen werden, dass in einem Großteil der Welt auf absehbare Zeit weder ein Verbot von Verbrennungsmotoren geplant ist noch auch nur im Ansatz eine Infrastruktur für die breitere Nutzung von Elektro-Pkw existiert ([siehe Abbildung 23](#)). Dabei handelt es sich auch um

Abbildung 22: Entwicklung des weltweiten Autobestands (1978–2021)

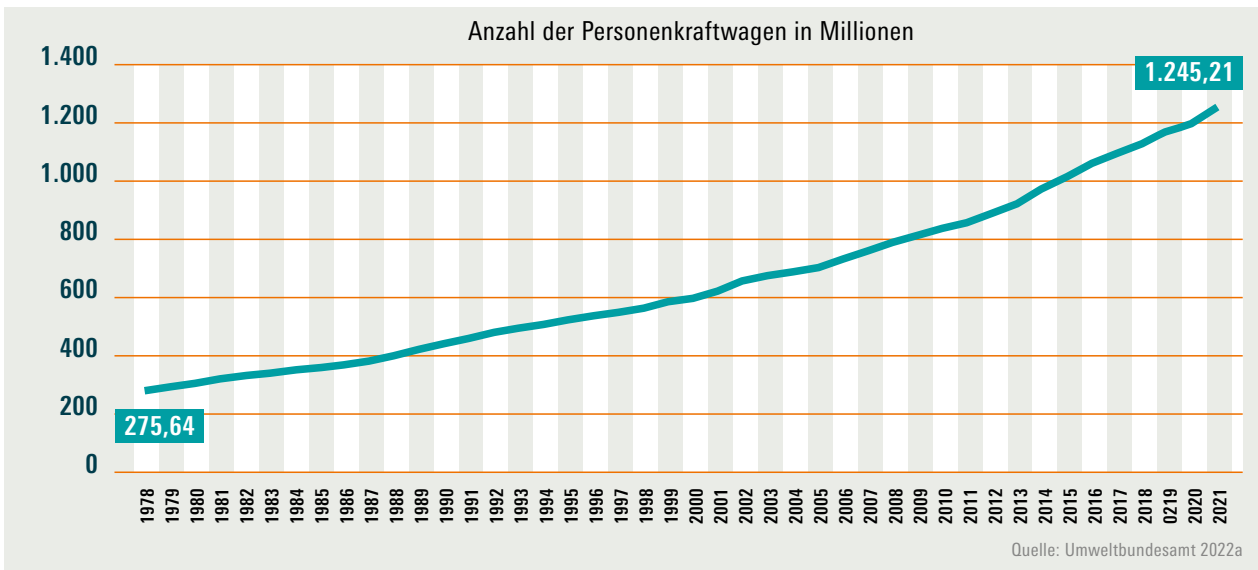
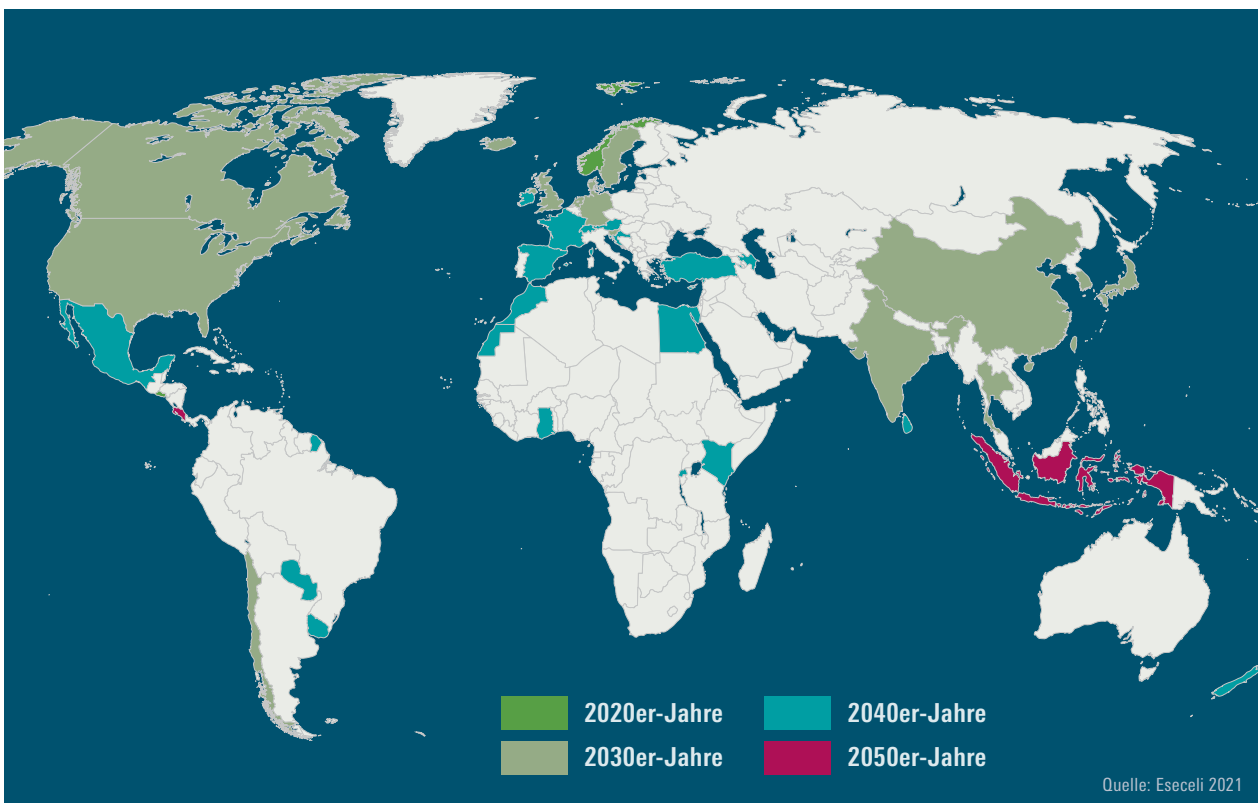


Abbildung 23: Staaten mit geplanten Neuzulassungsverboten für Benzin- und Dieselfahrzeuge

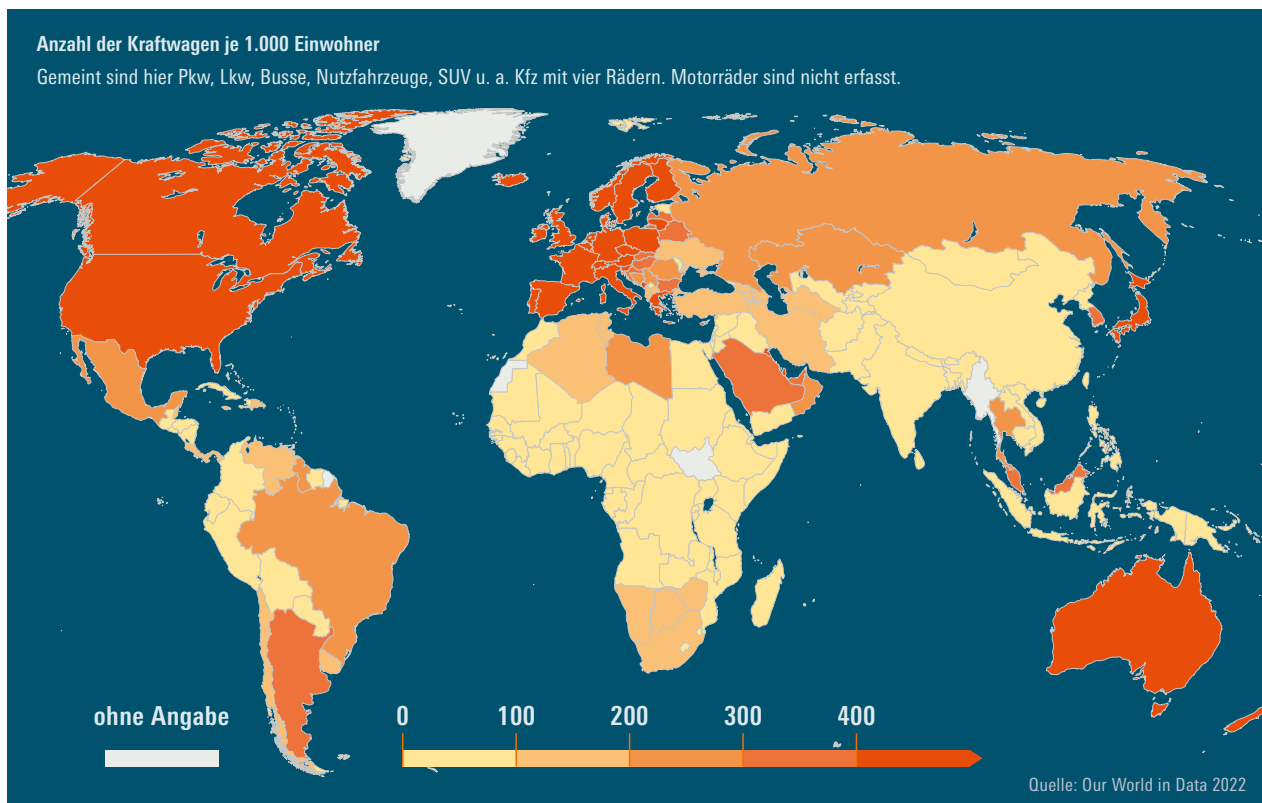


Weltregionen, in denen bereits jetzt eine hohe bzw. dynamisch wachsende Motorisierungsrate (Pkw-Dichte je 1000 Einwohner\*innen) vorherrscht (siehe [Abbildung 24 nächste Seite](#)).

Tatsächlich kann 2022 niemand exakt prognostizieren, wie viele Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor

in den kommenden Jahren und Jahrzehnten weltweit noch gebaut werden, geschweige denn, wie lange sie genutzt werden. Relativ detaillierten Einblick in die aktuellen Planungen der großen Hersteller gibt eine im November 2022 veröffentlichte Greenpeace-Studie. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass die Automobil-

Abbildung 24: Motorisierungsrate (2014)



konzerne bis 2040 aktuell noch 645 bis 778 Millionen Pkw und leichte Nutzfahrzeuge mit Diesel- oder Benzinmotor produzieren wollen. Die Menge sprengt den Berechnungen zufolge das 1,5-Grad-Ziel des Pariser Klimaschutzabkommens bei Weitem, allenfalls die Hälfte des geplanten Produktionsvolumens sieht die Studie noch als vertretbar an (Teske et al. 2022).

Mit anderen Worten: Selbst wenn die optimistischeren Szenarien in Bezug auf die **Markteroberung durch das E-Auto** eintreten, haben wir in 20 Jahren weltweit mehr oder weniger immer noch **die gleichen THG-Emissionen durch Verbrennungsmotoren** – die Emissionen aus der Produktion und dem Betrieb von einer Milliarde Elektroautos und der zusätzliche Ressourcenverbrauch kämen noch hinzu. Auch wenn die produktions- und betriebsbedingten Emissionen je Elektrofahrzeug aufgrund effizienterer Technologien und eines «grüneren» Strommixes tendenziell sinken dürften, ist es offensichtlich, dass das skizzierte Szenario nicht zu einer Reduzierung, sondern zu einer Ausweitung der THG-Emissionen des Pkw-Verkehrs führen würde.

Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs allein ist keine effektive klimapolitische Maßnahme, solange sie im Kontext einer Fortschreibung des autozentrierten Verkehrsmodells stattfindet. Die Vorteile des Elektroautos (hoher energetischer Wirkungsgrad, günstige THG-Lebenszyklusbilanz) können nur dann

ihre Wirksamkeit entfalten, wenn der Bestand an Pkw insgesamt reduziert wird und die Fahrzeuge über eine lange Lebensdauer genutzt werden und hohe Gesamtleistungen erzielen. Dies würde voraussetzen, dass es innerhalb weniger Jahre zu einer massenhaften Abkehr vom Modell des individuell-privaten Pkw hin zu einer viel stärkeren Sharing-Nutzung kommen müsste. Dies wäre nur denkbar, wenn öffentliche Verkehrssysteme massiv ausgebaut werden, auch in ländlichen und suburbanen Gebieten. Leitbild müsste ein integriertes Mobilitätssystem sein, in dem ein emissionsfreier Linienverkehr von Bussen und Bahnen das Rückgrat bildet und die Lücken in dünn besiedelten Gebieten über elektrische Rufbusse, Shuttles, Taxis und Carsharing-Flotten geschlossen werden, die als Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge begriffen werden. All das ist offensichtlich nicht das, was eine privatkapitalistische Automobilindustrie will und wollen kann (vgl. Wolf 2019).

Bislang scheitern jedoch praktisch alle entwickelten kapitalistischen Staaten des globalen Nordens mehr oder weniger bereits schon daran, diese Jahrhundertaufgabe auch nur halbwegs angemessen auf die Tagesordnung zu setzen. Um einen globalen Effekt zu haben, müsste ein derartiges Leitbild aber auch in den aufstrebenden Volkswirtschaften Brasiliens, Indiens oder Chinas als erstrebenswertes Ziel angesehen werden. Davon sind wir derzeit weit entfernt.



## 5 INDUSTRIE- UND VERKEHRSPOLITIK MASSNAHMEN UND REGIERUNGSPROGRAMME IM ÜBERBLICK

### 5.1 CHINA: VOM FAHRRADLAND ZUM WICHTIGSTEN ELEKTROAUTOMARKT DER WELT ODER: DIE MACHT DER ZAHL

#### 5.1.1 Region im Profil

1986 war China eine Fahrradrepublik. 63 Prozent der Bewohner\*innen von Peking gaben an, regelmäßig das Fahrrad zu benutzen; lediglich fünf Prozent fuhrten Auto. Im Jahr 2000 war das Fahrrad in Peking mit einem Nutzungsanteil von 40 Prozent immer noch fast doppelt so wichtig wie das Auto (Geinitz 2012). Doch die Zeiten ändern sich: Heute ist China mit seinen 1,4 Milliarden Einwohner\*innen und mit über 21 Millionen im Land produzierten und verkauften Pkw nicht nur der größte Automarkt der Welt (Statista 2022b, 2022c), sondern auch der globale Leitmarkt für Elektromobilität. Mit über drei Millionen vollelektrischen Pkw wurde 2021 nahezu jedes zweite weltweit verkaufte E-Auto in China abgesetzt (Sattler 2022a). Für 2022 wird damit gerechnet, dass der Elektro-Anteil an allen verkauften Pkw bei 23 Prozent liegen wird (Daum 2022). Allein in Shanghai – einer Metropole mit 25 Millionen Einwohner\*innen – stehen mit über 103.000 Elektroladestationen mehr als dreimal so viele Ladepunkte zur Verfügung wie in ganz Deutschland.

«*Die E-Mobilität entwickelt sich in China zehnmal schneller als irgendwo anders auf der Welt. Zudem hat China die Rohstoffe und die ganze Produktionsbasis für die Batterieproduktion*»,

sagt Boy Lühje, der am Institute for Public Policy an der South China University of Technology forscht, im Interview. Und für Hua Wang, Professor an der

Emylaon Business School und Co-Autor eines Buches über den chinesischen Autokonzern Geely, ist klar: «China strebt die globale Führung für smarte Autos an.» (Wang et al. 2022) Auch Jim Farley, Konzernchef von Ford, meint: «Das Gravitationszentrum unserer Branche bewegt sich nach China.» (Menzel 2022)

#### 5.1.2 Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität

Chinas Weg vom Fahrradland zum globalen Leitmarkt für Elektromobilität war lang. Ein wesentlicher Faktor waren sicherlich die Mitte der 2000er-Jahre begonnenen Anstrengungen in der Verkehrs- bzw. Umweltpolitik, das riesige Problem der schlechten Luftqualität in den chinesischen Großstädten in den Griff zu bekommen. Doch sie erklären die Entwicklung nur zum Teil. Grundlegend war die industriepolitische Entscheidung, früher als praktisch alle anderen Staaten weltweit die Elektromobilität und mit ihr zusammenhängende Wertschöpfungsbestandteile von der Produktion bis zu den Rohstoffen für die Batterien als Zukunftstechnologien zu definieren und massiv staatlich zu fördern. Elektromobilität diente als Chance, die technologischen Rückstände gegenüber den großen internationalen OEMs zu kompensieren und eine führende Rolle auf dem globalen Automobilmarkt einzunehmen (Köncke 2022; Zenglein et al. 2019).

#### Mit E-Autos gegen Smogglocken

Mit Autos vollgestopfte Straßen, dahinter Hochhäuser, die durch Smogglocken bis zur Unkenntlichkeit verdeckt sind. Solche Bilder waren jahrelang typisch für chinesische Millionenmetropolen. Der Anteil des ständig wachsenden Autoverkehrs an der miserablen Luftqualität liegt Schätzungen zufolge bei etwa 20 bis 30 Prozent (Ostmann 2016). Um das Problem halbwegs in den Griff zu bekommen, hat die Partei- und Staatsführung während der letzten 15 Jahre etliche milliar-

denschwere Programme gegen Luftverschmutzung aufgelegt. Zu den ergriffenen Maßnahmen gehörten neben zahlreichen Schließungen besonders umweltschädigender Fabriken auch rigide Fahr- und Zulassungsbeschränkungen (Levin 2015). Mit der Smogvermeidungsstrategie ging die aktive Subventionierung und Förderung der Elektromobilität einher: Die Maßnahmen reichten von der kostenlosen Bereitstellung von Nummernschildern beim Kauf von Elektroautos – in Ballungsgebieten müssen Pkw-Besitzer\*innen mit Verbrennungsmotor häufig jahrelang auf eine Zulassung warten – bis zu großzügigen Subventionen für den Erwerb von Fahrzeugen mit Elektroantrieb. Schließlich sind alle Autobauer und alle Importeure verpflichtet, bestimmte E-Quoten bei Verkauf und Produktion einzuhalten (Wolf 2019).

### Aktive Industriepolitik

Dies ist allerdings nur die Mikroperspektive. Expert\*innen wie Boy Lüthje oder Hua Wang führen den Boom der chinesischen Elektroautomobile vor allem auf eine grundlegende Strategieänderung in der chinesischen Industriepolitik der frühen 2010er-Jahre zurück. Dies zeigt etwa ein Blick auf den 13. Fünfjahresplan (2016–2020) und die darin postulierte Abkehr vom exportorientierten hin zu einem innovationsgetriebenen, nachhaltigen und stärker binnenmarktorientierten Wirtschaftswachstum (Schüller 2021). Konkret auf die Entwicklung der Automobilindustrie zielt etwa der Aktionsplan «Made in China 2025» («MIC 2025»). Bei dem Programm, das vom deutschen Industrie-4.0-Programm inspiriert sein soll (CSIS 2015), handelt es sich um das weltweit wohl ehrgeizigste und umfassendste Projekt zur Entwicklung intelligenter Fertigung. Neben Zielen wie der «Robotisierung» und Fabrikautomatisierung setzt «MIC 2025» auf die Entwicklung industrieller Stärke in den als strategisch wichtig eingeschätzten Bereichen wie den elektrischen Antriebstechnologien, den dazu notwendigen Rohstoffen und deren industrielle Verarbeitung sowie der Integration des E-Autos in eine digitalisierte Infrastruktur (Schüller 2021; Zenglein/Holzmann 2019). Hinzu kommen Maßnahmen wie das oben erwähnte Quotensystem, dem zufolge alle Unternehmen, die in China Autos verkaufen oder produzieren wollen, festgelegte Anteile von reinen E-Motoren oder Plug-in-Hybridantrieben einhalten müssen. 2020 stieg die Quote von zehn auf zwölf Prozent (Lüthje 2019b). Ausgangspunkt für diese neue Industriepolitik ist eine veränderte Schwerpunktsetzung in der staatlichen Förderung. Um den technologischen Rückstand zu Ländern wie den USA, Japan oder Deutschland aufzuholen, setzte China lange auf die großen staatseigenen Automobilproduzenten (State Owned Enterprises, SOE). Für den Zugang zum chinesischen Markt müssen die großen internationalen Autokonzerne mit den SOE kooperieren und in gemeinsamen Joint-

Venture-Fabriken produzieren (siehe Abbildung 25). Dieses System hat sich in den vergangenen 20 Jahren zwar als überaus stabil und vor allem gewinnbringend für China erwiesen. Gleichwohl wurde ein entscheidendes Ziel verfehlt:

«**Die chinesischen Autokonzerne haben ihr Geld mit dem Verkauf von Autos anderer Hersteller verdient. Zu einer erfolgreichen Marke haben sie sich allerdings aufgrund des Mangels an Produktinnovation nicht entwickeln können.**»

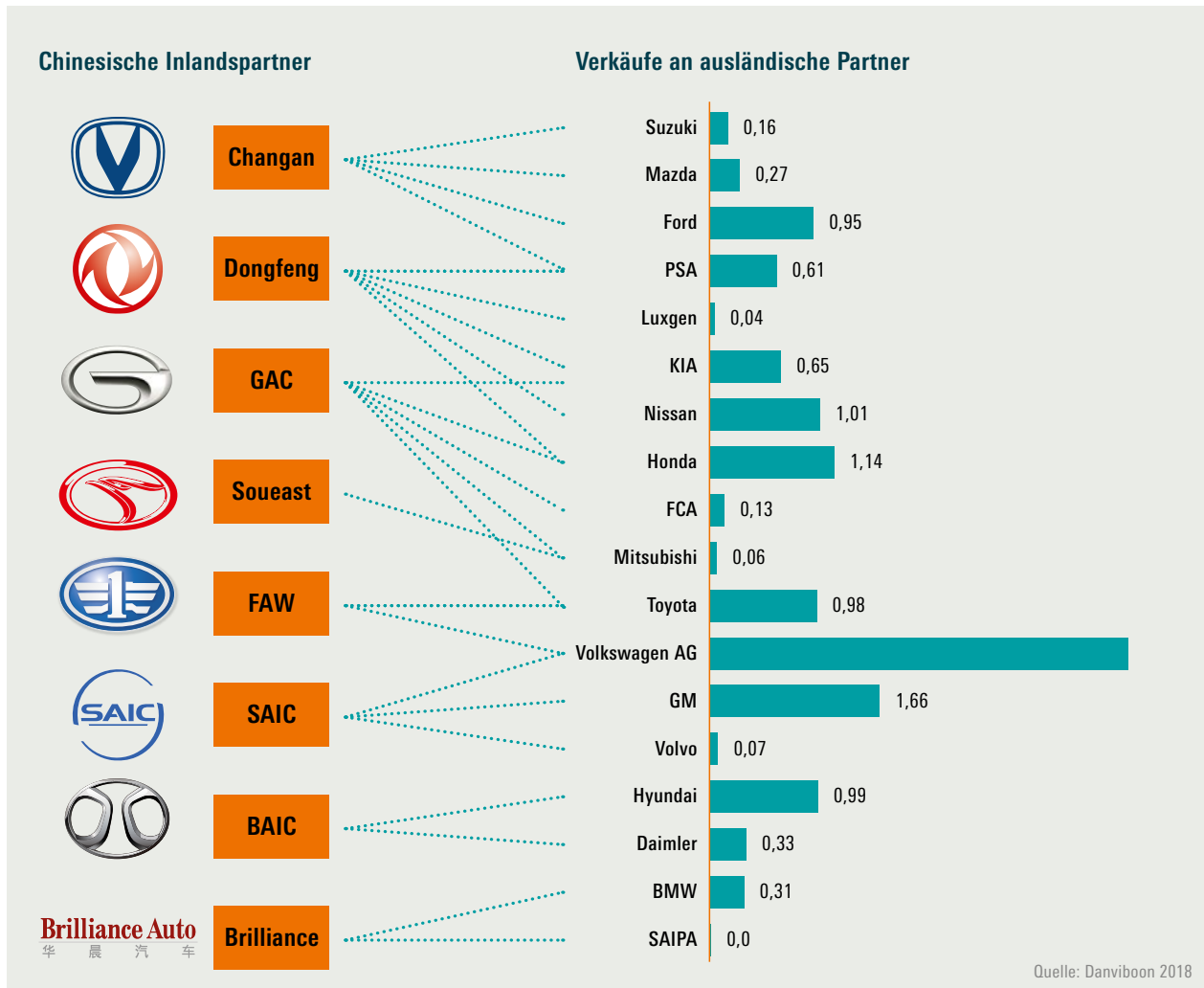
(Interview Lüthje)

Nun wurde eine industriepolitische Kehrtwende vollzogen. Nicht mehr den SOEs kommt die Rolle der Produktinnovatoren zu, sondern den privaten oder in gemischter Eigentümerschaft befindlichen Unternehmen (Lüthje 2019a). Die Folgen dieser Politik zeigen sich insbesondere im Bereich der NEV, in dem sich viele Unternehmen aus dem Privatsektor, die bis vor wenigen Jahren noch nicht existierten, erfolgreich positioniert haben. Dazu gehören Mischkonzerne wie BYD oder Geely ebenso wie eine Reihe von Start-ups wie Nio, Li Auto oder Xiaopeng. Diese werden vielfach durch chinesische Tech-Riesen oder Risikokapital finanziert und orientieren sich vor allem auf das Premiumsegment, das hohe Renditen verspricht. Aber auch andere Akteure drängen, angezogen von den hohen Renditen, auf den Markt: So etwa das als Auftragshersteller für Elektronikfirmen wie Dell oder Apple bekannt gewordene Unternehmen Foxconn: Es hat sich binnen weniger Jahre zu einem «key player» (Lüthje) in der chinesischen Automobilindustrie gemausert und stellte jüngst seine eigens entwickelte Elektroautoplattform vor. Zudem unterhält Foxconn zahlreiche Kooperationen mit chinesischen OEMs und entwickelt für Stellantis smarte Cockpit-Lösungen (Pertschy 2021).

Lüthje spricht von einem «signifikanten Wechsel im Machtgefüge der chinesischen Automobilindustrie» (Interview Lüthje). Dadurch sind viele internationale Automobilkonzerne, für die der chinesische Markt in den vergangenen Jahren massiv an Bedeutung gewonnen hat, verstärkt unter Druck geraten. Der chinesische Marktführer VW etwa kam in den vergangenen Jahren auf einen Marktanteil von 14 bis 15 Prozent. Im Segment der NEV gehören die Wolfsburger trotz der Markteinführung mehrerer Modelle der VW-Elektroreihe ID nicht zu den Top-10 (Heide 2022). Wie das Fachportal Automobil Industrie berichtete, verkaufte das chinesische Start-up Nio im März 2022 mehr E-Autos in China als Audi, BMW und Mercedes-Benz zusammen (Borg 2022a).



Abbildung 25: Joint-Venture-Verbindungen zwischen chinesischen und internationalen Automobilproduzenten und ihr Automobilabsatz in Millionen Stück (2016)



### 5.1.3 Gewerkschaften und andere soziale Akteure

Gewerkschaften in China sind definitiv keine freien Gewerkschaften im westlichen Sinne. Dennoch wäre es mit Sicherheit zu undifferenziert, wenn man sie zu 100 Prozent als «Transmissionsriemen» der Partei- und Staatsführung begreifen würde. Angesichts der rasant wachsenden Klasse der Arbeiter\*innen in China liegt die strategische Notwendigkeit für die internationale Gewerkschaftsbewegung auf der Hand, sich mit den Kämpfen und Organisationen im Reich der Mitte intensiver zu beschäftigen. Bislang existieren hier allerdings vor allem Fragezeichen. «Für uns ist China eine Black Box», heißt es bei IndustriALL Global Union. Kooperationen oder auch nur ein Informationsaustausch mit den staatlichen chinesischen Gewerkschaften finden praktisch nicht statt. Lühje verweist darauf, dass gerade im wachsenden NEV-Sektor die ohnehin schon schwachen Gewerkschaften noch

weiter in die Defensive geraten. Zum einen kämen beispielsweise bei dem Aktionsplan «MIC 2025», anders als bei ähnlichen industriepolitischen Initiativen üblich, Sozial-, Arbeits-, Stadt- und Umweltpolitik gar nicht vor:

« Am auffälligsten ist, dass das Ministerium für Arbeit und soziale Sicherheit, das Bildungsministerium, die Allchinesische Föderation von Gewerkschaften und andere Massenorganisationen sowie die mit ihnen verbundenen Experten bei der Ausarbeitung und Durchführung des Programms meist abwesend sind.» (Lühje 2019b)

Zum anderen spielen die staatlichen Gewerkschaften in den Fabriken der neuen Player im Unterschied zu denen der SOE kaum eine Rolle. Und auch

bei den gewerkschaftlich organisierten Join Ventures kommt es im Zuge der Umstellung auf die Produktion von Elektroautos zu Konflikten. Dies zeigt der Fall des Volkswagen-Joint-Ventures FAW-Volkswagen in Changchun. Die dortigen Umstellungen führten 2017 zu einem massiven Arbeitskonflikt mit Leiharbeiter\*innen, die den gleichen Lohn für ihre Arbeit forderten wie Festangestellte (Lüthje 2019a: 18): «Der erhöhte Druck auf die Stammebelegschaften wird möglicherweise dadurch verschärft, dass die meisten ausländischen Autohersteller neue Joint Ventures oder Kooperationsvereinbarungen mit kleineren chinesischen Autoherstellern zur Herstellung von NEV gegründet haben, wie beispielsweise das Joint Venture zwischen Volkswagen und JAC.»

## 5.2 EUROPA: EU-KLIMAPOLITIK, DEUTSCHE AUTOMOBILINDUSTRIE, OSTEUPÄISCHE INTEGRIERTE PERIPHERIE

Im Zentrum der aktuellen Transformationsdynamik der europäischen Automobilindustrie stehen die deutschen transnationalen Hersteller VW, Daimler und BMW. Die Bedeutung der Automobilindustrie für Beschäftigung und industrielle Wertschöpfung ist – vielleicht mit Ausnahme von Japan (siehe Kapitel 5.4) – in keiner der großen kapitalistischen Volkswirtschaften – weder in Europa noch weltweit – so groß wie in Deutschland. Es verwundert daher nicht, dass die «doppelte Transformation» in Deutschland ein Feld aufgeregter Diskussionen ist.

Die deutsche Autoindustrie hatte versucht, den EU-Abgasnormen über die technologische Entwicklung des Dieselmotors gerecht zu werden, war dabei aber auf objektive Grenzen der Technologie gestoßen. Illegale Manipulationen an Motorsteuerung und Abgasreinigung ermöglichten es, die Vorgaben – allerdings nur auf dem Prüfstand – einzuhalten. Der 2015 durch eine Untersuchung der US-Umweltbehörde öffentlich gemachte «Dieselskandal» betraf vordergründig vor allem VW, im Verlauf stellte sich jedoch heraus, dass auch Daimler, BMW und andere Hersteller sowie Zulieferer involviert waren. Damit war die Dieselstrategie grandios gescheitert.

Die Verschärfung der europäischen Emissionsrichtlinien und die Aussicht auf steigende Absätze in China haben dazu geführt, dass die OEMs seit einigen Jahren ihren Kurs radikal geändert haben und nahezu vollständig auf BEVs als Königsweg setzen. Für die europäische Automobilindustrie geht es in diesem Kontext also darum, ihre Stellung als zweitwichtigste Produktionsregion weltweit zu halten und insbesondere auf dem strategischen Wachstumsmarkt China nicht an den Rand gedrängt zu werden. Die EU-Kommission hat, ganz in diesem Sinne, eine Reihe von

politischen Regularien und Förderstrategien beschlossen und umgesetzt, unter anderem zur Schaffung europäischer Batteriefabriken, um die derzeitige Abhängigkeit europäischer Hersteller von asiatischen Zulieferern zu reduzieren.

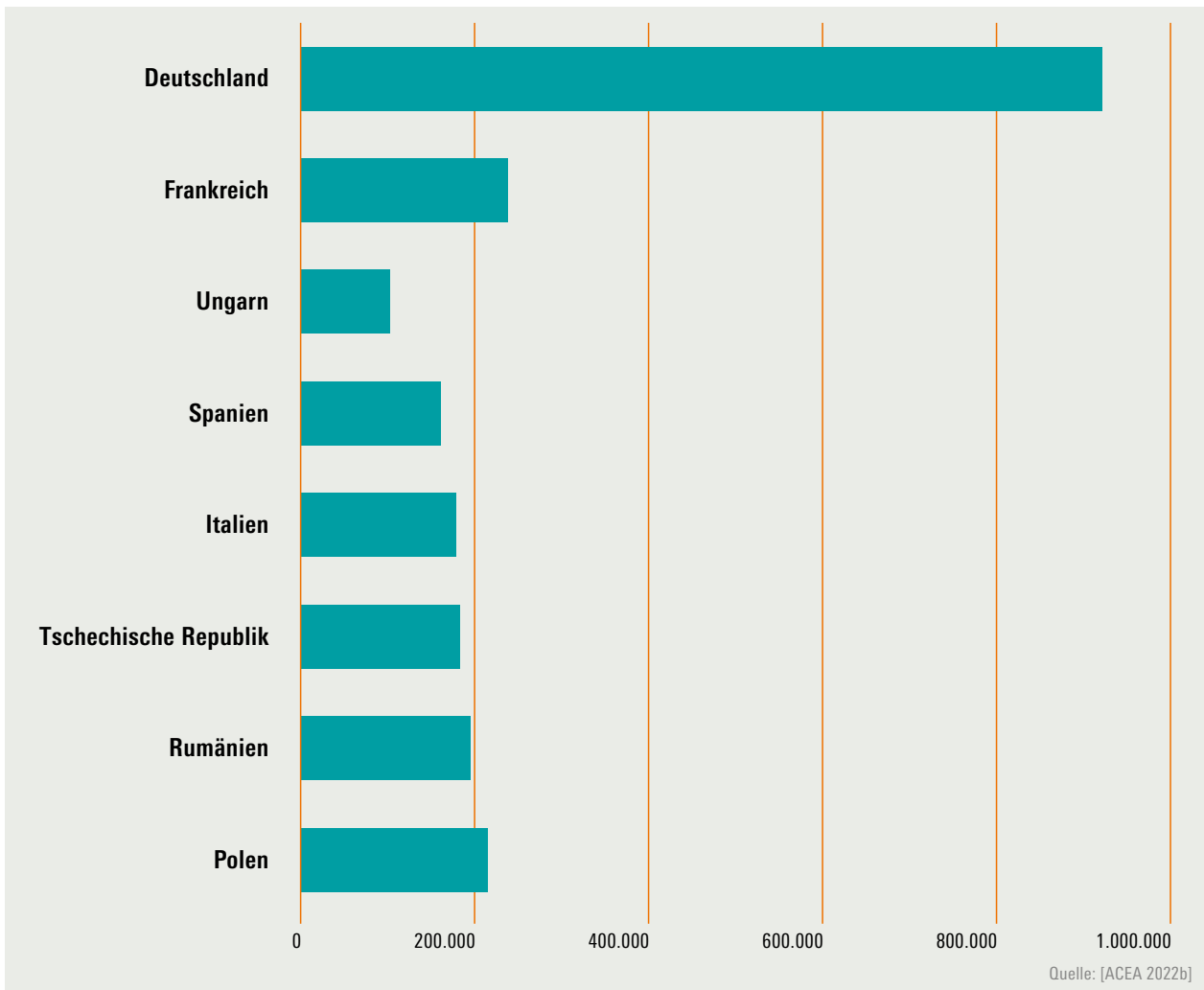
Gleichwohl bleiben die Herausforderungen bestehen: Da ist zum einen die ungeklärte Frage, ob die traditionellen OEMs überhaupt in der Lage sind, den technologischen Vorsprung von Tesla und den neuen chinesischen Herstellern aufzuholen. Zum anderen ist aus Sicht der Beschäftigten zentral, ob und in welcher Qualität Arbeitsplätze gesichert werden können. Denn neben den technologiebedingten Arbeitsplatzverlusten insbesondere im Bereich des Antriebsstrangs deutet vieles darauf hin, dass die Transformation den schon seit Jahrzehnten bestehenden Trend, Produktion und Beschäftigung nach Osteuropa zu verlagern, weiter forcieren wird, sodass er sich auf EU-Anrainerstaaten wie Serbien und die Ukraine ausweitet, soweit das im Falle der Ukraine nach dem russischen Angriff noch möglich ist.

### 5.2.1 Region im Profil

2019 wurden in der EU rund 15,8 Millionen Pkw produziert. Zusammen mit dem restlichen Europa ist die EU die zweitwichtigste Produktionsregion für Autos nach Asien. Rund 3,5 Millionen Beschäftigte arbeiten in der EU in der Automobil- und Zulieferindustrie. Insgesamt hängen nach Einschätzung der Branche insgesamt rund zwölf Millionen direkte und indirekte Arbeitsplätze an der automobilen Wertschöpfung (ACEA 2022a, 2022b). Der mit Abstand größte Player ist Deutschland. Das gilt sowohl für die Anzahl der produzierten Autos (Kords 2021a) als auch für die Anzahl der Beschäftigten (Montage und Zulieferer), die zurzeit bei rund 919.000 liegt – das ist mehr als dreimal so viel wie in Frankreich (238.600) (ACEA 2022a, 2022b) (siehe Abbildung 26). Je nach Methodik werden allerdings abweichende Beschäftigtenzahlen genannt. Laut Statistischem Bundesamt arbeiteten 2021 in der Branche 786.109 Beschäftigte, davon rund ein Drittel bei Zulieferern und externen Dienstleistern. Die Anzahl der unmittelbar von der Branche abhängigen Arbeitsplätze liegt in jedem Fall deutlich höher, nämlich etwa bei 1,6 bis 2,2 Millionen, wenn man vor- und nachgelagerte Wertschöpfungsbereiche berücksichtigt (Blöcker 2022: 7).

Mit einem weltweiten Umsatz von rund 440 Milliarden Euro und einem Anteil von rund fünf Prozent an der gesamten Bruttowertschöpfung ist die Automobilindustrie Deutschlands größte Industriebranche. Ihre Bedeutung für Wirtschaftskraft, Beschäftigung und Innovationsfähigkeit des Standorts Deutschland ist kaum zu überschätzen. Ihr Anteil an der industriellen Wertschöpfung liegt mit fast 20 Pro-

Abbildung 26: Automobilarbeitsplätze in verschiedenen EU-Ländern (2021)



zent «höher als in anderen Ländern mit bedeutsamer Automobilproduktion wie Südkorea, Japan, den USA oder Italien» (Köncke 2022: 124) und ist etwa viermal so hoch wie in Frankreich oder Italien.

Antje Blöcker hebt in einer aktuellen Grundlagenstudie vier Charakteristika der deutschen Automobilindustrie hervor:

(1) Ein **«Auseinanderdriften von In- und Auslandsproduktion»**, das sich mindestens seit zehn Jahren klar erkennen lässt (Blöcker 2022: 7). Mittlerweile werden an den ausländischen Standorten der deutschen OEMs mehr als doppelt so viele Fahrzeuge produziert (elf Millionen) wie im Inland (4,7 Millionen) (ebd.) (siehe Abbildung 27 nächste Seite).

(2) Eine **hierarchische und pyramidenförmige Struktur der Beziehungen zwischen OEMs und Zulieferern**: An der Spitze stehen die deutschen Endhersteller Audi, BMW, Daimler, Porsche und VW sowie der US-amerikanische Ford-Konzern und Opel als Tochter der Stellantis-Gruppe (PSA, Fiat Chrysler ab 2021). Mit ihnen eng verzahnt sind die wichtigsten Systemzulieferer der ersten Stufe («Tier-1») – gro-

ße Technologiespezialisten wie Bosch, Continental, ZF und Mahle. Unter ihnen stehen weitere Zulieferer der zweiten, dritten, vierten Stufe. Die Pyramide fußt auf industrienahen Dienstleistungen, einfachen Just-in-time-Montagen und Produzenten von Massenkomponenten und Teilen. In dieser insbesondere seit der Jahrtausendwende perfektionierten Struktur geben die OEMs den Ton an und können die Zulieferer bei Ausschreibungen über den Preis unter Druck setzen, den diese in der Regel an ihre Beschäftigten weitergeben. Je weiter «downstream» es dabei in der Pyramidenstruktur geht, desto stärker der Druck. So hat die über Jahre vorangetriebene Auslagerung auch von hoch spezialisierten Komponenten und Entwicklungsdienstleistungen zum Verlust von Innovationsfähigkeit bei den OEMs geführt. Die Rolle der «Innovationstreiber» kommt inzwischen den Zulieferern zu (Schwarz-Kocher/Stieler 2019: 48). Eine Rollenteilung, die unter den Vorzeichen der «doppelten Transformation» wieder neu ausgehandelt wird.

(3) Die stark ausgeprägte **Abhängigkeit deutscher Hersteller vom Premiumsegment** mit hochpreisi-

gen großen, schweren und technologieintensiven (Diesel-)Fahrzeugen, deren Absatz in hohem Maße von institutionellen Kunden abhängig ist. Blöcker hebt zu Recht hervor, dass sich hieraus eine Pfadabhängigkeit ergibt. «Der Verkauf von Dieselfahrzeugen ist seit vielen Jahren zu über 75 Prozent von institutionellen Käufern abhängig, Staat und viele Unternehmen mit ihren Dienstwagenparks sind zentrale Träger dieser Technologie gewesen.» (Blöcker 2022: 7) Allerdings ist der Dieselanteil an Neuzulassungen in den letzten Jahren stark zurückgegangen.

(4) Die **hohe räumliche Konzentration auf Automobilcluster** in den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg und Niedersachsen, in denen sich die Konzernzentralen von BMW, Audi, Daimler, Porsche und Volkswagen befinden, sowie Sachsen mit Werken von VW, Porsche, BMW, Daimler (bzw. deren Batterie-tochter Accumotive). Künftig dürfte darüber hinaus die Region Berlin-Brandenburg mit der Ansiedlung von Tesla in Grünheide bei Berlin sowie weiteren Batterieherstellern an Bedeutung gewinnen (Blöcker 2022).

Ein entscheidendes Charakteristikum der deutschen Automobilindustrie ist ihr globaler Charakter. Das oft bemühte Bild vom «Exportweltmeister Deutschland» führt dabei aber in die Irre. Denn der bei Weitem größte Teil deutscher Pkw wird nicht nur im Ausland verkauft – er wird auch dort produziert. Genauer: Wertschöpfung der deutschen Automobilhersteller findet seit etwa anderthalb Jahrzehnten überwiegend im Ausland statt, wobei der «Kipppunkt» möglicherweise die Krise von 2008/09 war (siehe [Abbildung 27](#)).

Neben dem unter dem Motto «local for local» vorangetriebenen Aufbau von Produktionsstätten in den USA und China ist die Region Mittel- und Osteuropa für die deutsche Autoindustrie wegen ihrer geografischen Nähe zu den Stammwerken von besonderer Bedeutung. Seit den 1990er-Jahren und verstärkt seit der Jahrtausendwende haben sich «best cost countries» wie Polen, Tschechien, Ungarn und Rumänien zu bedeutenden Produktionsstandorten westeuropäischer, vor allem deutscher Endhersteller und ihrer Zulieferer entwickelt und sind Teil transnationaler Produktionsnetzwerke geworden.

Abbildung 27: In- und Auslandsproduktion deutscher Hersteller (1990–2018)

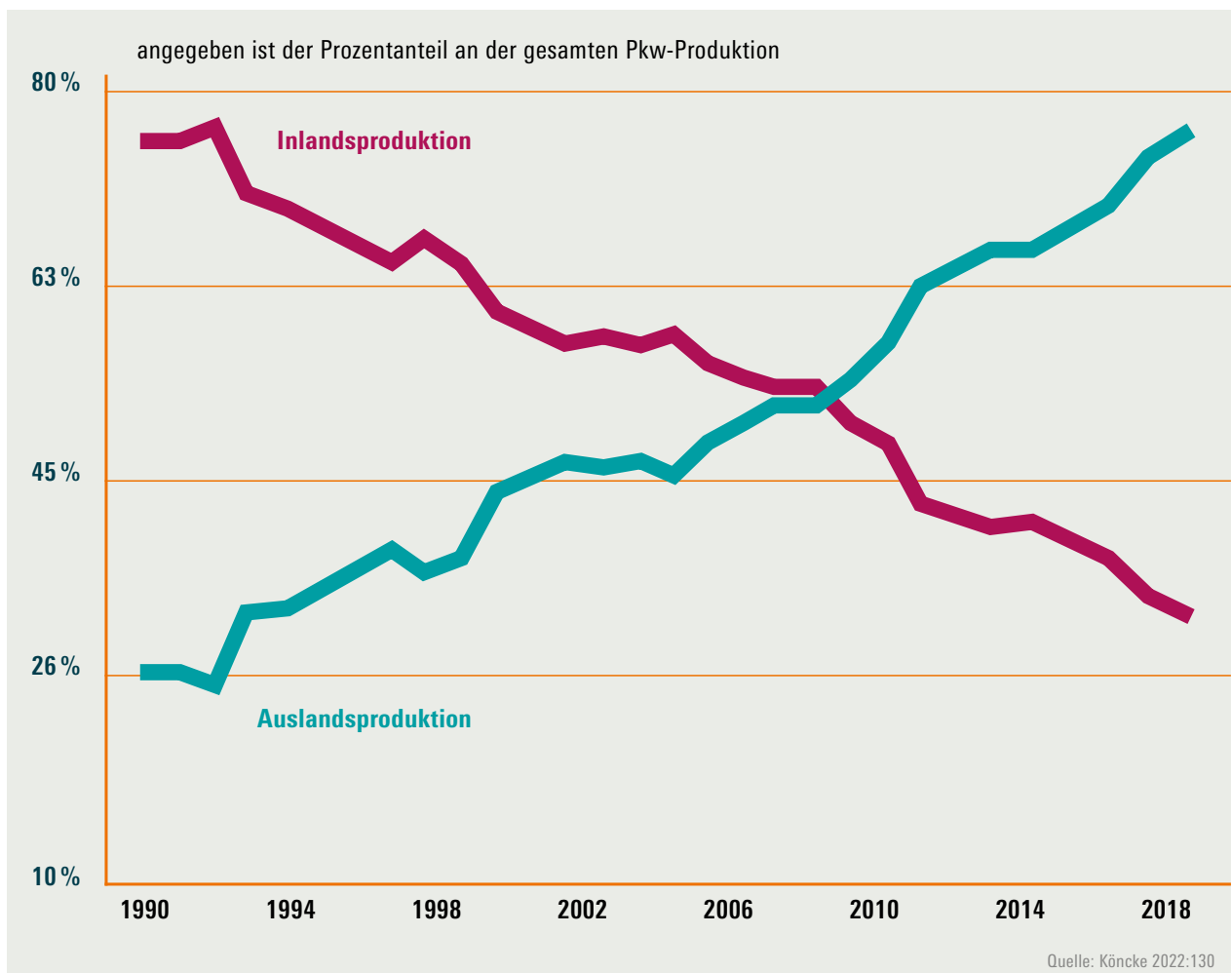
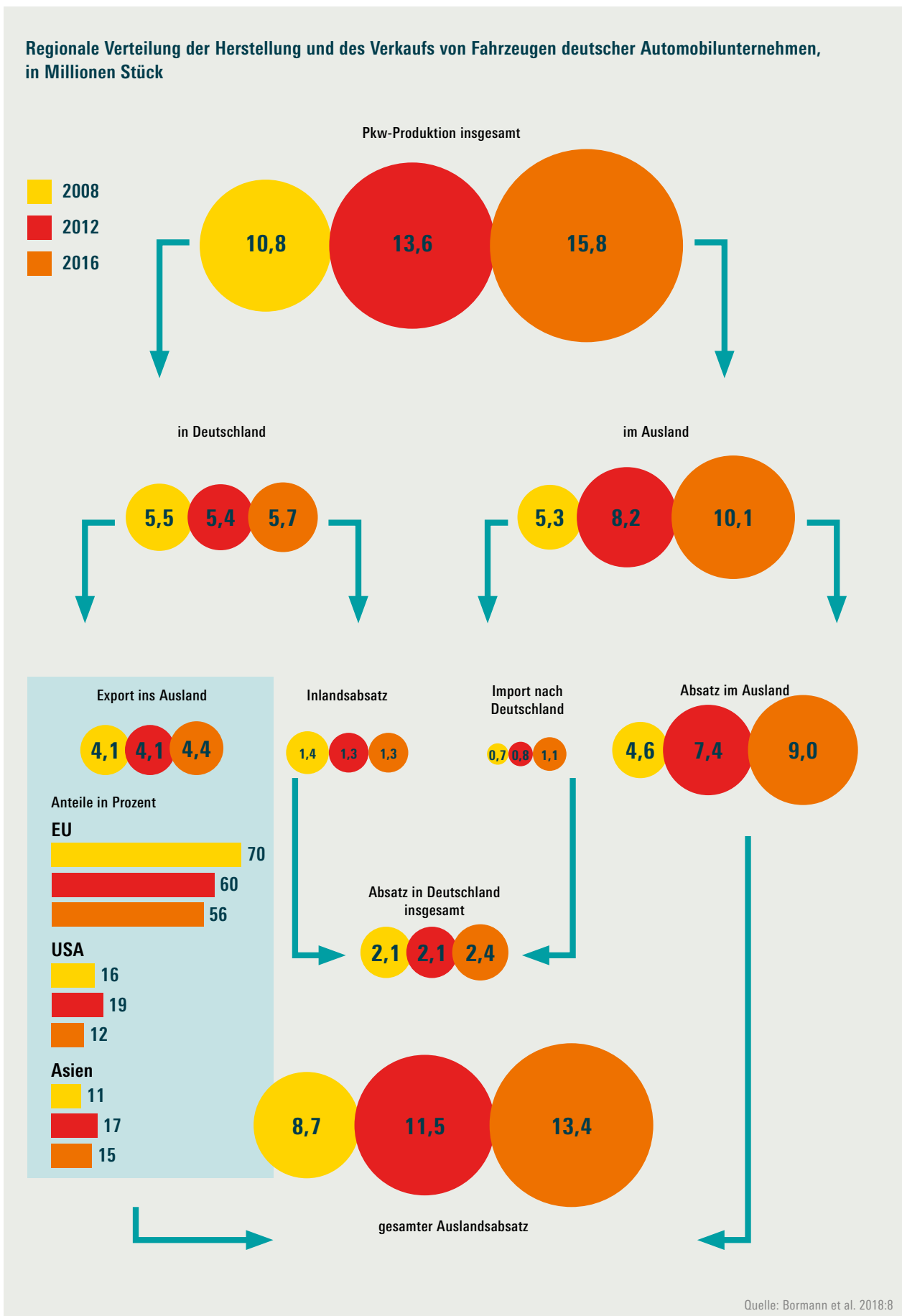


Abbildung 28: Auslandsabhängigkeit der deutschen Autoindustrie (2008, 2012 und 2016)

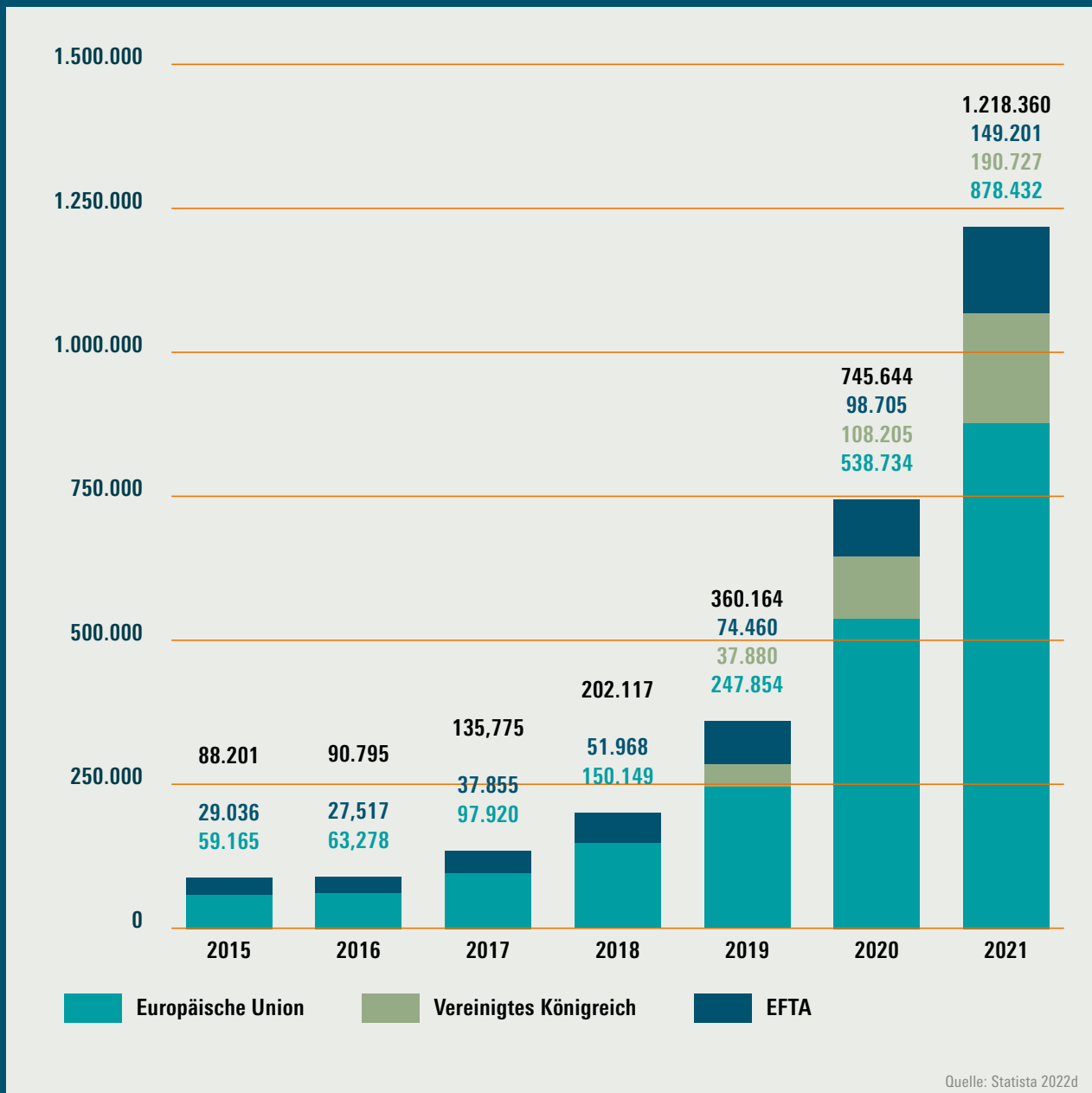


### Europa: Gesättigter Markt für Verbrenner, aber wachsender Anteil von Elektrofahrzeugen

Insgesamt wurden 2021 in Europa (EU, Europäische Freihandelsassoziation und Vereinigtes Königreich) rund 11,7 Millionen Pkw zugelassen. Das entspricht einem Anteil von rund 17 Prozent an den globalen Neuzulassungen (70,6 Millionen) (Statista 2022c), allerdings ist der europäische Markt weitgehend gesättigt. E-Fahrzeuge sind für die Hersteller deshalb als innovatives und an die Lifestyle-Bedürfnisse einer zahlungskräftigen «ökologiebewussten» Mittelschicht anknüpfendes Produkt auch eine

Chance, die «nächste Welle kapitalistischer Konsumgüterproduktion nach der Diesel-Ära» (Köncke 2022: 159) einzuleiten. Der Anteil der E-Fahrzeuge an den europäischen Neuzulassungen belief sich 2021 auf rund zehn Prozent (1,2 Millionen). Insgesamt waren 2021 auf Europas Straßen rund 337 Millionen Pkw unterwegs. Davon sind rund ein Prozent BEVs (3,2 Millionen). Allerdings wächst der Anteil an den Neufahrzeugen exponentiell.

Abbildung 29: Anzahl der neu zugelassenen BEV in Europa (2015–2021)



### 5.2.2 Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität

Wesentlicher Treiber für den Kurswechsel der europäischen Automobilindustrie zum Elektroantrieb sind die CO<sub>2</sub>-Emissionsvorgaben der Europäischen Kommission, die auf dem Pariser Klimaschutzabkommen von 2015 aufbauen. Die durchschnittlichen Emissionen der neu zugelassenen Pkw und leichten Nutzfahrzeuge eines Herstellers dürfen einen gesetzlich fixierten Grenzwert an Kohlendioxid ausstoß pro gefahrenem Kilometer nicht überschreiten. Dieser lag 2015 bei 130 Gramm CO<sub>2</sub> und wurde bis 2021 innerhalb der EU auf 95 Gramm reduziert. Für 2025 gilt ein verbindliches Zwischenziel mit einer Reduktionsvorgabe von 15 Prozent. Ab 2030 darf der durchschnittliche Flottenausstoß nur noch 59,4 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer betragen (Of-Allinger/Harloff 2019).

Die Berechnung des Flottenverbrauchs erfolgt durch die Automobilhersteller selbst. Für Elektroautos wurden sogenannte Super Credits ausgehandelt, wodurch der Verkauf eines Elektroautos den gesamten Flottenverbrauch überproportional absenkt. Elektroautos werden doppelt gezählt, ebenso Plug-in-Hybride, die weniger als 50 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer ausstoßen (EU-Parlament 2014).

Dieses Modell steht seit Jahren in der Kritik, weil es dazu führt, dass sich insbesondere die deutschen OEMs mit ihren hohen Marktanteilen im Premiumsegment durch ihre elektroautoinduzierten Super Credits weiterhin die Möglichkeit sichern, überdimensionierte SUVs in den Markt zu drücken. Kritisiert wird auch, dass der CO<sub>2</sub>-Flottenbewertungsmechanismus den Stromverbrauch, das Gewicht und die Leistung von Elektroautos nicht berücksichtigt.

«**Ein über zwei Tonnen schweres elektrisches SUV wie der Volkswagen ID.4 macht es VW also möglich, weiter Verbrenner-SUV wie den Tiguan zu verkaufen.**» (Blöcker 2022: 8)

Zudem fördern die Europäische Union und die nationalen Regierungen den Kauf von Elektrofahrzeugen, den Aufbau von Ladestationen sowie Forschung und Entwicklung. Die wichtigste europäische Initiative ist dabei das Projekt «European Battery Innovation», an dem zwölf EU-Mitgliedstaaten beteiligt sind. Im Rahmen des «Important Project of Common European Interest (IPCEI)» soll der Aufbau einer europäischen Batteriezellproduktion mit Beihilfen in Höhe von 2,9 Milliarden Euro gefördert werden (Europäische Kommission 2021). Jüngste politische Weichenstellung war die Einigung der EU-Umweltminister\*innen im Juni 2022, ab 2035 in der Europäischen Union keine Neuwagen mit Verbrennungsmo-

tor mehr zuzulassen. Eine endgültige Regelung muss noch mit dem EU-Parlament ausgehandelt werden, gilt aber als sicher (dpa 2022).

### 5.2.3 Unternehmensstrategien

Alle OEMs haben inzwischen auf die Herausforderungen mit eigenen Strategien reagiert. Dazu gehört die Bildung von Allianzen, teils mit anderen OEMs, aber auch mit IT-Unternehmen oder Mobilitätsdienstleistern. Bei diesen geht es weniger um Übernahmen oder Fusionen, im Fokus stehen eher «die Bündelung von Ressourcen und Finanzmitteln, die Risikostreuung sowie der Aufbau von spezifischem Know-how, um die Markteinführung der Produkte zu beschleunigen und zügig Kostensenkungen zu erreichen» (Köncke 2022: 172).

Hinsichtlich der Antriebstechnologie verfolgen VW, BMW und Daimler jeweils eigene Pläne zur sukzessiven Elektrifizierung ihrer Modellpalette und investieren hohe Summen in die Entwicklung der Batteriezellentechnologie und den Aufbau eigener Produktionskapazitäten (siehe Kapitel 6.1). **Abbildung 30** gibt einen Überblick über die Transformationsstrategien der wichtigen deutschen OEMs. Allen voran geht VW. Der Konzern will bis 2025 Marktführer bei BEVs werden. 2026 soll jedes vierte verkaufte Auto des Konzerns ein Elektroauto sein. 89 Milliarden Euro will VW in die Elektromobilität und Digitalisierung stecken, was etwa 56 Prozent der Gesamtinvestitionen (159 Milliarden) entspricht (VW 2021b).

Abbildung 30: E-Strategien wichtiger deutscher OEMs

Audi	Volkswagen	Daimler	BMW
Ab 2026 nur noch neue <b>BEV-Modelle</b> (keine weitere Entwicklung von Verbrennermodellen)	Bis 2030 <b>BEV-Anteil</b> an VW-Marken-Verkäufen 70 Prozent (mindestens 50 Prozent der Gruppe)	Bis 2025 <b>BEV-Anteil</b> an allen Daimler-Verkäufen 50 Prozent. Ab 2025 nur noch Entwicklung von BEV-Modellen	Bis 2030 <b>BEV-Anteil</b> an BMW-Produktion/Verkäufen 50 Prozent
Ende der <b>Verbrennerproduktion</b> 2035. Lokale Produktion von Verbrennern für Märkte wie China und Südamerika	Ausstieg aus Geschäft mit <b>Verbrennerfahrzeugen</b> in Europa zwischen 2033 und 2035. Keine Ausstiegszeitpunkte für andere Regionen  <b>Entwicklung</b> eigener BEV-Systeme mit sechs <b>Batteriefabriken</b> in Europa, in Kooperation unter anderem mit Northvolt und Gotion	2030 Auslaufen der <b>Verbrennerproduktion</b> in EU; aber lokale Produktion in anderen Ländern möglich  Eigene <b>Batterieproduktion</b> und Kooperation mit Stellantis und Total in der <b>Batteriefertigung</b>  Eröffnung eines Kompetenzzentrums zur Forschung und <b>Entwicklung</b> von Batterien und Batteriezellen in Stuttgart-Untertürkheim für 2023 angekündigt	BMW lehnt fixes Datum zum Auslaufen der <b>Verbrennertechnologie</b> ab.  Ziel der eigenen <b>Batterieentwicklung</b>  Eröffnung eines Kompetenzzentrums für <b>Batteriezellenfertigung</b> für 2022 angekündigt
	Bis 2040 soll die gesamte VW-Auto-Flotte <b>CO<sub>2</sub>-neutral</b> sein	Daimler hat sich auf dem Weltklimagipfel in Glasgow 2021 verpflichtet, ab 2040 nur noch emissionsfreie Neufahrzeuge zu produzieren. <b>Bis 2040 CO<sub>2</sub>-Neutralität</b> der gesamten Flotte	

Quellen: Lechowski/Krzywdzinski 2022; Lang et al. 2022; Reimann 2021; Wehner 2022; Mercedes-Benz Group 2022

#### 5.2.4 Mittel- und Osteuropa: Integrierte Peripherie als Boom-Region

Nach dem Fall des Eisernen Vorhangs sind Mittel- und Osteuropa zu wichtigen Standorten für die Ansiedlung deutscher Automobilunternehmen, sowohl Endherstellern als auch Zulieferern, geworden. Hauptgrund sind die Arbeitskosten, die nach Berechnungen des Verbands der Automobilindustrie weit unter jenen in Deutschland lagen und trotz allmählichen Aufschließens immer noch liegen: Während hierzulande pro Arbeiter\*in und Stunde

inklusive Steuern und Abgaben knapp 56 Euro fällig werden, sind es in Tschechien 17 Euro, in der Slowakei 15 Euro und in Rumänien nur neun Euro (VDA 2021).

Nach Berechnungen des Wirtschaftsgeografen Petr Pavlinek hat sich seit 1991 der Hauptteil der Produktion in der europäischen Autoindustrie von Deutschland/Westeuropa (ohne Spanien/Portugal) in die «integrierte Peripherie» (Mittel- und Osteuropa, Spanien, Portugal, Türkei, Marokko) sowie die «unintegrierte Peripherie» Russland und Ukraine verlagert (Pavlinek 2022) (siehe Abbildung 31).



**Abbildung 31: Verschiebung der Produktionsanteile an der europäischen Automobilindustrie von den Kernländern in die Peripherie**

	Automobilkernländer (Westeuropa ohne Spanien und Portugal)	Integrierte und unintegrierte Peripherie (Spanien, Portugal, mittel- und osteuropäische EU-Staaten, Türkei, Marokko, Russland, Ukraine)
1991	74 %	26 %
2020	54 %	46 %

Quelle: Pavlinek 2022

**Abbildung 32: Arbeitsplatzentwicklung in der Automobilindustrie in verschiedenen europäischen Regionen (2005–2016)**

Arbeitsplatzaufbau vs. -verluste	
Westeuropa	- 254.317
Mittel- und Osteuropa	+ 237.935
Nettoarbeitsplatzverluste in der EU plus Norwegen	- 16.382

Quelle: Pavlinek 2022

Die Entstehung neuer Arbeitsplätze in der europäischen Automobilindustrie wird nach Pavlinek hauptsächlich von den transnationalen Konzernen der Automobilkernländer, vor allem Deutschland und Frankreich, befördert. Neue Arbeitsplätze entstehen allerdings fast ausschließlich in der mittel- und osteuropäischen Peripherie, wie [Abbildung 32](#) zeigt. Als Hauptmotivation nennen die Unternehmen selbst vor allem die niedrigeren Arbeits- und Energiekosten sowie eine niedrigere Unternehmensbesteuerung, so Pavlineks Fazit aus einer Reihe von Interviews mit europäischen Automobilmanagern: «Die Schaffung von Arbeitsplätzen wird von den transnationalen Konzernen in den Kernländern vorangetrieben, findet aber fast ausschließlich in Osteuropa statt.» (Pavlinek 2022)

Auch der Abbau von Arbeitsplätzen geht im Wesentlichen auf das Agieren der transnationalen Unternehmen zurück und betrifft hier allerdings die Kernländer: «Deutsche und französische Firmen sind grundsätzlich dabei, Arbeitsplätze in ihren heimischen Volkswirtschaften zu zerstören.» (Pavlinek 2022):

**84 Prozent des Arbeitsplatzabbaus deutscher Automobilfirmen fand in Deutschland statt.**

**88 Prozent des Arbeitsplatzabbaus französischer Automobilfirmen fand in Frankreich statt.**

Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs wird nach Einschätzung von Pavlinek «die existierende räumliche Struktur der europäischen Automobilindustrie nicht grundlegend ändern», sondern vielmehr «existierende Trends verstärken». Insgesamt sei jedoch «eine langsamere Einführung der Massenproduktion von Elektrofahrzeugen als in Westeuropa wahrscheinlich» (ebd.).

### 5.2.5 Gewerkschaften und andere soziale Akteure

Vor allem in Deutschland «bildet die Branche auch eine Hochburg der Organisierung von Lohnabhängigen» und «gilt als maßstabbildend für die Gestaltung der

### «Sklavenarbeit» in der «unintegrierten Peripherie» der EU

Deutlich weniger noch als die Produktionsstandorte in den mittel- und osteuropäischen EU-Staaten sind die «Drittstaaten» der «unintegrierten Peripherie» wie die Ukraine oder Serbien Gegenstand der Berichterstattung in westeuropäischen Medien. Welche Bedeutung etwa die Ukraine mittlerweile für die arbeitsintensive Herstellung von Kabelbäumen hat, wurde einer breiteren Öffentlichkeit hierzulande erst klar, als es im Zuge der russischen Invasion ab Ende Februar 2022 zu Nachschubengpässen bei der Produktion in Deutschland kam. Einer Branchenanalyse zufolge wurden Anfang 2022 rund sieben Prozent aller Bordnetze für die Autoindustrie der EU in der Ukraine gefertigt (Gaupp 2022). Generell ist die «unintegrierte Peripherie» für die Industrie gerade deshalb so interessant, weil sie außerhalb der EU liegt und dort aus diesem Grund niedrigere regulatorische Standards im Arbeits- und Umweltrecht gelten. Schlaglichtartig verweist in diesem Zusammenhang der Osteuropaexperte Tibor Meszmann auf das Beispiel des chinesischen Reifenherstellers Linglong in Serbien, einen der 20 weltweit größten Produzenten der Branche, der unter anderem Volkswagen beliefert:

«*Man beachte, dass es sich um eine Produktion handelt, die in China aus ökologischen Gründen zunehmend eingeschränkt wird. China verfolgt in Umweltfragen eine ähnlich protektionistische Politik wie die EU, und die schmutzigsten Bereiche der Industrie wurden ebenfalls aus dem Land verlagert. In Serbien hat die Produktion noch nicht begonnen, aber es gab bereits massive Proteste gegen das Unternehmen. Linglong geriet in die Schlagzeilen, weil der mit dem Bau der Fabrik beauftragte Subunternehmer Wanderarbeiter aus Asien beschäftigte, die keine Arbeitserlaubnis besaßen. Diese Wanderarbeiter, meist aus Vietnam, kamen mit Touristenvisa. Lokale Nichtregierungsorganisationen dokumentierten die Lebensbedingungen der Wanderarbeiter und argumentierten, dass es genügend Beweise für die Ausbeutung von Arbeitskräften und die Verletzung der Menschenwürde gebe, dass die Arbeit unfrei sei.*»

(Interview Meszmann)

industriellen Arbeitsbeziehungen» (Köncke 2022: 119). In geringerem, aber immer noch relevantem Maß trifft dies auch auf Länder wie Frankreich, Italien und Spanien zu.

Die IG Metall geht davon aus, dass in den nächsten Jahren Zehntausende Arbeitsplätze in der Metall- und Elektroindustrie verschwinden werden. Ihre Beschäftigtenbefragung 2020 ergab, dass insbesondere in der Automobilindustrie mehr als die Hälfte der Betriebe angekündigt hat, Personal abzubauen. Allein in dieser Branche geht die Organisation von 50.000 kurzfristig bedrohten und weiteren 180.000 gefährdeten Stellen aus (IG Metall 2020b). Um Massenentlassungen in dieser Größenordnung zu verhindern, setzt die Gewerkschaft auf die «ökologische, soziale und demokratische Transformation» der Industriegesellschaft (hier und im Folgenden IG Metall 2020a). Zentrale Säulen in ihrem Konzept sind Qualifikation, Dekarbonisierung, Ausbau der erneuerbaren Energien, Elektromobilität, Ausbau des ÖPNV und des Schienenverkehrs. Unternehmen sollen in CO<sub>2</sub>-neutrale Technologien investieren, der Staat wird aufgefordert, die Infrastruktur für eine klimafreundliche Wirtschaft bereitzustellen. Bürger\*innen kämen nicht umhin, viele Konsum- und Lebensgewohnhei-

ten umzustellen. Der Wandel werde jedoch «nur auf Akzeptanz stoßen, wenn die Interessen der Beschäftigten berücksichtigt werden», so die IG Metall.

Elektromobilität wird als zentraler Anker der Verkehrswende gesehen, wobei der Strom für den Betrieb aus erneuerbaren Energieträgern kommen soll. Der Staat soll den flächendeckenden Ausbau der Ladeinfrastruktur für die E-Mobilität fördern und vorantreiben. Moderne Diesel- und Benzin-Pkw sind für die IG Metall in einem solchen Szenario «als Brückentechnologie unverzichtbar». Andere Antriebsarten werden nach Auffassung der Gewerkschaft mittel- und langfristiger eher im Nutzfahrzeugbereich eine Rolle spielen, insbesondere Brennstoffzellen oder Verbrennungsmotoren mit synthetischen Kraftstoffen, die durch Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen werden.

Ein CO<sub>2</sub>-Preis auf fossile Brennstoffe kann nach Auffassung der IG Metall nur als «Teil eines ganzen Bündels von Klimaschutzmaßnahmen» funktionieren, einen Anreiz für klimaschonenderes Wirtschaften und Leben könne er nur bieten, «wenn es Alternativen für eine solche Lebensweise gibt». Ohne solche Alternativen führe die Maßnahme lediglich zu steigenden Lebenshaltungskosten für Menschen, die keine Wahl haben, und damit zu einer schwindenden Akzeptanz für

den Klimaschutz. Fahrverbote für Pkw lehnt die IG Metall ab, solange es für betroffene Berufspendler\*innen keine alternativen Angebote gibt. Explizit fordert die IG Metall in diesem Zusammenhang «einen massiven Ausbau des Schienennetzes und des ÖPNV sowie der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität». Parallel brauche es «massive Investitionen in zusätzliche Züge und Waggons». In den Ballungsräumen müsse das Angebot an U- und S-Bahnen erweitert werden. Ein gut ausgebauter ÖPNV schaffe erst die Voraussetzung dafür, dass der Verkehr klimafreundlicher wird. Viele Pendler\*innen, vor allem auf dem Land, hätten derzeit gar keine andere Wahl, als mit dem Auto zu fahren. Für den Berufsverkehr fordert die IG Metall Shuttle-Konzepte, mit denen Großbetriebe und Stadtzentren an die Verkehrsknoten angebunden werden.

Neben den bedrohten Arbeitsplätzen insbesondere im Bereich konventioneller Antriebstechnologien sieht die IG Metall durchaus auch positive Beschäftigungseffekte des ökologischen Umbaus – in der Bahnindustrie, in der Windbranche und in der Batteriefertigung. Voraussetzung sei, dass Unternehmen «nachhaltige Geschäftsmodelle verfolgen und ihre Beschäftigten entsprechend qualifizieren». Gleichzeitig müsse der Staat die Weiterbildung fördern und Beschäftigten bei Arbeitsplatzverlust Sicherheit bieten. Ökologie und soziale Sicherheit dürften nicht gegeneinander ausgespielt werden. «Wenn Klimaschutz mit Arbeitsplatzverlust übersetzt wird, wird er keinen Erfolg haben.»

In ihrer Praxis war die Haltung der IG Metall gegenüber den Strategien der Automobilindustrie in den letzten Jahren allerdings eher grundsätzlich positiv. Nach Einschätzung von Blöcker hat sich die Positionierung der IG Metall zur Elektromobilität im Laufe der Zeit verändert: «Anfänglicher Skepsis folgte ein offenes Bekenntnis zur E-Strategie der Autohersteller.» (Blöcker 2022: 29) Blöcker fasst die aktuelle Position der IG Metall anhand von «acht Fakten und Forderungen» zusammen:

«**(1) Alle wichtigen Importländer für Autos aus Deutschland stellen auf E-Autos um. (2) Die Reichweiten sind ausreichend, die Batterien werden verbessert. (3) Die Batterieleistung steigt, Rohstoff- und Energiepreise sinken. (4) Der Strom reicht für alle. (5) BEV-Autos verursachen weniger THG-Emissionen. (6) Ein sozial gerechter Ausbau der E-Mobilität ist möglich. (7) Synthetische Kraftstoffe und Wasserstoff sind nur bei Nfz und im Schiffbau sinnvoll. (8) Die Mobilitätswende geht. Nicht Klimabewegung und EU-Grenzwerte sind schuld am Ende des Verbrenners, sondern die Umweltbelastung durch den steten Zuwachs des Autoverkehrs.»**  
(Blöcker 2022: 29)

Eine strategische Rolle nehmen für die IG Metall dabei auch die wichtiger werdenden Produktionsnetzwerke der integrierten Peripherie in Mittel- und Osteuropa ein – explizit unter gewerkschaftspolitischen Aspekten bzw. angesichts der Erosion von Arbeitsrechten und -schutz. Exemplarisch nennt die IG Metall Ungarn, das sich in den vergangenen Jahren zum «Testlabor für die deutsche Autoindustrie» entwickelt habe (IG Metall 2016). Hierbei gehe es weniger um technische, sondern um betriebspolitische Innovationen: Arbeit auf Abruf, intransparente Entgeltsysteme, flexible und überlange Arbeitszeiten wie Zwölf-Stunden-Schichten – Dinge, die in Deutschland entweder rechtlich nicht zulässig sind oder nur schwer durchsetzbar wären. Die Transnationalisierung der Produktion wirke zugleich über «Benchmarking» zwischen den globalen Produktionsstandorten auf die deutschen Stammwerke zurück: «Die Belegschaften der einzelnen Standorte werden [...] zu Konkurrenten um Arbeitspakete.» (Köncke 2022: 132)

Dass Gewerkschaften und Tarifbindung schwach sind, hat sich aus gewerkschaftlicher Sicht nicht einfach so ergeben: «Im Gefolge der Krise von 2008/09 sind gute Strukturen, die sich entwickelt hatten, zerstört worden – von der Troika und der EU-Kommission, und das mit voller Absicht», sagt etwa Luc Triangle vom europäischen Gewerkschaftsdachverband IndustriALL Europe im Interview. Immerhin bemühen sich Gewerkschaften inzwischen gegenzusteuern. So haben IG Metall und die ungarische Gewerkschaft VASAS in Győr und Kecskemét gemeinsame Büros eröffnet. In Warschau betreibt die internationale Dienstleistungsgewerkschaft UNI Global Union ihr Central European Organising Center (COZZ), in Litauen und Estland wurde 2012 mit Unterstützung skandinavischer Gewerkschafter die Baltic Organising Academy aufgebaut. Bislang bleiben alle diese Ansätze aber punktuell. Eine echte Verschiebung der Kräfteverhältnisse zugunsten der Gewerkschaften in Mittel- und Osteuropa ist nicht in Sicht.

Um dies leisten zu können, fehlt es vor allem den osteuropäischen Gewerkschaften nach Einschätzung von Praktiker\*innen und gewerkschaftsnahen Expert\*innen an Ressourcen: «Alle Gewerkschaften haben mit mangelnden Kapazitäten zu kämpfen, selbst für den alltäglichen Betrieb ihres Tagesgeschäfts. [...] Die Zahl der bezahlten Experten und bezahlten Vertreter der Gewerkschaften schrumpft von Jahr zu Jahr», meint Tibor Meszmann (Interview Meszmann). Als strukturelles Problem benennt Marika Varga von der Transnationalen Partnerschaftsinitiative der IG Metall und der ungarischen Metallarbeitergewerkschaft VASAS die Zersplitterung der ungarischen Gewerkschaftslandschaft in eine Vielzahl von Verbänden und Betriebsgewerkschaften:

«*Es gibt sechs Dachverbände, drei von diesen Dachverbänden sind in der Privatwirtschaft unterwegs. In vielen Betrieben gibt es mehr als eine betriebliche Gewerkschaft, andere wiederum sind ganz unorganisiert. Ein weiteres großes Problem aber ist, dass ganz viele Betriebsgewerkschaften gar keinem Verband beitreten. Die kümmern sich nur um eigene betriebliche Fragen. Sie werben mit ganz niedrigen Mitgliedsbeiträgen und wollen keine «Apparate» in Budapest finanzieren, die gewerkschaftliche Tarif- und Betriebspolitik koordinieren oder sich um die Beratung der betrieblichen Gremien kümmern, die eben nicht alleine klarkommen.»* (Interview Varga)

Alles in allem wird es eine strategische Schlüsselaufgabe der internationalen und insbesondere der westeuropäischen Gewerkschaften der Automobilarbeiter\*innen bleiben, die Organisierung an den osteuropäischen Produktionsstandorten zu unterstützen und voranzutreiben. Ansätze wie die transnationale Partnerschaftsinitiative von IG Metall und VASAS, das COZZ oder die Baltic Organising Academy sind dabei Schritte in die richtige Richtung, werden aber nicht ausreichen, um das massive Kräfteungleichgewicht zuungunsten der abhängig Beschäftigten entscheidend und nachhaltig zu verändern.

Insbesondere im Bereich der Produktion von Lithium-Ionen-Akkus ergeben sich neue Ansatzpunkte für die gewerkschaftliche Arbeit: «Das strategische Glied in der Kette sind die neuen Batteriefabriken in Osteuropa», bringt es Lüthje auf den Punkt (Interview Lüthje). Anders als bei den asiatischen Batterieherstellern lägen die osteuropäischen Produktionsstandorte innerhalb der Reichweite der europäischen Gewerkschaften der Metallarbeiter\*innen und sind somit im Prinzip für Organisierungstätigkeiten zugänglich. Ob entsprechende Anstrengungen tatsächlich mit adäquaten Ressourcen und strategischer Planung angegangen werden und von Erfolg begleitet sein werden, sind derzeit noch vollkommen offene Fragen.

### 5.3 NORDAMERIKA: DIE US-STRATEGIE IM RENNEN UM DIE WELTMARKTFÜHRERSCHAFT IN DER ELEKTROMOBILITÄT

«*Sie [E-Autos] sind eine Zukunftsvision, die jetzt Realität wird – eine Zukunft der Automobilindustrie, die elektrisch ist. Batterieelektrisch, plug-in, hybridelektrisch, brennstoffzellenelektrisch – sie ist elektrisch und es gibt kein Zurück. Die Frage ist, ob wir im Rennen um die Zukunft gewinnen oder zurückfallen.»* (Joe Biden, Präsident der USA, 5. August 2021)

«*Die UAW [United Auto Workers] konzentriert sich nicht auf harte Fristen oder Prozentsätze, sondern auf den Erhalt der Löhne und Sozialleistungen, die das Herz und die Seele der amerikanischen Mittelklasse sind.»* (Ray Curry, UAW-Präsident, 5. August 2021, beide zit. n. The White House 2021)

Für die Biden-Administration ist die Elektromobilität das «Battle Royale» im technologischen Wettbewerb zwischen den USA und China. Das sagt zumindest Kristin Dziczek vom US-amerikanischen Center for Automotive Research. Geht es also darum, China als Herstellerland Nummer eins aus dem Feld zu schlagen? Diese Perspektive mag verwundern: Denn mit Ausnahme von Tesla und einigen weiteren Start-ups wie Rivian haben die großen US-Hersteller noch später auf den E-Antrieb gesetzt als die deutschen. Tatsächlich wurden in den USA im Jahr 2020 lediglich zwölf BEV-Modelle produziert (Dziczek 2022). Doch seither hat sich einiges getan, vor allem massive Investitionen in die Ladeinfrastruktur und Steuervorteile wurden auf den Weg gebracht. Fakt ist: Die US-Regierung unter Joe Biden ist entschlossen, die Umrüstung der US-Automobilindustrie auf die Produktion konkurrenzfähiger E-Autos massiv zu unterstützen. Sie versucht sich dabei auch die Unterstützung der Gewerkschaften zu sichern. Diese fürchten, völlig zu Recht, dass Arbeitsstandards und gewerkschaftliche Durchsetzungsmacht im Rennen um die Weltmarktführerschaft bei der Produktion von Elektroautos unter die Räder kommen könnten. Angesichts eigener über Jahrzehnte kumulierter Schwäche fordern sie daher protektionistische Maßnahmen und eine Förderpolitik, die den Kauf von «union made» Elektroautos begünstigt. In der US-amerikanischen Klimabewegung wiederum wird diese Haltung skeptisch gesehen, weil sie das Tempo der Elektrifizierung und Emissionsreduzierung im Verkehrssektor verlangsamen würde (ebd.).

### 5.3.1 Region im Profil

Die USA sind historisch das Mutterland der modernen Automobilindustrie und aktuell der zweitgrößte Absatzmarkt weltweit. Zwar wurde das Automobil in Deutschland erfunden, doch die industrielle Massenproduktion von Autos begann in den USA. 1913 führte Henry Ford die Fließbandfertigung ein. Durch die damit verbundene Kostensenkung wurde sein «Modell T» («Tin Lizzy») zum ersten für breite Bevölkerungsschichten erschwinglichen Automobil. 1929 kamen 90 Prozent aller weltweit gebauten Autos aus den USA. Die Große Depression leitete einen radikalen Konzentrationsprozess ein. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die US-amerikanische Automobilindustrie von drei großen Unternehmen beherrscht: General Motors, Ford und Chrysler, allesamt mit Sitz in Detroit, direkt an der kanadischen Grenze. Ab den 1970er-Jahren gerieten die «Big Three» durch Ölkrise und internationale Konkurrenz zunehmend unter Druck. 2008 mussten General Motors und Chrysler Insolvenz anmelden und durch massive staatliche Hilfen gerettet werden. Chrysler fusionierte später mit Fiat, FiatChrysler schloss sich 2021 mit PSA zur multinationalen Stellantis-Gruppe zusammen.

Bereits seit 1965 ist die US-amerikanische Automobilindustrie eng an die des Nachbarlands Kana-

da gebunden. Grundstein für diese Verflechtungen war der 1965 abgeschlossene «Auto Pact» oder APTA. Durch den Pakt wurden die Zölle zwischen beiden Ländern aufgehoben. Das Abkommen führte zu niedrigeren Preisen und einer höheren Produktion in Kanada, vor allem im Süden Ontarios, in unmittelbarer Nachbarschaft zu Detroit.

Die zweite eng mit den USA verwobene Herstellungsnation ist Mexiko. Spätestens seit dem Abschluss des Nordamerikanischen Freihandelsabkommens (NAFTA) 1994 ist der US-amerikanische Markt eng mit Mexiko verbunden. Für Automobilhersteller ist Mexiko vor allem wegen seiner Kombination aus niedrigem Lohnniveau, qualifizierten Facharbeiter\*innen und Nähe zum US-amerikanischen Markt interessant. «Durch die Fertigung in Mexiko können die Automobilhersteller mit hoch qualifizierten, kostengünstigen Arbeitskräften rechnen, die für eine Vielzahl von Prozessen fachlich ausgebildet sind. Der durchschnittliche Stundenlohn eines voll ausgelasteten Fließbandarbeiters in Baja California beträgt 2,60 Dollar pro Stunde.» So bewirbt eine auf Mexiko spezialisierte Unternehmensberatung unumwunden die Standortvorteile (Co-Production International 2022). Solche Bedingungen ziehen Investitionen in Produktionskapazitäten an, ein Trend, der sich auch in der aktuellen Transformation fortsetzt.

### Mexiko – «integrierte Peripherie»

Mit einer Produktion von 3,1 Millionen Fahrzeugen im Jahr 2021 ist Mexiko nach den USA die zweitgrößte Automobilproduktionsnation in den Amerikas und liegt weltweit knapp hinter Deutschland auf Platz 7. Mexiko ist der viertgrößte Autoexporteur weltweit. Mehr als die Hälfte der hier produzierten Fahrzeuge wird in die USA und nach Kanada exportiert. Das Land hat eine technologisch hoch entwickelte Zulieferindustrie sowie Forschungs- und Entwicklungsstandorte (International Trade Administration 2022). Für Timothy Sturgeon, der am Massachusetts Institute of Technology (MIT) zur Automobilindustrie forscht, ist Mexiko daher Teil der «integrierten Peripherie» der globalen Automobilindustrie. Deren Aussichten in der aktuellen Transformation schätzt er deutlich besser ein als die der geografisch abgelegeneren Märkte in Argentinien, Brasilien oder Südafrika (Pavlinek 2022; Sturgeon 2021).

Für Schlagzeilen sorgte Anfang 2022 Mexikos Präsident Andrés Manuel López Obrador, als er ankündigte, ein staatliches Unternehmen für die

Förderung von Lithium zu gründen: «Wir wollen kein Gebiet sein, in dem es zu Konflikten zwischen ausländischen Mächten kommt. Weder Russland noch China oder die Vereinigten Staaten werden von dem Mineral profitieren, sondern Mexiko.» (Knobloch 2022) Mexiko hat große Lithium-Vorkommen, von denen nur ein Bruchteil erschlossen ist. Geplant ist, das Metall als strategischen Rohstoff für die nationale Entwicklung in der mexikanischen Verfassung zu schützen.

Kanada: Hier besteht die Automobilindustrie hauptsächlich aus Montagewerken US-amerikanischer und japanischer Hersteller sowie einer breit gefächerten Zulieferindustrie, überwiegend in Ontario. Die Region ist eng verflochten mit den US-amerikanischen Herstellern rund um Detroit. Einer der weltweit wichtigsten Automobilzulieferer, Magna International, hat in Kanada seinen Hauptsitz. Kanada war 2021 unter den Herstellungsnationen auf Rang 15: Hier wurden 1,1 Millionen Autos produziert, davon rund zwei Drittel Nutzfahrzeuge.



### 5.3.2 Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität

Die Trump-Administration stand der E-Mobilität eher ablehnend gegenüber und unternahm mehrere, allerdings erfolglose Versuche, unter Obama eingeführte Steuervorteile für die Anschaffung von Elektroautos zu streichen. Mit der Biden-Administration kam die 180-Grad-Wende. Am 5. August 2021 stellte der Präsident in Gegenwart von Repräsentant\*innen der großen Automobilhersteller General Motors, Ford, Stellantis und der Gewerkschaft United Auto Workers (UAW) die Pläne seiner Regierung vor, denen zufolge bis 2030 bis zu 50 Prozent der in den USA verkauften Autos «emissions-free vehicles» sein sollen. Die Zielmarke ist nicht verbindlich, wird aber von den Unternehmen geteilt (Reuters Media 2021).

Um diese Ziele zu erreichen, will die US-Regierung 7,5 Milliarden US-Dollar in den Ausbau der Ladeinfrastruktur investieren. Vorgesehen ist der Aufbau einer halben Million Ladestationen bundesweit. Die Förderung ist Teil des im November 2021 von Biden unterzeichneten «Infrastructure Investment and Jobs Act», der zudem 550 Milliarden US-Dollar an Investitionen in Straßen und Brücken vorsieht (DeFazio 2021). Das Gesetz ist Teil des umfassenden «Build Back Better Plan», eines insgesamt 1,75 Billionen US-Dollar umfassenden öffentlichen Investitionsprogramms, das in Teilen derzeit von Republikaner\*innen und Teilen der Demokrat\*innen im Senat blockiert wird. Vorgesehen waren unter anderem ein Zuschuss von 7.500 US-Dollar für den Kauf von BEV und Plug-in-Hybriden sowie zusätzliche 4.500 US-Dollar für Elektrofahrzeuge, die in einheimischen und gewerkschaftlich organisierten Fabriken gebaut werden (Yarmuth 2021). Beide Vorbedingungen sind in den USA politisch und juristisch hoch umstritten. Die Zielrichtung deckt sich mit der Intention der UAW. Expert\*innen sehen die Chancen auf eine politische Umsetzung dieser Pläne jedoch eher skeptisch.

### 5.3.3 Unternehmensstrategien

Pionier bei der Entwicklung und Produktion von Elektroautos ist das 2003 in Kalifornien gegründete Unternehmen **Tesla**. Tesla war der erste Automobilhersteller, der ausschließlich Elektrofahrzeuge in Großserien herstellte. Bereits 2004 stiegen Risikokapitalgeber in großem Stil ein. Das von 2008 bis 2012 gebaute Modell Tesla Roadster war weltweit das erste elektrische Serienfahrzeug mit Lithium-Ionen-Akku. Insgesamt hat Tesla seither mehr als 1,3 Millionen batterieelektrische Autos produziert. 2010 ging das Unternehmen an die Börse. 2020 gelang es dem Unternehmen zum ersten Mal, schwarze Zahlen zu schreiben. 2021 verkaufte Tesla mehr als 930.000 Elektrofahrzeuge (Deutsche

Welle 2022) und ist damit immer noch der weltgrößte Hersteller von E-Autos vor BYD und Volkswagen. Ende 2020 arbeiteten bei Tesla nach eigenen Angaben mehr als 99.000 Beschäftigte weltweit, davon schätzungsweise gut zwei Drittel in den USA. Dass Tesla weitgehend auf staatliche Förderung verzichtet, ist ein Mythos, den Firmengründer Elon Musk intensiv pflegt. Nach Recherchen der *Los Angeles Times* von 2015 erhielten seine Firmen Tesla Motors, SpaceX und Solar City Subventionen in Höhe von 4,9 Milliarden US-Dollar, darunter 1,3 Milliarden US-Dollar Zuschuss des Staates Nevada für die Batteriefabrik bei Reno (Hirsch 2015).

Auch die «Big Three» (Ford, General Motors und Stellantis) und die in Nordamerika ansässigen ausländischen Hersteller verfolgen in der Region ihre eigenen Elektrostrategien. **General Motors** (GM) beschleunigt seinen Wandel hin zur Elektromobilität und will weltweit 30 rein elektrische Modelle bis zum Jahr 2025 auf den Markt bringen. Dafür plant der Konzern Investitionen in elektrische und automatisiert fahrende Fahrzeuge in Höhe von 27 Milliarden US-Dollar (22,75 Milliarden Euro). Bis Ende 2025 will GM in Nordamerika über Produktionskapazitäten für mehr als eine Million Elektrofahrzeuge verfügen, unter anderem in Spring Hill, Tennessee, Ingersoll in Kanada und Ramos Arizpe in Mexiko. Zusammen mit LG Energy Solution betreibt GM das Joint Venture **Ultium Cells** zur Produktion von Batteriezellen, unter anderem in Lansing, wo 1.700 Arbeitsplätze entstehen sollen (electrive.net 2021a). 2021 hat General Motors begonnen, sein Werk im mexikanischen Ramos Arizpe für die Produktion von Elektroautos umzurüsten. Die Fertigung der dort bisher produzierten Verbrennermodelle Chevrolet Blazer und Equinox soll bis Mai 2022 eingestellt werden. GM plant, eine Milliarde US-Dollar in die Umrüstung der Fabrik zu investieren. Hier sollen zunächst Batteriepacks und Elektromotoren produziert werden, ab 2023 auch komplette E-Autos (electrive.net 2022b).

**Ford** hat angekündigt, bis 2030 seine Autoproduktion zu 40 Prozent auf BEVs umzustellen. Dafür will der zweitgrößte US-Autohersteller in den nächsten vier Jahren 30 Milliarden US-Dollar investieren, fünf Milliarden bereits 2022. Bis 2026 will Ford mehr als zwei Millionen E-Fahrzeuge weltweit jährlich verkaufen – das entspräche rund einem Drittel aller globalen Ford-Autoverkäufe (Sattler 2022b).

**Stellantis** plant, in den USA in den nächsten Jahren mehrere Elektro-SUVs auf den Markt zu bringen, unter anderem der Marken Dodge und Jeep. Bis 2030 will der Konzern 40 Prozent seines Absatzes in den USA mit «Low Emission Vehicles» erzielen (electrive.net 2021d).

Ambitioniert sind die US-Pläne von **Volkswagen**. VW will in den USA bis 2030 mehr als 25 neue Elektroautomodelle auf den Markt bringen. Ab Herbst 2022 soll in Chattanooga, Tennessee, der bislang nur

in Zwickau, Deutschland, gefertigte ID4 vom Band rollen. In den 2030er-Jahren will Volkswagen in den USA komplett aus dem Verbrennungsmotorgeschäft aussteigen. Schon bis Mitte des 2020er-Jahrzehnts will VW seine Werke in Mexiko – das Montagewerk in Puebla und das Motorenwerk in Silao – auf E-Mobilität umrüsten. Zudem will VW den Aufbau einer Batteriezellenfertigung in den USA vorantreiben. So soll Mitte 2022 ein neues Test- und Entwicklungslabor für Batteriezellen in Chattanooga seine Arbeit aufnehmen (electrive.net 2022a).

### 5.3.4 Gewerkschaften und andere soziale Akteure

Auf dem historischen Höchststand 2019 gab es in den USA über eine Million Beschäftigte in der Automobilindustrie. Bis 2021 ist diese Zahl auf 916.200 gesunken. In Kanada arbeiten 125.000 Beschäftigte hauptsächlich in der Fahrzeugmontage und Herstellung von Teilen und Komponenten. In Mexiko arbeiten mehr als eine Million Menschen im Automobilsektor.

Die wichtigste Gewerkschaft in der nordamerikanischen Automobilbauregion ist die UAW. Sie hat ihre Hochburgen in den Montagewerken der «Big Three». Bei Tesla ist sie bislang nicht vertreten und hat nach Einschätzung von Expert\*innen auf absehbare Zeit auch wenig Chancen, einen Fuß in die Tür zu bekommen. Die UAW wurde in den letzten Jahren und Jahrzehnten durch eine Kombination verschiedener Faktoren geschwächt:

- Verlagerung und Outsourcing von Teilen der Produktion in die Staaten mit Gesetzen, die die Organisierung von Gewerkschaften erschweren, vor allem in den Southern Automotive Corridor,
- Korruptionsskandale und daraus folgende interne Organisationsquerelen,
- das Aufkommen einer Union-Busting-Industrie,
- Verschärfungen des ohnehin gewerkschaftsfeindlichen kollektiven Arbeitsrechts, vor allem auf der Ebene einzelner Bundesstaaten,
- das Emporkommen neuer, gewerkschaftsfreier und -feindlicher Player in der Branche, wie etwa der Elektroautohersteller Tesla.

Aktuell werden 53 Prozent der in den USA verkauften Autos auch dort produziert. «Höchstens die Hälfte davon kommt aus gewerkschaftlich organisierten Fabriken», schätzt Kristin Dziczek (Dziczek 2022). Vor allem im Süden sind die Fabriken kaum organisiert. Auch der deutsche Hersteller Volkswagen wehrte sich unter Zuhilfenahme der Unterstützung durch Union-Busting-Firmen erfolgreich gegen eine gewerkschaftliche Organisation (Silvia 2018; Boewe 2019).

Die Ressourcen zur Entwicklung einer eigenen Strategie und Forschung zur Frage der E-Mobilität und Transformation hat in Nordamerika heute augenscheinlich nur die UAW. Sie steht der Orientierung auf den Elektroantrieb zwar grundsätzlich

### Gewerkschaft in den USA – wie geht das?

In Deutschland und in vielen anderen Ländern treten Beschäftigte einer Gewerkschaft individuell bei. Das ist in den USA in der Regel nicht so. Wenn das Unternehmen eine Gewerkschaft nicht freiwillig anerkennt, müssen Beschäftigte eines Betriebs oder einer «Verhandlungseinheit» per mehrheitlicher Abstimmung vor der Arbeitsbehörde National Labor Relations Board (NLRB) nachweisen, dass sie eine Gewerkschaft wollen. Wenn es in einem Betrieb nicht 50 Prozent plus eine Stimme Unterstützung für die Gewerkschaft gibt, wird es in diesem Betrieb keine Tarifverhandlungen geben. Und das heißt auch: Keine Krankenversicherung, keine Rentenversicherung, keinerlei Interessenvertretung. Bei einer erfolgreichen Anerkennungswahl muss der Arbeitgeber mit der Gewerkschaft verhandeln. Im Idealfall steht am Ende ein Tarifvertrag.

Sogenannte Right-to-work-Gesetze in mehr als der Hälfte aller US-Bundesstaaten, vor allem im Süden, erschweren die gewerkschaftliche Organisation. Das Label «Right to work» bedeutet, dass kein Arbeitnehmer verpflichtet werden darf, einer Gewerkschaft beizutreten oder Beiträge an sie abzuführen. Im US-Kontext, wo es kein Betriebsverfassungsgesetz gibt und Gewerkschaften eine viel schwächere Stellung im institutionellen System haben als in Deutschland und Europa, ist das ein dramatischer Einschnitt in ihre Rechte. Durch die Right-to-work-Gesetze und eine milliardenschwere Antigewerkschaftslobby ist heute die Hürde für gewerkschaftliche Vertretung in den USA so hoch wie in keinem anderen Land im globalen Norden. Der Organisationsgrad ist von ehemals fast 30 Prozent auf elf gesunken. In der Privatwirtschaft liegt er bundesweit bei unter sieben Prozent (U.S. Bureau of labor statistics 2022).

aufgeschlossen gegenüber, aber sie befürchtet, nicht ohne Grund, dass der Umbruch zulasten der Beschäftigten gehen wird. Auf der quantitativen Seite sind nach Berechnungen ihrer Forschungsabteilung in erheblichem Umfang Arbeitsplätze im Bereich des traditionellen Antriebsstrangs bedroht – das UAW Research Department geht in Übereinstimmung mit Schätzungen der großen Hersteller davon aus, dass die Produktion von Elektroautos im Vergleich zu Verbrennerfahrzeugen im Schnitt etwa 30 Prozent weniger Arbeitsstunden benötigt. Entsprechend rechnet die Gewerkschaft mit einem Arbeitsplatzabbau insbesondere im Bereich des Antriebsstrangs. Um diese Entwicklung abzufedern, schlägt die Gewerkschaft staatliche Unterstützung für Qualifizierungs- und Modernisierungsmaßnahmen vor, die an Mindeststandards hinsichtlich der Arbeitsbedingungen und der Wahrung von Gewerkschaftsrechten gekoppelt sein sollen:

«**Die Arbeitgeber müssen sich verpflichten, die Werke umzurüsten und die Arbeitnehmer umzuschulen, um das Beschäftigungsniveau aufrechtzuerhalten und es den amerikanischen Arbeitnehmern zu ermöglichen, Fahrzeuge der Spitzentechnologie herzustellen. Die politischen Entscheidungsträger sollten Reinvestitionen in diese Arbeitskräfte und Werke unterstützen. Diese Unterstützung sollte an die Bedingung geknüpft werden, dass die Arbeitgeber das Beschäftigungsniveau, die Qualitätsstandards für Arbeitsplätze und die Vereinigungsfreiheit aufrechterhalten.**»

(UAW Research Department 2020: 13)

Zwar entstehen durch die Antriebswende nach Einschätzung von Expert\*innen auch neue Jobs, diese liegen aber in Bereichen und Unternehmen, die gewerkschaftlich nicht organisiert sind. Das bedeutet in den USA schlicht, dass Beschäftigte nur dann in den Genuss von Sozialleistungen wie Kranken- und Rentenversicherung kommen, wenn die Unternehmensführungen ihnen diese als freiwillige Leistungen zugestehen. So gelingt es einem Unternehmen wie Tesla, das sich durch seine hohe Marktkapitalisierung an den Finanzmärkten immer noch einer komfortablen Finanzlage erfreut, momentan noch erfolgreich, die Mehrheit seiner Beschäftigten mit Aktienoptionen von einer gewerkschaftlichen Organisation abzuhalten, meint Stephen Silvia, Professor am Department of Economics an der American University, Washington, D. C.:

«**Typisch für Tesla ist, dass sie den Beschäftigten Aktienoptionen geben. Und das war bislang sehr effektiv, um den Leuten das Gefühl zu geben, dass sie selbst Teil der Eigentümer des Unternehmens sind.**»

(Interview Silvia)

Tesla knüpft damit an eine insbesondere in den Südstaaten verbreitete Unternehmensstrategie an:

«**Die politische und wirtschaftliche Elite des Südens hat wirklich gelernt, wie man Gewerkschaften effektiv bekämpft. Und dann gibt es noch diese Anwaltskanzleien, die gegen Gewerkschaften vorgehen. Auch sie sind sehr gut darin. Sie haben in den letzten 40 oder 50 Jahren spezielle Techniken gelernt. Sie sagen zum Beispiel, dass die Arbeiter in diesen Autofabriken als Teil ihrer Sozialleistungen kostengünstige Leasingwagen erhalten. Sie bekommen also ein wirklich gutes Angebot für ein Auto und mieten es zu einem sehr niedrigen Preis. Sie können es alle drei Jahre austauschen und ein neues Auto bekommen. Und wenn Gewerkschaften dann verhandeln und organizing drives machen, sagt das Management: «Na ja, wenn ihr einen Vertrag aushandeln wollt, liegt alles auf dem Tisch.» Und die Gewerkschaft kann natürlich nicht garantieren, dass der Leasingvertrag in einem künftigen Tarifvertrag noch gilt. Diese Art von Dingen, die sie entwickeln, um die Gewerkschaften zu bekämpfen, macht es extrem schwer.**»

(Interview Silvia)

Das Resultat ist, dass es in diesen Unternehmen «eine Gruppe gibt, vielleicht zehn bis höchstens 20 Prozent, die an einer Gewerkschaft interessiert sind, und dann weitere 20 Prozent, die vielleicht mit dem Gedanken sympathisieren. Aber es ist schwer, darüber hinauszukommen. Am ehesten geht das noch bei Beschäftigten, die Wartung und Reparaturen durchführen. Die qualifizierteren Leute im Betrieb, die die Maschinen selbstständig reparieren, sind in der Regel die Hochburg der gewerkschaftlichen Organisation.» (Interview Silvia)

Die strukturelle Spaltung der US-Automobilarbeiterschaft in hoch qualifizierte Servicetechniker\*innen und ungelernete Produktionsarbeiter\*innen sieht auch Carsten Hübner, langjähriger Direktor des gewerkschaftsnahen Transatlantic Labor Institutes in Spring Hill, Tennessee, als relevante Hürde für die gewerkschaftliche Organisation an:



### Gewerkschaften der Automobilarbeiter\*innen in Nordamerika

Wichtige Gewerkschaften in der Automobilindustrie in Nordamerika sind neben der UAW die kanadische Unifor und die mexikanische SINTTIA.

Unifor wurde 2013 als Zusammenschluss der Gewerkschaften Canadian Auto Workers (CAW) und Communications, Energy and Paperworkers gegründet. Sie hat rund 300.000 Mitglieder. Nach Einschätzung von Ian Greer sieht sie Elektromobilität «nicht nur als Gefahr, sondern auch als eine Chance»:

«*Ich denke, Unifor hat zwar nicht die Ressourcen einer IG Metall, aber trotzdem eine kohärente Botschaft: Elektromobilität ist auch eine potenziell gute Sache, die uns vielleicht erlaubt, die Qualität unserer*

*Arbeitsplätze zu verbessern, und womöglich neue Investitionen in bedrohte Produktionsstandorte bringt, um somit einige unserer Kernarbeitsplätze zu erhalten und etwas Neues zu schaffen.» (Interview Greer)*

In Mexiko, wo über Jahrzehnte staatlich kontrollierte korporatistische Verbände das Feld beherrschten, ist Anfang 2022 der unabhängigen SINTTIA im GM-Werk in Silao ein Durchbruch gelungen. Hier haben 6.500 Beschäftigte erstmalig unter freien Bedingungen eine gewerkschaftliche Vertretung gewählt (Herrmann/Schwab 2022). Ob es der Gewerkschaft gelingen wird, auch im GM-Werk in Ramos Arizpe, das auf die Fertigung von E-Autos umgerüstet wird, Fuß zu fassen, bleibt eine spannende Frage.

«*In den USA machen die Facharbeiter nur rund zehn bis 15 Prozent einer Produktionsbelegschaft aus und sind vor allem im Bereich Wartung und Instandhaltung eingesetzt. Der Rest der Produktionsbelegschaft sind Ungelernte bzw. anders Qualifizierte sowie Leih- und Zeitarbeiter. Dies und Weiteres sorgt in dieser Gruppe für ein hohes Maß an Diversität. Wie also Gemeinsamkeit und gegebenenfalls eine Aktionseinheit herstellen?» (Interview Hübner)*

Alles in allem sind die Möglichkeiten der UAW, im Prozess der Transformation zur E-Mobilität eigene strategische Akzente zu setzen, nicht überragend, gibt auch Ian Greer, Professor an der University Ithaca, New York, zu bedenken:

«*Es gibt [...] einen wirklich wichtigen Unterschied zwischen der Sichtweise der IG Metall und der der UAW. Die IG Metall entwickelt Konzepte. Sie gibt sich viel Mühe, das Thema zu framen und Politiker, Beschäftigte und Leute, die für sie relevant sind, zu ermutigen, es so zu sehen wie sie. Und so ist ihr «Transformationsdiskurs» Teil einer bewussten Strategie der Gewerkschaft. Die UAW ist dazu nicht in der Lage. Sie reagiert vielmehr auf die Entwicklungen.» (Interview Greer)*

Insgesamt scheint die UAW stärker auf politische Unterstützung durch die US-Bundesregierung zu setzen als auf eine eigene offensive Rolle als gesellschaftlicher Akteur. Wie problematisch diese Herangehensweise ist, zeigt die Diskussion um die zusätzliche Förderung für Elektroautos aus gewerkschaftlich organisierten Fabriken. Nicht nur, dass die im ursprünglichen Entwurf für den «Build Back Better Plan» vorgesehene Regelung nur noch geringe Chancen auf Realisierung hat. Ihr protektionistischer «Made in America»-Ansatz droht zudem, die grenzüberschreitende Solidarität zwischen gewerkschaftlich organisierten Beschäftigten etwa im Autocluster Detroit-Windsor zu untergraben, wie Experte Ian Greer zu bedenken gibt:

«*Die UAW wollte, dass es diese Subventionen nur für die Autos gibt, die von US-amerikanischen Gewerkschaftsmitgliedern gebaut werden, aber nicht für solche, die in Kanada von Unifor-Mitgliedern hergestellt werden. Das war ein großes Problem, nicht nur für Unifor, sondern auch für die UAW-Mitglieder, die die Montagewerke in Kanada beliefern. Zum Beispiel Buffalo im Bundesstaat New York, von hier aus werden Werke in Ontario beliefert. Sowohl Vertreter der Demokratischen Partei als auch Gewerkschafter vor Ort waren ziemlich erschrocken über diese Entscheidung aus Detroit [der Zentrale der UAW], die kanadischen Gewerkschaftsmitglieder rauszulassen aus den Subventionen.» (Interview Greer)*

Zurzeit (Herbst 2022) gibt es nur drei batterieelektrische Modelle, die in einem gewerkschaftlich organisierten Betrieb in den USA produziert werden: der Chevrolet Bolt EV, seine etwas längere Version Chevrolet Bolt EUV sowie der E-Pick-Up F-150 Lightning von Ford. Beide Chevrolet-Modelle werden im GM-Montagewerk in Orion, Michigan, hergestellt, der Ford Lightning in der Fabrik in Dearborn bei Detroit. Fords Mustang Mach-E wird in Mexiko produziert. Volkswagens ID.4 wird zurzeit noch importiert und kommt aus dem gewerkschaftlich organisierten VW-Werk in Zwickau. Ab 2023 soll er in Tennessee gebaut werden, voraussichtlich in einer nicht gewerkschaftlich organisierten Fabrik (Green Car Reports 2021).

Sind in absehbarer Zukunft erfolgversprechende Organisationsanstrengungen im Bereich der BEV-Produktion zu erwarten? Expert\*innen sind eher skeptisch. Gewerkschaftliche Ansätze, die Hoffnung auf eine neue Klassenorganisation machen, sieht Silvia bislang weniger bei der UAW und den anderen Gewerkschaften im verarbeitenden Gewerbe, sondern eher im Dienstleistungssektor und der Verknüpfung tarifpolitischer Forderungen mit einem breiteren «social movement unionism»:

«**Am innovativsten bei der Organisation waren in den Vereinigten Staaten in den letzten Jahren die Gewerkschaften im Dienstleistungssektor und nicht im verarbeitenden Gewerbe. Ich würde sagen, dass es in der Industrie nur sehr wenige Innovationen gegeben hat. [...] Innovationen haben im Dienstleistungssektor stattgefunden. Mit dem «Fight for 15» und einer Reihe von Projekten, die man «Bargaining for the common good» nennt. Das bedeutet, die Gewerkschaft versucht nicht nur, etwas für ihre Mitglieder zu erreichen, sondern setzt sich für einen Mindestlohn ein, der allen Arbeitnehmer\*innen zugutekommen würde.»**

(Interview Silvia)

Im Kontext breiterer progressiver sozialer Bewegungen und zumindest teilweise veränderter gesellschaftlicher Wertevorstellungen hätten sich neue Räume auch für die Organisation am Arbeitsplatz eröffnet:

«**Man kann zusammenfassen, dass die derzeitige Entwicklung nicht sehr hoffnungsvoll aussieht. Aber eine Sache, bei der ich Hoffnung sehe, ist die breitere Organisation, das Bild der sozialen Bewegung. Ich denke, die Frauenbewegung gegen Trump und die Black-Lives-Matter-Bewegung haben Energie gebracht, vor allem bei der jüngeren Generation. Hier hat es Fortschritte gegeben, es hat sich etwas verändert. Vielleicht nicht in dem Maße, wie wir es uns alle wünschen würden. Aber ich denke, wenn heute in den Vereinigten Staaten Polizisten, die schwarze Menschen töten, verurteilt werden, dann ist das ein enormer sozialer Wandel. Es hat sich also gezeigt, dass Massenmobilisierung manchmal funktioniert und die Gesellschaft verändert.»**

(Interview Silvia)

### Social Movement Unionism

Social Movement Unionism ist ein strategischer Ansatz in der Gewerkschaftsbewegung. Er versucht, die Organisation von Beschäftigten am Arbeitsplatz um Fragen wie Löhne und Arbeitsbedingungen mit umfassenderen politischen Kämpfen für Menschenrechte, soziale Gerechtigkeit und Demokratie zu verbinden. Im Anschluss an Moody (Moody 1997) setzt

die «Gewerkschaft als Bewegung» auf die «Stärke der Vielen», ist «kämpferisch» und «konfliktorientiert», lehnt Konzessionspolitik ab, orientiert auf den Aufbau gewerkschaftlicher Macht am Arbeitsplatz und kooperiert mit unterschiedlichen Gruppen aus der Klasse der Lohnabhängigen sowie anderen Gewerkschaften, Stadtteilgruppen oder sozialen Bewegungen.

Als Beispiel verweist Silvia auf die Organisierung der Basisgewerkschaft Amazon Labor Union, die im April 2022 erstmals in einem US-amerikanischen Amazon-Logistikzentrum eine gewerkschaftliche Vertretung durchsetzen konnte, und auf Erfahrungen bei der Restaurantkette Starbucks:

«**Wir sehen Leute wie Chris Smalls, der versucht, seine eigene Gewerkschaft für Amazon-Arbeiter in Staten Island zu organisieren, wir sehen, was Black Lives Matter bewirkt hat. Der Gedanke liegt nicht fern, dass ich das auch im Kontext meines eigenen Arbeitsplatzes tun kann. Es ist also wichtig, diese Verbindung herzustellen. Und dann gibt es einige dieser Unternehmen, insbesondere im Tech-Sektor, deren CEOs sagen, dass sie fortschrittlich sind, dass sie die Rechte von LGBTQ unterstützen, den Klimaschutz usw. Das bringt die Unternehmen in eine Position, in der die Beschäftigten sagen können: Nun, ihr sagt, ihr seid fortschrittlich, aber was ist mit den Arbeiterrechten? Wie sieht es hier und jetzt am Arbeitsplatz aus?»**

(Interview Silvia)

Ob und in welchem Zeithorizont Ansätze wie der der Amazon Labor Union ihr Echo in der US-amerikanischen Automobilindustrie finden, ist bislang allerdings noch nicht abzuschätzen.

## 5.4 DAS JAPANISCHE PARADOX

### 5.4.1 Region im Profil

Der Blick auf die Transformation in Japan offenbart eine gewisse Paradoxie. Auf der einen Seite haben japanische Regierungen sehr viel früher als die anderer Automobilnationen konkrete Maßnahmen ergriffen, um ökologische Alternativen zum Verbrennungsmotor voranzubringen. Holger Bungsche, Professor an der Kwansei Gakuin University in der Stadt Nishinomiya, weist darauf hin, dass es seit den 1970er-Jahren immer wieder ernsthafte Versuche staatlicher Förderung unterschiedlicher Formen von Elektrofahrzeugen gegeben hat. Allerdings blieben die Resultate weit hinter den Erwartungen zurück. Das änderte sich erst im Jahr 2009 (Bungsche 2022): «Im Zuge der Lehman-Krise hat die Regierung einen Weg gefunden und den Umschwung vor allem über Steuervergünstigungen erreicht», so Bungsche. Tatsächlich stieg der Markt-

anteil der Elektrofahrzeuge – in Japan meist Next Generation Vehicles genannt – auf etwa 40 Prozent, wobei der Großteil davon Hybrid- und Plug-in-Hybridfahrzeuge sind (GTAI 2022). So hoch das Tempo bei der Hybridisierung war, so langsam ist das Land allerdings bei der Umstellung auf reine Elektromotoren. Im Jahr 2021 wurden lediglich 21.000 BEV verkauft (ebd.), in Deutschland waren es 356.000.

Japan ist der drittgrößte Automobilherstellermarkt der Welt und beheimatet mit Toyota nicht nur den weltweit größten Automobilkonzern, sondern auch einige der global erfolgreichsten Tier-1-Zulieferer wie Denso oder AISIN. Ähnlich wie in Deutschland ist die Fahrzeugindustrie einer der wichtigsten, wenn nicht der wichtigste Beschäftigungszweig des Landes. Je nach Zählweise sind bis zu 5,5 Millionen Menschen und damit neun Prozent aller Beschäftigten in der Automobilindustrie tätig (Fraunhofer IAO/e-mobil 2018).

Noch stärker als in Deutschland ist das Wohl der japanischen Automobilindustrie vom Export abhängig. Der nationale Markt stagniert seit Längerem, während der letzten beiden Jahre gingen die Autoabsätze sogar zurück. 2019 stammten 36 Prozent aller weltweit gebauten Autos aus japanischen Fabriken (Puls/Fritsch 2020). Mit einem Anteil von nahezu 50 Prozent ist Nordamerika der mit Abstand wichtigste Exportmarkt, gefolgt von Europa und Asien (Kords 2021b).

### 5.4.2 Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität

Will man die japanische Transformationsdiskussion auf einen Begriff bringen, wäre dieser «pragmatisch». Das sagt zumindest Martin Pohl, ehemaliger Fachreferent der IG BAU, assoziierter Professor an der Universität Tsukuba, Sozialreferent der Deutschen Botschaft in Tokio und seit Mitte 2022 Leiter der Matrix Transformation bei der IG BCE.

«**Anders als in Deutschland wird die Debatte in Japan sehr rational geführt und nicht so aufgeregt.**»

(Interview Pohl)

Das zeigt sich nicht nur in den beschriebenen Regierungsinitiativen zur Förderung von Next Generation Vehicles, sondern auch im aktuellen Zero-Emission-Programm der japanischen Regierung. Dieses sieht vor, bis 2035 keine Autos mit reinem Verbrennungsmotor mehr zuzulassen und bis 2050 CO<sub>2</sub>-emissionsfrei zu sein.

In der konkreten Wirtschaftspolitik bleibt Japan dabei seiner Tradition treu und fokussiert auf die Förderung der japanischen Industrie, die vor allem

über monetäre Anreize in die gewünschte Richtung gelenkt wird. Zu den zahlreichen Programmen gehören technologische Langzeitkonzepte wie die Gesellschaftsvision der «Society 5.0» mit dem Ziel, die weltweite Führerschaft in der vierten industriellen Revolution zu erlangen (Pohl 2021), zahlreiche konkrete Maßnahmen, um das 2035- bzw. 2050-Ziel zu erreichen, wie der zwei Billionen Yen (etwa 15 Milliarden Euro) schwere Green Innovation Funds, mit dem wettbewerbsfähige und CO<sub>2</sub>-reduzierende Technologien gefördert werden, sowie eine Reform der Unternehmenssteuer, die Unternehmen besserstellt, die in die Dekarbonisierung investieren (Bungsche 2022). 2021 hat die japanische Regierung 37,5 Milliarden Yen (290 Millionen Euro) zur Förderung der Elektromobilität bereitgestellt. Davon waren 25 Milliarden Yen (193 Millionen Euro) für Kaufzuschüsse für BEV, Plug-in-Hybride- und Brennstoffzellenfahrzeuge vorgesehen, 6,5 Milliarden Yen (50 Millionen Euro) für weitere Ladestationen und sechs Milliarden Yen (46,5 Millionen Euro) für neue Wasserstofftankstellen (electrive.net 2021b). Bis 2030 will Japan die Ladeinfrastruktur auf 150.000 Ladepunkte ausbauen.

Allerdings zeigt sich bereits eine Reihe von Widersprüchen. Zum Ende des Fiskaljahres 2020 kamen in Japan 2,3 Ladepunkte auf 10.000 Einwohner\*innen. Einem Bericht der *Japan Times* zufolge werden diese aber kaum genutzt, weil Elektroautos bislang wenig verbreitet sind.

### 5.4.3 Unternehmensstrategien

Während VW noch an der Programmierung der «Schummelsoftware» für Dieselmotoren arbeitete, setzte Toyota bereits 1997 mit Hybridautos auf die Elektrifizierung des Antriebs. So gehören Japans wichtigste OEMs seit einigen Jahren zu den wenigen Herstellern, die den europäischen Abgasvorschriften entsprechen und weniger als 95 Gramm Kohlendioxid pro Kilometer ausstoßen. Auch hat der Konzern schon früh auf digitale Mobilitätsdienste gesetzt, die Toyota erfolgreich zum Beispiel in Südostasien anbietet (Kölling 2019). Das war offenbar auch ein Grund dafür, warum sich Toyota sehr lange geweigert hat, auf den Zug der reinen Elektromobilität aufzuspringen.

Trotz des späten Einstiegs in die reine E-Mobilität glauben Expert\*innen wie Pohl oder Bungsche nicht, dass der weltgrößte Automobilhersteller ernsthafte Probleme bekommen könnte. Grund dafür sei zum einen die Massivität, mit der nun die Elektrifizierung des Antriebsstrangs vorangetrieben wird. Bis 2030 sollen 31 Milliarden Euro in die Elektromobilität investiert werden; geplant sind 30 neue BEV-Modelle bis Ende des Jahrzehnts (dpa 2021b). Interessant

ist dabei, dass Toyota «technologieoffen» bleibt und weiterhin an Hybridantrieben sowie Brennstoffzellen als Energiequelle forscht (Kölling 2019). Hinzu kommt, dass Toyota auf allen global wichtigen Märkten gut aufgestellt ist. 2021 hat das Unternehmen sogar erstmals General Motors als Marktführer in den USA abgelöst (tagesschau 2022).

Andere Hersteller dürften mehr Probleme bekommen. Bei den Konkurrenten wie Honda oder Nissan kriselt es seit Jahren. Während sich Letzterer nach einer Beinahe-Insolvenz 1999 in eine Partnerschaft mit Renault retten konnte, der 2016 auch Mitsubishi beitrug (Wikipedia 2021), hat Toyota viele ehemalige Konkurrenten wie Subaru, Daihatsu oder Suzuki geschluckt bzw. über Partnerschaften an sich gebunden. Mit Mazda besteht ebenfalls eine Partnerschaft (Welter 2019). Und auch für Honda, dem neben Toyota einzig verbliebenen unabhängigen japanischen Hersteller, dürfte die Zukunft schwierig werden. Honda ist im Wesentlichen auf zwei Großmärkte konzentriert: auf China und die USA. Angesichts der aktuellen handelspolitischen Spannungen dürfte es sich als sehr schwierig erweisen, beide Märkte bedienen zu können. Gleichzeitig kommen neue Hersteller hinzu: Der Technologieriese Sony stellte Anfang 2022 auf der Consumer Electronics Show (CES) in Las Vegas den zweiten Prototypen eines E-Autos vor und will auch in das Mobilitätsgeschäft einsteigen (Fritz 2022).

***Anders als in Deutschland scheinen sich die Sorgen vor drohenden Arbeitsplatzverlusten im Zuge der Transformation in Japan in Grenzen zu halten. Das hängt unter anderem mit der spezifischen arbeitsrechtlichen und demografischen Situation in Japan zusammen.***

So verweist Pohl zum Beispiel auf die hohen Kündigungsschutzstandards, die zumindest die Kernbelegschaften (etwa 60 Prozent der Belegschaften) in den großen Unternehmen de facto genießen. Für viele Beschäftigte erscheinen die anstehenden Umstrukturierungen daher nicht als existenzgefährdend. Hinzu kommt die starke Überalterung der japanischen Gesellschaft. Zwischen 2000 und 2018 nahm die Anzahl der Menschen im arbeitsfähigen Alter um etwa elf Millionen ab (Pohl 2021). Japan hat in praktisch allen Wirtschaftsbereichen mit Arbeitskräftemangel zu kämpfen. «Angst vor Massenarbeitslosigkeit hat hier niemand» (Interview Pohl).

Zudem unterscheidet sich die Beziehungsstruktur zwischen japanischen OEMs und der Zulieferindustrie erheblich etwa von der deutschen. Anstatt des pyramidenartigen Systems in Deutschland,

in dem die OEMs die Preise diktieren und Aufträge ausschreiben, zeichnet sich das japanische Modell durch vielfältige personelle und finanzielle Verbindungen zwischen OEMs und Zulieferern auf allen Ebenen aus. OEMs beziehen «ihre» Zulieferer zudem in langfristige Planungen ein. «Man versteht sich eher als Japan AG; es gibt zwar heftigen Wettbewerb, aber man würde niemals einen Wettbewerber vom Markt verdrängen», sagt Pohl. Demnach wird auch das Transformationsprojekt als gemeinsames begriffen, das auch gemeinsam angegangen werden muss (Interview Pohl).

#### 5.4.4 Gewerkschaften und andere soziale Akteure

Das bedeutet nicht, dass die japanische Automobilindustrie problemlos durch die Transformation kommen wird. Zu den großen Gefahren gehören (1) das Fehlen von Fachkräften, vor allem im IT-Bereich, und (2) die Schwäche bzw. weitgehende Abwesenheit von Gewerkschaften sowohl im industriellen als auch gesellschaftlichen Transformationsdiskurs.

Pohl sieht die größte Herausforderung für die japanische Automobilindustrie im Fehlen einer Willkommenskultur für ausländische Arbeitskräfte in der japanischen Gesellschaft. Das betrifft vor allem technologische Entwicklungen im Land selbst: Die Unternehmen finden auf dem überalterten Arbeitsmarkt in Japan kaum noch die IT-Spezialist\*innen, die sie für entsprechende Innovationen brauchen. Und ausländische IT-Expert\*innen, wie sie in Massen etwa nach Berlin, Tel Aviv oder Seattle strömen, kommen nur vereinzelt nach Tokio. Stattdessen entwickeln japanische Großkonzerne ihre IT- und Digitalisierungsforschung in den USA oder Singapur. Hinzu kommt, dass die Kommunikation zwischen den Beschäftigten in Japan, die an die Japanische Arbeitskultur gewöhnt sind, und den Tech-Leuten im Ausland aufgrund divergierender lebensweltlicher Erfahrungen extrem schwierig ist: Japanische Arbeitskräfte sind zum Beispiel in der Regel auf Lebenszeit fest angestellt, viele besitzen praktisch keine Englischkenntnisse und haben kaum Erfahrung in der Zusammenarbeit mit Nichtjapaner\*innen. Die nötigen Fachkräfte zu rekrutieren und auch zu halten ist deshalb ein «bottleneck» in der digitalen Transformation der japanischen Industrie.

#### Gewerkschaftlicher Schulterschluss mit der Industrie?

*Die zweite Gefahr ist die Schwäche der Gewerkschaften. In der japanischen Transformationsdebatte sind sie als mögliches Korrektiv praktisch nicht vorhanden. Ihr*

*Organisationsgrad sinkt seit den 1960er-Jahren kontinuierlich – vor allem in den Bereichen, in denen sich zunehmend prekäre Arbeitsverhältnisse ausbreiten.*

Das gilt auch für die Automobilindustrie, in der etwa die Leiharbeit in Relation zu den historisch vorherrschenden Stammebelegschaften stetig wächst (Daimon 2012). Aktuell liegt der Organisationsgrad in Japan bei etwa 16 Prozent und ist damit ähnlich hoch wie in Deutschland. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass in vielen Bereichen der japanischen Wirtschaft «closed shops» verbreitet sind, was den Organisationsgrad stabilisiert, ohne dass die Gewerkschaften dafür eigene Anstrengungen unternehmen müssten. Eine weitere wichtige und im Zusammenhang mit den Gefahren der Transformation für die Beschäftigten wesentliche Besonderheit der japanischen Gewerkschaften ist das Fehlen eines gesellschaftspolitischen Programms. Auch sind sie nicht in die verschiedenen staatlichen industriepolitischen Programme eingebunden. «Das hat mit ihrer besonderen Struktur zu tun», sagt Pohl im Interview. Tatsächlich sind japanische Gewerkschaften in erster Linie Unternehmensgewerkschaften. Zentrale Leitlinie ihres Handelns ist der wirtschaftliche Erfolg ihres Unternehmens. Vor diesem Hintergrund wundert es auch nicht, dass zum Beispiel die Gewerkschaft der Stammbeschäftigten bei Toyota wenig Interessen mit der Gewerkschaft der Beschäftigten der konzerneigenen Gesellschaft der Leiharbeiter\*innen teilt. Zwar gibt es Dachverbände, die sowohl auf Branchenebene als auch sektorübergreifend organisiert sind. Sie sind jedoch keine juristischen Körperschaften und haben kaum eigenes Gewicht. «Ein Großteil ihrer Arbeit betrifft Abstimmungen, eigene Positionen werden kaum vertreten», sagt Pohl. Auch ein kritischer Kurs gegenüber den jeweiligen Transformationsstrategien der Unternehmen ist nicht zu erwarten – im Gegenteil: Bei IndustriALL Global Union wird von hitzigen Anrufen japanischer Gewerkschafter berichtet. Diese hätten darauf gedrängt, gegen die COP-26-Initiative der UN-Klimakonferenz 2021 in Glasgow zu lobbyieren, in der sich rund 30 Staaten, Städte und Autobauer selbst dazu verpflichten, bis 2040 komplett auf emissionsfreie Autos umsteigen (Deutsche Welle 2021b).<sup>2</sup>

Der mit Abstand größte Dachverband ist Rengō (Konföderation der japanischen Gewerkschaften) mit über sechs Millionen Mitgliedern. 1989 aus dem Zusammenschluss dreier Gewerkschaftsdachverbände

<sup>2</sup> Zu diesen Unternehmen gehören Daimler, Volvo, BYD aus China, Jaguar Land Rover, eine Einheit der indischen Tata Motors, sowie die US-Autobauer Ford und General Motors (Deutsche Welle 2021b).



gegründet, bestand das verbindende politische Element über die letzten Jahrzehnte in dem Ziel, die Langzeitregierung der liberaldemokratischen Partei (LDP) zu beenden. Regelmäßig unterstützte Rengō Kandidat\*innen der oppositionellen Demokratischen Partei bei den Parlamentswahlen. Doch vor Kurzem hat der Verband eine politische Kehrtwende vollzogen und ist eine Allianz mit ebendieser LDP eingegangen. Die Gewerkschaft der Automobilarbeiter\*innen bei Toyota spielte dabei eine Schlüsselrolle. Sie begründete ihren Kurswechsel damit, «die Konfrontation zwischen Arbeitnehmern und Unternehmensleitung zu beenden, um gemeinsam die Herausforderungen anzugehen, denen sich das Unternehmen gegenüber sieht, wie zum Beispiel die Notwendigkeit, CO<sub>2</sub>-Neutralität zu erreichen», berichtet die wichtige japanische Tageszeitung *The Asahi Shimbun* und kommentiert: «Rengō sollte sich fragen, ob sie in der Lage sein wird, den Interessen der Arbeitnehmer zu dienen, wenn sie sich mit der LDP anfreundet, die enge Beziehungen zu den Arbeitgeberverbänden unterhält» (*The Asahi Shimbun* 2022). Diese Entwicklung deutet darauf hin, dass ein relevanter Teil der japanischen Gewerkschaftsbewegung beschlossen hat, in der Transformation eher einen strategischen Schulterschluss mit den Unternehmen zu suchen, als die Interessen der Beschäftigten eigenständig zu vertreten.

## 5.5 SÜDAMERIKA: ZWISCHEN VERLAGERUNGSANGST UND LITHIUMRAUSCH

Südamerika ist vielleicht die Region, in der die Gefahren der «doppelten Transformation» und die damit verbundenen Hoffnungen am engsten beieinander liegen. Auf der einen Seite geht in den beiden wichtigsten Produktionsländern Brasilien und Argentinien die Sorge um, dass die Dekarbonisierung die bereits seit mehreren Jahren anhaltende Krise der Automobilindustrie deutlich verschärfen könnte. Die Anfang 2022 öffentlich gewordene Entscheidung über einen Rückzug von Ford aus Brasilien nach über 100 Jahren wird von den interviewten Gewerkschafter\*innen als Zeichen in diese Richtung gewertet. Auf der anderen Seite verfügen Länder wie Argentinien, Chile und Bolivien über enorme Bestände an Lithium, dem zumindest aktuell wichtigsten Rohstoff für die Antriebswende. Dies nährt Hoffnungen auf ein eigenständiges Industrialisierungsprojekt, um die jahrhundertealte Abhängigkeit der Region vom Ausland zu beenden.

### 5.5.1 Region im Profil

Als Produktionsstandort ist Südamerika zwar kein weißer, aber ein grauer Fleck in den Wertschöpfungs-

ketten der globalen Automobilindustrie. Mit einem Anteil von 3 Prozent an der gesamten Automobilproduktion im Jahr 2020 ist die Region, wie **Abbildung 33** zeigt, eher randständig (OICA 2022).

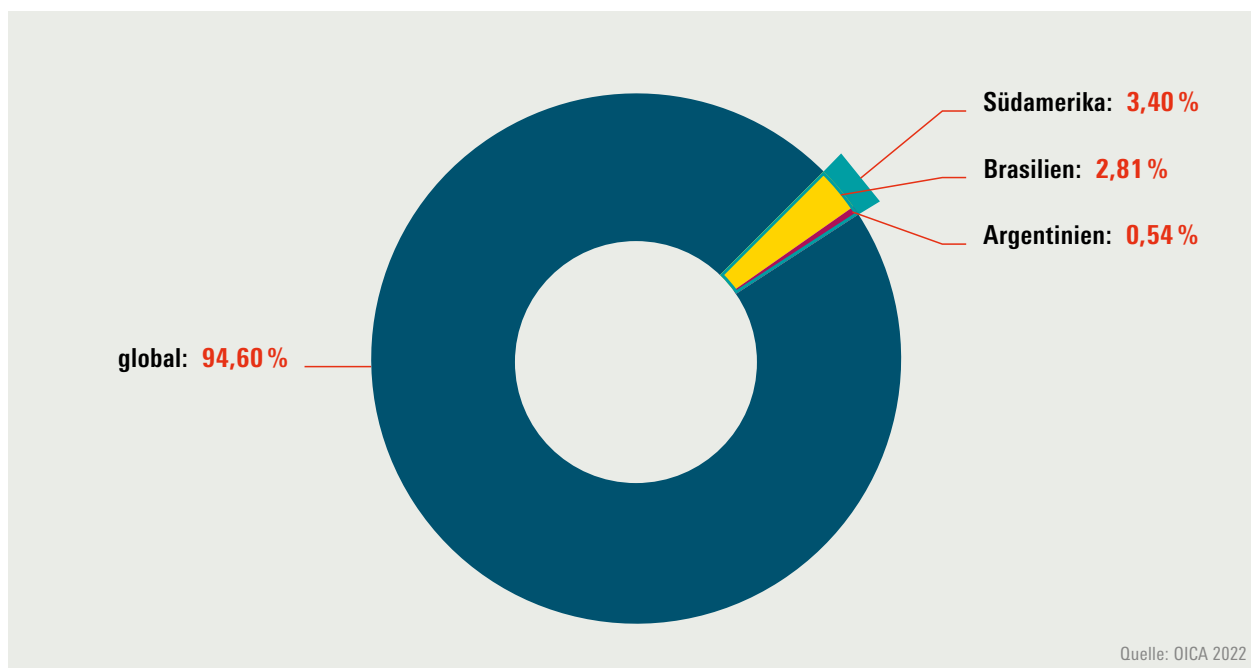
Die beiden mit Abstand wichtigsten Produktionsländer sind Brasilien und Argentinien. In Argentinien ist die Anzahl der Beschäftigten, die in der Automobilindustrie arbeiten, mit 180.000 – bei etwa 21 Millionen Erwerbspersonen (Destatis 2022b) – zwar überschaubar, «aufgrund der überdurchschnittlich hohen Löhne im Sektor ist deren Bedeutung für die gesamte Volkswirtschaft allerdings immens», betont der argentinische Gewerkschafter Cristian Alejandro Valerio (Interview Valerio). Für Brasilien ist die Branche mit einer halben Million Beschäftigten, die direkt von der Automobilindustrie abhängig sind (Sturgeon 2021), und sogar 1,3 Millionen indirekt Abhängigen (Gelowicz 2018) sogar noch wichtiger – bei etwa 103 Millionen Erwerbspersonen (Destatis 2022a).

Tatsächlich gibt es kaum einen namhaften internationalen OEM oder Zulieferer, der nicht in einem der beiden Länder vertreten ist. VW etwa produziert in Argentinien seit 40 Jahren und aktuell in zwei Werken und seit 60 Jahren in Brasilien, wo es der Konzern zum größten Exporteur in der Landesgeschichte gebracht hat. Vor wenigen Jahren hat VW in Brasilien ein eigenes Entwicklungszentrum eröffnet. Toyota fertigt an einem Standort in Argentinien und an dreien in Brasilien. Fiat unterhält in Belo Horizonte die zurzeit größte Fahrzeugproduktion Südamerikas (Gelowicz 2018).

### 5.5.2 Industrie- und Förderpolitik zur Elektromobilität

Trotzdem sehen sowohl wissenschaftliche Beobachter\*innen als auch aktive Gewerkschafter\*innen große Risiken, dass die Region unter die Räder der «doppelten Transformation» gerät. So spricht etwa Timothy Sturgeon, der seit über 20 Jahren am Massachusetts Institute of Technology (MIT) zu globalen Wertschöpfungsketten forscht, von einem «Tod der tausend Stiche» für die Region. Er begründet die Befürchtung mit dem geringen Anteil, den Brasilien oder Argentinien an der globalen Produktion der OEMs und Zulieferer haben (**siehe Abbildung 33**). Mit Ausnahme von Fiat und Renault liegt dieser in Brasilien bei lediglich vier Prozent oder darunter (Sturgeon 2021). Gerade angesichts der immensen Ausgaben für die Transformation wollen die OEMs möglichst effizient produzieren. Und dazu braucht es hohe Stückzahlen. Ähnlich sehen es auch die interviewten Gewerkschafter\*innen wie Marino Vani vom Regionalbüro Lateinamerika und Karibik der IndustriALL Global Union:

Abbildung 33: Südamerikas, Brasiliens und Argentinens Anteil an der weltweiten Automobilproduktion (2021)



«**Leider sehen wir ziemlich schwarz. Wir befürchten, dass die Elektroautos der Zukunft nicht in Brasilien oder Argentinien produziert werden, sondern aus Mexiko nach Südamerika importiert werden. Natürlich kann es sein, dass wir noch einige Jahre Verbrenner produzieren. Doch danach könnten wir die Automobilindustrie als für uns sehr wichtige Branche komplett verlieren.**»

(Interview Vani)

Diese Befürchtung sieht er durch die Anfang 2022 bekanntgegebene historische Entscheidung von Ford bestätigt: Der US-Konzern hat angekündigt, die Produktion in Brasilien nach über 100 Jahren einzustellen und die verbliebenden drei Werke zu schließen. Mehrere Tausend Beschäftigte würden so ihre Jobs verlieren (dpa 2021a).

Für das potenziell abnehmende Interesse der Automobilindustrie an der Region gibt es nach Meinung von Vani zwei Gründe: zum einen die schwere Wirtschaftskrise, in der sich die Region seit mehreren Jahren befindet. Zuletzt wurden in Brasilien weniger als 1,7 Millionen Pkw verkauft, halb so viele wie in den Spitzenjahren 2012 und 2013. Damals rangierte Brasilien noch auf Platz vier der größten Absatzmärkte der Branche – noch vor Deutschland (Gelowicz 2018). Aufgrund der hohen Importzölle aus der Zeit der Linkregierung von Lula da Silva und Dilma Rousseff (2002 bis 2016) hatten sich Unternehmen wie Daimler, BMW und Audi entschieden, neue Werke ausschließlich für

den riesigen Inlandsmarkt zu bauen. Doch anders als erwartet brach das erhoffte Wachstum ab und Brasilien trat in eine jahrelange Wirtschaftskrise ein (Manager Magazin 2020). Zum anderen fehle es an einer aktiven Industriepolitik. Das gelte insbesondere für Brasilien (und die im Oktober 2022 abgewählte Regierung Bolsonaro), die wirtschaftliche Lokomotive der Region, meint Vani:

«**Die Regierung Bolsonaro arbeitet nach dem Prinzip: Der Markt hat immer Recht. Dementsprechend gibt es auch keinerlei politische Bestrebungen, die Elektrifizierung im Land aktiv voranzubringen. Aber ohne eine aktive Industriepolitik sind die Beschäftigten allein den Entscheidungen der großen Automobilkonzerne ausgeliefert.**»

(Interview Vani)

Eine positive Ausnahme bilde die 2019 ins Amt gewählte progressive Regierung um Aníbal Fernández in Argentinien. Diese hat Ende 2021/Anfang 2022 etwa das «Gesetz zur Förderung nachhaltiger Mobilität» erlassen, das unter anderem Maßnahmen zur Förderung umweltschonender Mobilitätstechnologien vorsieht (Página 2022). Für den argentinischen Gewerkschafter Cristian Alejandro Valerio ist das eine wichtige Entwicklung, auch weil die Gewerkschaften erstmals seit langer Zeit wieder in die Gesetzgebung einbezogen sind:



« Aus unserer Sicht ist das ein großer Schritt in die richtige Richtung. Zudem hat die Regierung ein tripartistisches Gremium eingerichtet, in dem industrie- und verkehrspolitische Entscheidungen unter Beteiligung der Gewerkschaften getroffen werden.»

(Interview Valerio)

Tatsächlich gibt es in Argentinien inzwischen einige Unternehmen, die E-Autos in kleinen Stückzahlen (um die 500) produzieren (infobae 2021). Doch Valerio warnt davor, diese Initiativen überzubewerten: Angesichts der ständigen Dollarnot und der schwierigen ökonomischen Situation hält er es für schwer möglich, den großen Playern ernsthaft Paroli zu bieten.

### 5.5.3 Im Lithiumrausch: Chance auf Industrialisierung oder «neuer ökologischer Kolonialismus»?

Nichtsdestotrotz werden die enormen Hoffnungen, die mit der «doppelten Transformation» in Südamerika verbunden werden, nicht nur von progressiven Regierungen wie denen in Bolivien, Argentinien, Chile (seit März 2022) oder Brasilien (ab 2023) befeuert, sondern auch von sozialen Bewegungen und Gewerkschaften. Verantwortlich dafür ist das Vorhandensein eines für die Elektromobilität lebenswichtigen Rohstoffs: Lithium. Im sogenannten Lithiumdreieck, einem Gebiet in der Grenzregion zwischen Argentinien, Bolivien und Chile, sollen aktuell etwa 58 Prozent der weltweiten Lithiumreserven lagern; wobei im bolivianischen Salar de Uyuni mit 21 Millionen Tonnen die weltweit größten Einzelreserven vorhanden sind (Vogt 2022b). Die Bedeutung des Rohstoffs dürfte in der Zukunft noch wichtiger werden: In den kommenden 35 Jahren, so eine der zahlreichen Schätzungen, könnte sich die Nachfrage verfünffachen (Schmitt 2021).

Chile und – in geringerem Maß – Argentinien setzen bereits seit Jahrzehnten auf einen intensiven und durch private Bergbaukonzerne vorangetriebenen Abbau des Lithiums. Anders Bolivien. Hier wird seit einigen Jahren davon geträumt, die riesigen Vorkommen im Zuge eines nationalen Industrialisierungsprojektes zu fördern: «Wir nutzen unsere Rohstoffe in Souveränität und zum Nutzen der Bolivianer», sagte der bolivianische Staatschef Luis Acre im April 2021 bei einem Symposium zum Thema Lithium in La Paz. Bis 2030 will die Regierung rund 40 Prozent der weltweiten Nachfrage decken können (ebd.).

Das Kalkül liegt auf der Hand: Jahrhunderte waren die Länder der Region auf die Rolle als Exporteure von Rohstoffen festgelegt. Die enormen Lithiumreserven sollen nun genutzt werden, um mit dieser Rolle

zu brechen und eine eigene lithiumverarbeitende Industrie aufzubauen oder zumindest den Abbau in Eigenregie zu organisieren – ohne dass sich internationale Großkonzerne die Renditen aneignen.

Ähnliche Pläne werden inzwischen auch in Argentinien und Chile diskutiert, wo progressive Regierungen jüngst das Ruder übernommen haben. Zu verdanken ist dies auch Bewegungen wie Chile por el Lito, einem starken Bündnis aus indigenen Gruppierungen, Wissenschaftler\*innen und Gewerkschaften. Diesem ist es in den vergangenen Jahren gelungen, eine breite Diskussion im Land über die Rolle von Rohstoffen in der politischen/ökonomischen Entwicklung des Landes anzustoßen. Zuletzt hat die Anfang 2022 ins Amt gewählte Regierung Gabriel Boric die Gründung eines staatlichen Lithiumunternehmens angekündigt. Dessen Ziel soll es sein, den «zukünftigen Generationen saubere und nachhaltige Energie» zu garantieren (Borbolla 2022). Allein die Ankündigung ist ein Novum, denn Chile setzte beim Lithiumabbau bisher komplett auf private Minenfirmen. Die konservative Regierung Pinera hatte sogar noch kurz vor ihrem Ausscheiden Lizenzen für die Ausbeutung von jeweils 80.000 Tonnen Lithium an den chinesischen Automobilhersteller BYD sowie ein chilenisches Minenunternehmen vergeben. Nicht zuletzt dank des Engagements der Organisation Chile por el Lito haben mehrere Gerichte diese Entscheidung inzwischen für ungültig erklärt (Reuters 2022a; Diario Constitucional 2022).

Allerdings ist die Idee eines auf Rohstoffabbau basierenden nationalen Industrialisierungsprojektes alles andere als unumstritten. Vor allem aus den indigenen Gebieten, in denen sich viele der Salzseen befinden, sowie aus der Ökologiebewegung kommt starke Kritik. Beispielhaft ist etwa der Standpunkt der bolivianischen Menschenrechtsaktivistin Vivian Lagrava Flores zu den Industrialisierungsversuchen der bolivianischen Regierung am Salar de Uyuni: «Der Salzsee ist ein einzigartiges Ökosystem. Das wird in der Tragweite nicht von der Regierung anerkannt. Schon jetzt fehlt in der Region Wasser für Landwirtschaft und Tiere.» (suednordfunk iz3w 2022)

Tatsächlich sieht sich das bolivianische Projekt der Industrialisierung des Lithiumabbaus mit großen Problemen konfrontiert: Nach über zehn Jahren musste die Regierung die Ansprüche ziemlich herunterfahren. Es gibt bisher keine nennenswerte Lithiumproduktion in Bolivien, lediglich Pilotversuche, die nicht so recht vorankommen. Auch die angekündigte Batterie «Made in Bolivia» wurde bisher nicht gefertigt – und das trotz getätigter Investitionen von einer Milliarde US-Dollar (suednordfunk iz3w 2022). Inzwischen beschreitet Bolivien einen Mittelweg und setzt auf ein Joint Venture des staatlichen Förderungsunternehmens YLB mit der deutschen Firma ACI Systems Alemania aus Rottweil in Baden-Württemberg.

### Umweltpolitische Risiken der Lithiumförderung

Bei der Gewinnung von Lithium kann eine konventionelle von einer unkonventionellen Methode unterschieden werden. Erstere bezieht sich auf den Abbau aus mineralischen Gesteinen und Sedimentablagerungen, während letztere die Gewinnung aus salzhaltigen Gewässern umfasst, etwa aus Salzseen, wie sie im südamerikanischen Lithiumdreieck zu finden sind. Bei der unkonventionellen Förderung wird das lithiumhaltige Salzwasser aus Hohlräumen des Untergrundgesteins der riesigen Salzseen nach oben in flache Becken gepumpt. Dort wird es mit riesigen Mengen an Süßwasser vermischt und verdampft aufgrund der starken Sonneneinstrahlung in einem zwölf-

bis 24-monatigen Prozess. Die übrig gebliebenen Mineralien werden durch eine chemische Behandlung in Aufbereitungsanlagen voneinander getrennt und zu Lithiumkarbonat verarbeitet. Eines der großen Probleme ist der immense Wasserverbrauch, nicht zuletzt, weil die meisten der Abbauregionen extrem niederschlagsarm sind und ohnehin schon unter Wassermangel leiden. Um eine Tonne Lithium zu gewinnen, werden etwa zwei Millionen Liter Wasser benötigt. Zudem kommt es beim Bohren in den Salinen und dem Pumpen der Solen an die Oberfläche zu einer Vermischung mit dem Süßwasser. So versalzt das Grundwasser (Vogt 2022a; suednordfunk iz3w 2022; Dorn 2021).

Allerdings stößt auch das auf heftigen Widerstand in der betroffenen Region. Indigene Gruppierungen veranstalten große Protestkundgebungen und kritisieren einen Mangel an Transparenz in Regierung und Unternehmen. Sie befürchten negative Auswirkungen auf die regionale Wasserversorgung und bemängeln ausbleibende Einnahmen für die Region (ebd.).

Der bolivianische Ökonom Carlos Arze glaubt sogar, dass die global massiv steigende Nachfrage nach Lithium die Abhängigkeit der exportierenden Länder sogar noch verstärken könnte, und spricht von einem neuen «Ökokolonialismus» (ebd.).

Der chilenische Gewerkschafter Horacio Fuentes sieht diese Probleme ebenfalls, warnt allerdings davor, die Frage pro oder contra Förderung zu kate-

gorisch zu betrachten. Entscheidend sei vielmehr, ob es einer linken Regierung gelinge, die Interessen der unterschiedlichen Gruppen sozial gerecht und demokratisch unter einen Hut zu bringen:

« **Es geht darum, ob wir die Leute und die betroffenen comunidades an den wesentlichen Entscheidungen beteiligen. Bei Chile por el Litio ist uns das bisher gut gelungen. Hier haben wir eine Reihe gemeinsamer Demonstrationen organisiert, an denen sowohl Gewerkschaften als auch indigene Organisationen teilgenommen haben.**»

(Interview Fuentes)

## 6 VERÄNDERUNGEN IN DEN WERTSCHÖPFUNGSKETTEN

### 6.1 DIE ANTRIEBSBATTERIE: DISRUPTIVE SCHLÜSSELTECHNOLOGIE UND ZENTRALE HERAUSFORDERUNG FÜR DIE GEWERKSCHAFTLICHE ORGANISIERUNG

Die Antriebsbatterie ist die zentrale Schlüsselkomponente des Elektroautos. Zwar haben auch konventionelle Kraftfahrzeuge aufladbare Batterien (Akkumulatoren), die hauptsächlich für den Startvorgang unverzichtbar sind. Für den Betrieb eines Elektroautos sind aber viel größere Energiemengen nötig; Antriebsbatterien speichern heute ungefähr 100-mal so viel Strom wie eine herkömmliche Starterbatterie. Antriebsbatterien sind deshalb nicht einfach nur größer dimensionierte Starterbatterien, sondern eine grundlegend neue Komponente.

Technisch sind verschiedene Typen von Stromspeichern für den Einsatz in Elektrofahrzeugen geeignet. Seit etwa einem Jahrzehnt werden vorrangig Lithium-Ionen-Akkumulatoren – ähnlich denen,

die man aus Mobiltelefonen kennt – als Antriebsbatterien eingesetzt. Lithium-Ionen-Akkus gibt es in unterschiedlichen Varianten mit unterschiedlichen Eigenschaften. Sie haben sich durchgesetzt, weil sie derzeit die größte Reichweite zu vergleichsweise niedrigen Kosten bieten.

**Abbildung 34** zeigt den Aufbau von Lithium-Ionen-Batterien. Sie bestehen aus einer Anode (Negativpol, meist aus Graphit), einer Kathode, die sich aus verschiedenen Kombinationen von Metalloxiden zusammensetzt (meist der Metalle Lithium, Nickel, Mangan und Kobalt in unterschiedlichen Varianten) sowie einer Elektrolytflüssigkeit, die das Salz Lithiumhexafluorophosphat enthält. Lithium-Ionen-Batterien bieten auf dem momentanen Stand der Technik im Vergleich zu anderen Batterietypen die höchsten Energiedichten. Maßstab für die Qualität der Batterien ist deren Energiedichte, die in Kilowattstunden gemessen wird, das heißt, die Menge an Energie, die pro Gewichtseinheit gespeichert werden kann.

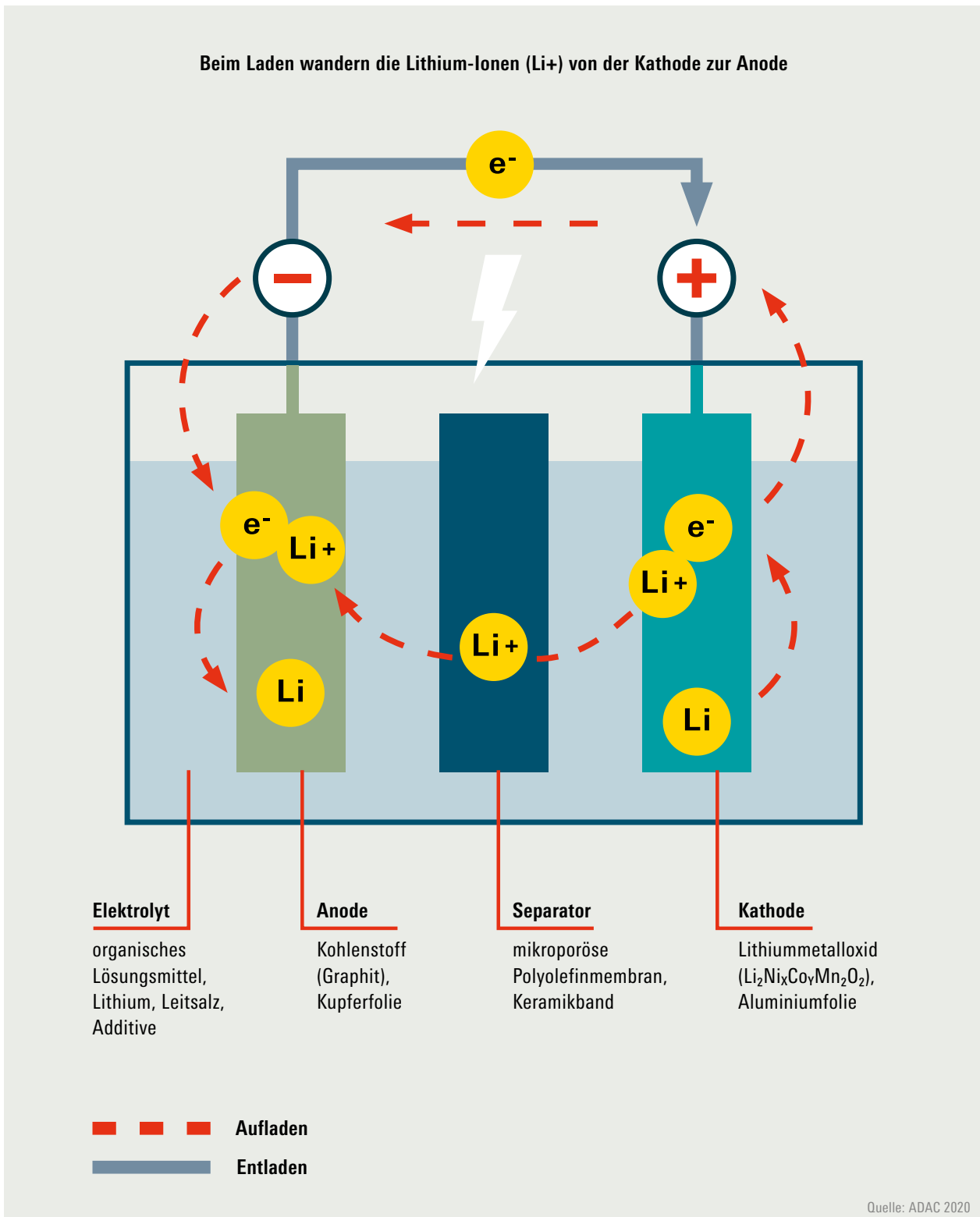
#### Wie sieht die Batterie von morgen aus?

Als vielversprechend gilt derzeit die Entwicklung von **Natrium-Ionen-Akkus**, die die Batterieproduktion unabhängig vom kritischen Rohstoff Lithium machen könnten, sowie von **Feststoffbatterien**. Letztere sollen eine höhere Reichweite haben und rascheres Aufladen ermöglichen.

Geforscht wird auch an Lithium-Schwefel-, Zink-Luft- oder Aluminium-Ionen-Akkus sowie völlig neuartigen Speichertypen wie intelligenten Membranen oder graphenbasierten Superkondensatoren. Grundsätzlich erhofft sich die Industrie kürzere Aufladezeiten, höhere Betriebssicherheit, eine Verringerung der Rohstoffabhängigkeit sowie längere Lebenszyklen.



Abbildung 34: Hauptkomponenten einer Lithium-Kobalt-Batterie

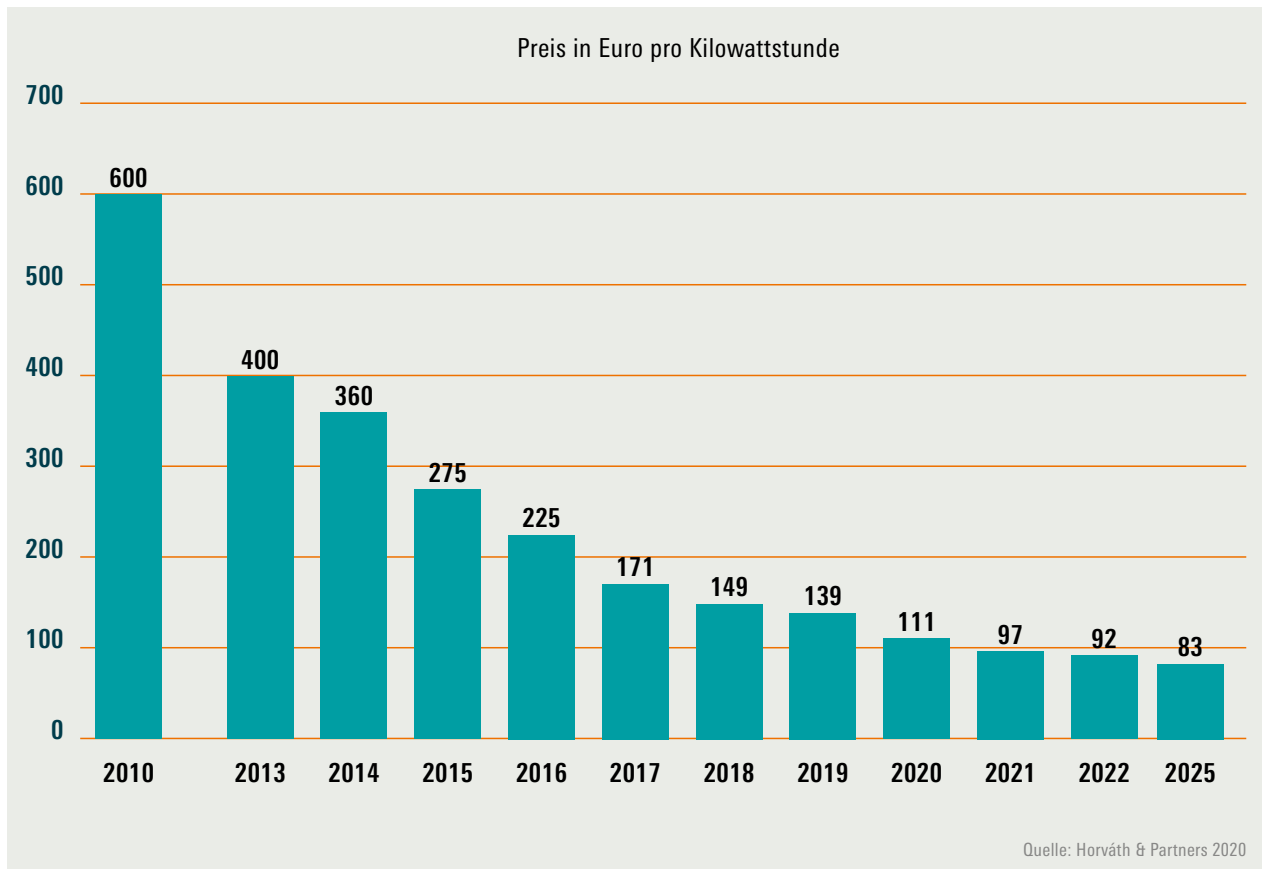


### Gesunkene Herstellungskosten

Wie [Abbildung 35](#) zeigt, sind die Herstellungskosten für Lithium-Ionen-Akkus in den vergangenen drei Jahrzehnten um 97 Prozent gesunken, wobei sich der Preisverfall vor allem auf das letzte Jahrzehnt konzentriert und hier rund 80 Prozent ausmacht. Die Gründe

liegen in verbesserten Verfahren und Skaleneffekten durch Massenproduktion. Erst durch diesen Kostensprung wurde die Großserien- und Massenproduktion von Elektroautos überhaupt möglich. Dennoch ist die Antriebsbatterie immer noch das teuerste Bauteil eines Elektroautos. Ihr Anteil an der Wertschöpfung

Abbildung 35: Preisentwicklung für Lithium-Ionen-Akkus weltweit (2010–2019 und Prognose bis 2025)



liegt derzeit bei rund 30 bis 40 Prozent (Bauer et al. 2019).

### 6.1.1 Disruptive Schlüsseltechnologie

Anders als die zentralen Komponenten konventioneller Autos werden die Batterien für Elektroautos aber nicht von den traditionellen Automobilherstellern selbst gefertigt. Auch die großen Automobilzulieferer sind daran bislang nicht beteiligt. Die komplett neue Komponente Fahrzeugbatterie kommt überwiegend von spezialisierten Produzenten aus der **Elektronikindustrie** – insbesondere Unternehmen, die selbst jahrzehntelange Erfahrungen mit der Herstellung von Lithium-Ionen-Akkus etwa für Mobiltelefone haben. Anders als die traditionelle Automobil- und Zulieferindustrie können sie auf etablierte Beziehungen zu den einschlägigen Rohstoff- und Halbfabrikatlieferanten zurückgreifen.

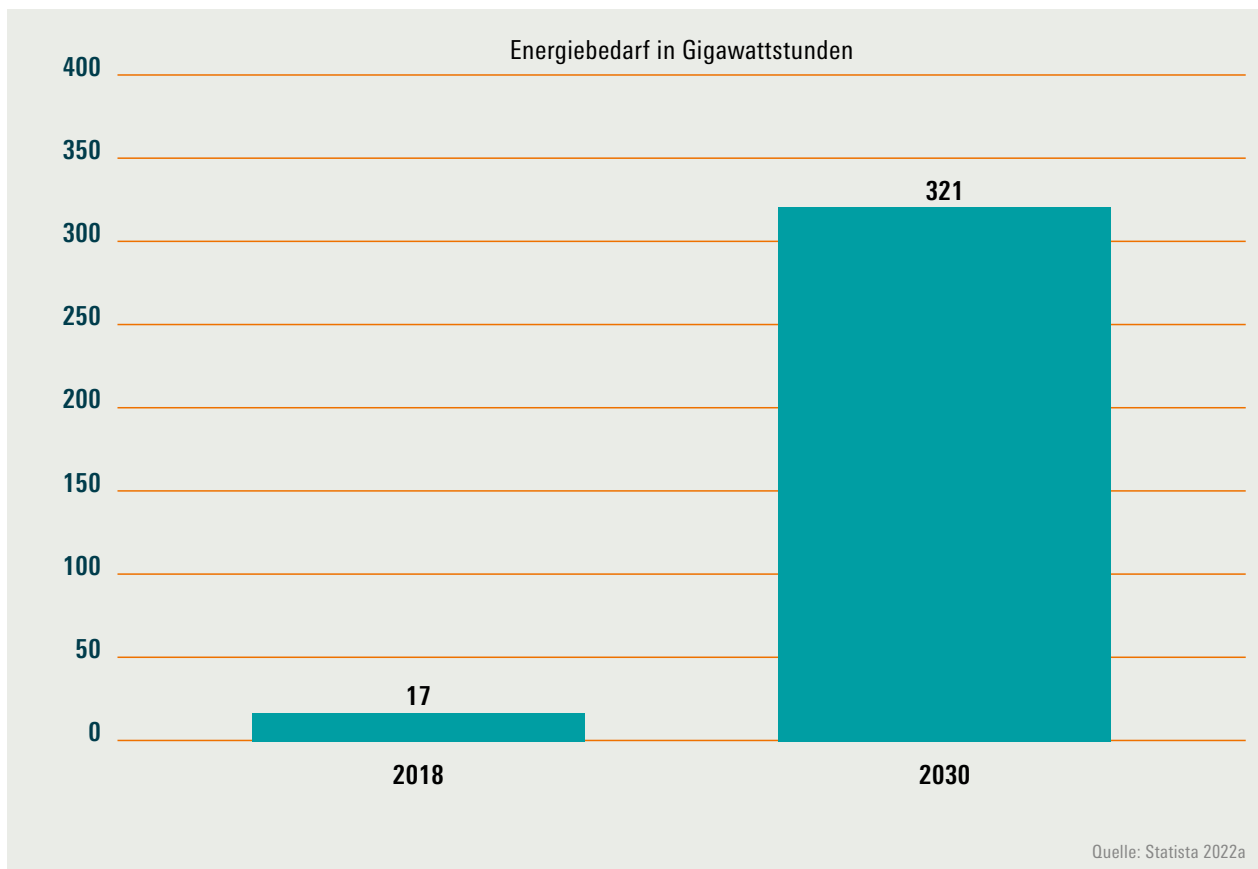
Eine disruptive Technologie ist die Antriebsbatterie deshalb in doppelter Hinsicht: Sie ermöglicht einen grundlegenden Wechsel der Antriebstechnologie und ist zugleich aber auch ein Treiber der konstruktiven Zerstörung der bisherigen industriellen Struktur des Automobilsektors. Glaubt man Wissen-

schaftler\*innen wie Boy Lühje, hat die Schlüsselkomponente Antriebsbatterie eine **Pilotfunktion** bei der **Durchsetzung eines modularen Produktionsmodells** in der Automobilindustrie. Was ist damit gemeint?

«*Meiner Meinung nach entwickelt sich die Automobilindustrie in Richtung einer Produktionsstruktur, wie wir es etwa aus der Handfertigung oder der Elektronikindustrie kennen: Nicht die Hersteller der Endprodukte beherrschen die Wertschöpfungskette, sondern die Lieferanten der Komponenten. Die OEMs werden zu Followern.*»  
(Interview Lühje)

Schon heute, so Lühje, kommt den Batterieproduzenten bei der Neustrukturierung der globalen Produktionsnetzwerke eine Schlüsselrolle zu: «Die wichtigsten Player bei Hardwarekomponenten sind im Bereich der Batterieproduktion angesiedelt. Es sind chinesische Unternehmen wie CATL oder BYD.» (Interview Lühje, siehe auch Lühje 2006, 2019a, 2019b)

Abbildung 36: Jährlicher Energiebedarf von E-Autobatterien weltweit (2018 und Prognose für 2030)



Und ihnen stehen goldene Zeiten bevor. Denn die **globale Nachfrage nach Antriebsbatterien** ist in den letzten Jahren rasant gestiegen und steigt weiter (siehe Abbildung 36). Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI erwartet, dass die Nachfrage nach Lithium-Ionen-Zellen allein für die Elektromobilität bis 2030 um das 20- bis 40-Fache steigen wird (Diermann 2020).

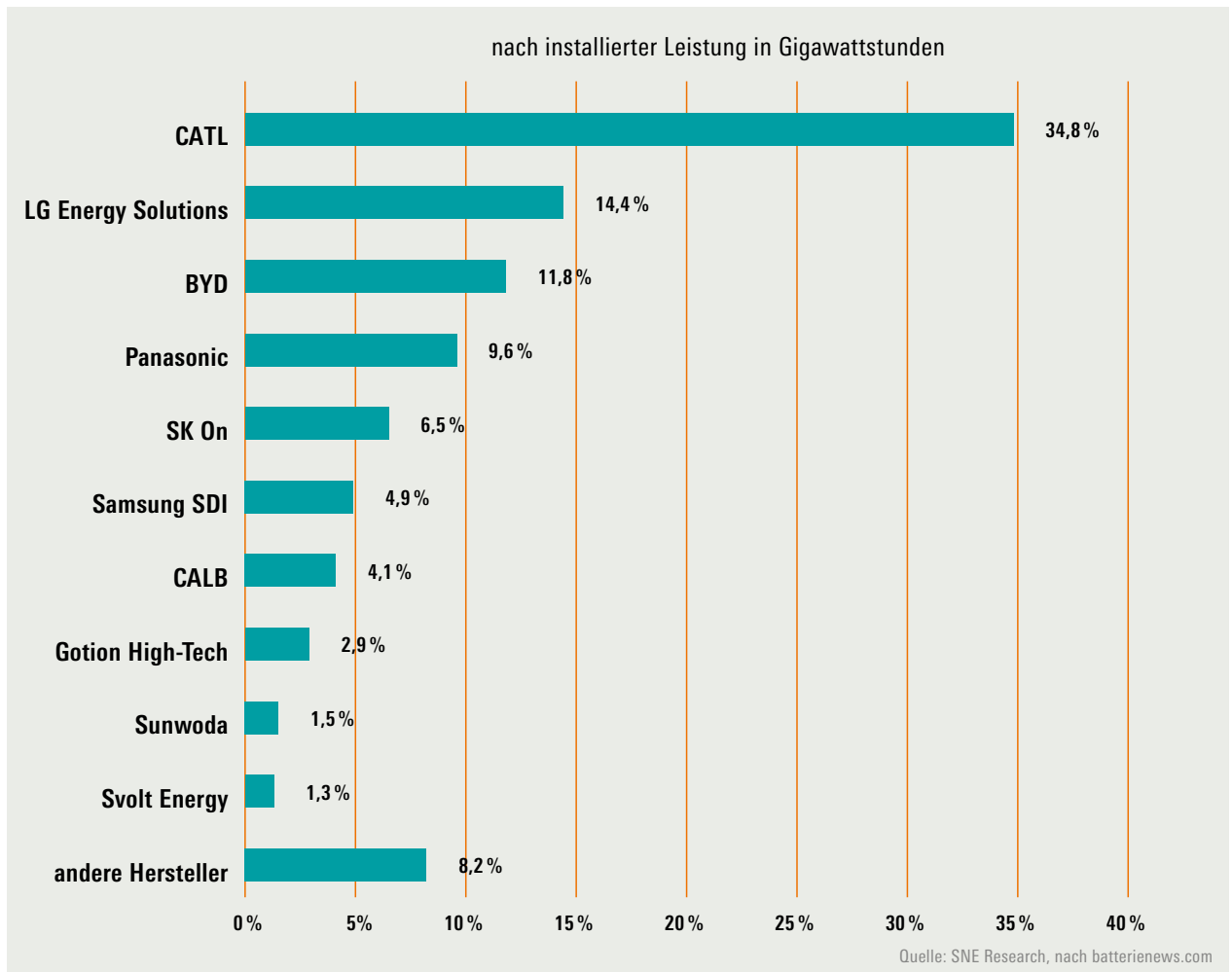
### 6.1.2 Big Player sitzen in Asien

**Chinesische, südkoreanische und japanische Unternehmen** dominieren bislang den Weltmarkt, wobei chinesische Firmen in den vergangenen Jahren erheblich an Markteinfluss gewonnen haben (Bork 2022b). Der Umsatzanteil am Weltmarkt europäischer Batteriehersteller ist verschwindend gering und lag 2020 bei sechs Prozent (Schulte 2021). Das hat vor allem mit der über Jahrzehnte entwickelten Technologieführerschaft asiatischer Hersteller zu tun. Offenbar glaubten viele westliche Automobilhersteller und -zulieferer, dass der Zug schon abgefahren sei. Exemplarisch in diesem Zusammenhang sei die Entscheidung von Bosch aus dem Jahr 2018, sich sowohl aus der Forschung zu Batteriezellen herauszuziehen als

auch auf die Produktion von Batterien in Deutschland zu verzichten. Der Grund: Angesichts der etablierten asiatischen Konkurrenz und deren Kostenvorteilen rechneten sich die Stuttgarter als Newcomer keine Chancen aus (Buchenau 2018).

Ganz anders die aufstrebenden chinesischen OEMs, wie etwa das Unternehmen **BYD**. Obwohl BYD nach Umsatzzahlen 2021 «nur» auf Platz vier der globalen Batterieproduzenten rangierte und als Marke in Europa einem breiteren Publikum noch kaum bekannt ist: BYD ist gegenwärtig die globale Nummer eins beim Verkauf von NEVs, also von Elektroautos und Hybridfahrzeugen. Beim Verkauf von reinen E-Pkw liegt BYD aktuell (Mitte 2022) knapp hinter Tesla (Bork 2022c). Der Konzern ist zudem ein vertikal integriertes Elektronikunternehmen, das neben Batterien für die eigenen Fahrzeuge auch Speichersysteme für Solar- und Windkraftanlagen und für öffentliche Nahverkehrssysteme herstellt und sich auf vielfältige Weise in «Smart City»-Technologien engagiert. Vor allem ist BYD wie viele andere chinesische Batterieunternehmen bestrebt, große Teile der Wertschöpfungskette der Batterieproduktion zu kontrollieren (Lüthje 2022). Das Unternehmen ist bereits an einigen chinesischen Lithiumproduzenten beteiligt. Zuletzt häuften sich Berichte über den

Abbildung 37: Top-10-Batteriehersteller für Elektroautos weltweit (1. Hj. 2021)



### Exkurs: Warum ist Asien führend in der Batterieproduktion?

Der Lithium-Ionen-Akku, der jetzt als Antriebsbatterie für das Elektroauto benutzt wird, ist an sich keine technologische Revolution. Aufbauend auf universitären Grundlagenforschungen aus den 1970er-Jahren arbeiteten vor allem japanische Elektronikkonzerne wie Toshiba und Panasonic in den 1980er-Jahren an einer industriellen Umsetzung. 1991 brachte Sony den ersten kommerziellen Lithium-Ionen-Akku auf den Markt – zur Stromversorgung der Hi8-Videokamera CCD-TR1. Lithium-Ionen-Akkus versorgen seither tragbare Geräte mit hohem Energiebedarf, für die die bis dahin gebräuchlichen Nickel-Cadmium- oder Nickel-Metallhydrid-Akkus zu schwer oder zu groß sind. Sie finden sich in Digitalkameras, Camcordern, Notebooks, Handheld-Konsolen, Taschenlampen sowie

Mobiltelefonen und Tablets. Im letzten Jahrzehnt haben sie in der Elektromobilität ein neues Einsatzfeld gefunden – als Energiespeicher für Pedelecs, Elektrorollstühle, Hybridfahrzeuge und schließlich Elektroautos.

« Das Produktions-Know-how für Lithium-Ionen-Akkus reift in der ostasiatischen Elektronikindustrie also seit drei Jahrzehnten, weil es sowohl in Japan und Südkorea als auch in China eine Massenfertigung von Batterien gibt. Allein in der chinesischen Großregion Pearl River Delta gibt es mindestens 25 große Batteriefabriken.»

(Interview Lühje)



### Spotlight: Teslas strategische Partnerschaft mit Panasonic

«Mit Panasonic wurde in dieser Phase eine strategische Partnerschaft vereinbart, im Zuge derer Panasonic \$ 30 Mio. in Tesla investierte. Über diese Investition hinaus hat Tesla gemeinsam mit Panasonic «co-innoviert» und eine Batterie der nächsten Generation entwickelt. Zur Ausstattung des Model S wurde im Oktober 2011 mit Panasonic ein Abkommen über eine Lieferung der Batteriezellen für 80.000 Lithium-Ionen-Batterien in

den nächsten vier Jahren geschlossen. Im Jahr 2019 hat Tesla zudem im Stillen den kanadischen Batteriezellenhersteller Hibar Systems und den US-Hersteller von Speicher- und Übertragungstechnologie (Ultrakondensatoren) Maxwell Technologies für \$ 218 Mio. übernommen, wodurch sich Tesla die Kompetenzen einverleibte, selbst Batteriezellen herzustellen.» (Boes/Ziegler 2021: 31 f.)

Erwerb von Lithiumminen in Lateinamerika (siehe Kapitel 5.5.3) und Afrika (Gusbeth et al. 2021). **Abbildung 37** gibt einen Überblick über die weltweit größten Batteriehersteller.

#### 6.1.3 Expansion, Partnerschaft, Technologietransfer, aufholende Entwicklung: Wo steht Europa?

Diese Abhängigkeit insbesondere von China hat man auch in Brüssel erkannt. Deshalb fördert die Europäische Union seit einigen Jahren industriepolitisch die einheimische Antriebsbatterieproduktion, um mittel- bis langfristig strategisch unabhängiger von den asiatischen Technologieführern zu werden. 2017 wurde deshalb die EU-Batterieallianz (EBA) ins Leben gerufen. Der Initiative gehören 14 EU-Mitgliedstaaten, die Europäische Investitionsbank sowie 500 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen an, die gemeinsam den Aufbau einer europäischen Batterieindustrie anstreben. Ziel ist es, bis 2025 Batteriezellen für sieben bis acht Millionen Elektroautos jährlich zu produzieren (EBA 2022). **Abbildung 38** gibt einen Überblick über die aktuell in Europa existierende und angekündigte Batterieproduktion.

Kooperationen existieren sowohl mit asiatischen Batterieproduzenten, die auf diesem Weg Produktionskapazitäten auch in Europa und den USA aufbauen, als auch mit europäischen und nordamerikanischen Chemie- und Batterieproduzenten, die versuchen, den technologischen Rückstand gegenüber den Marktführern aus Fernost aufzuholen.

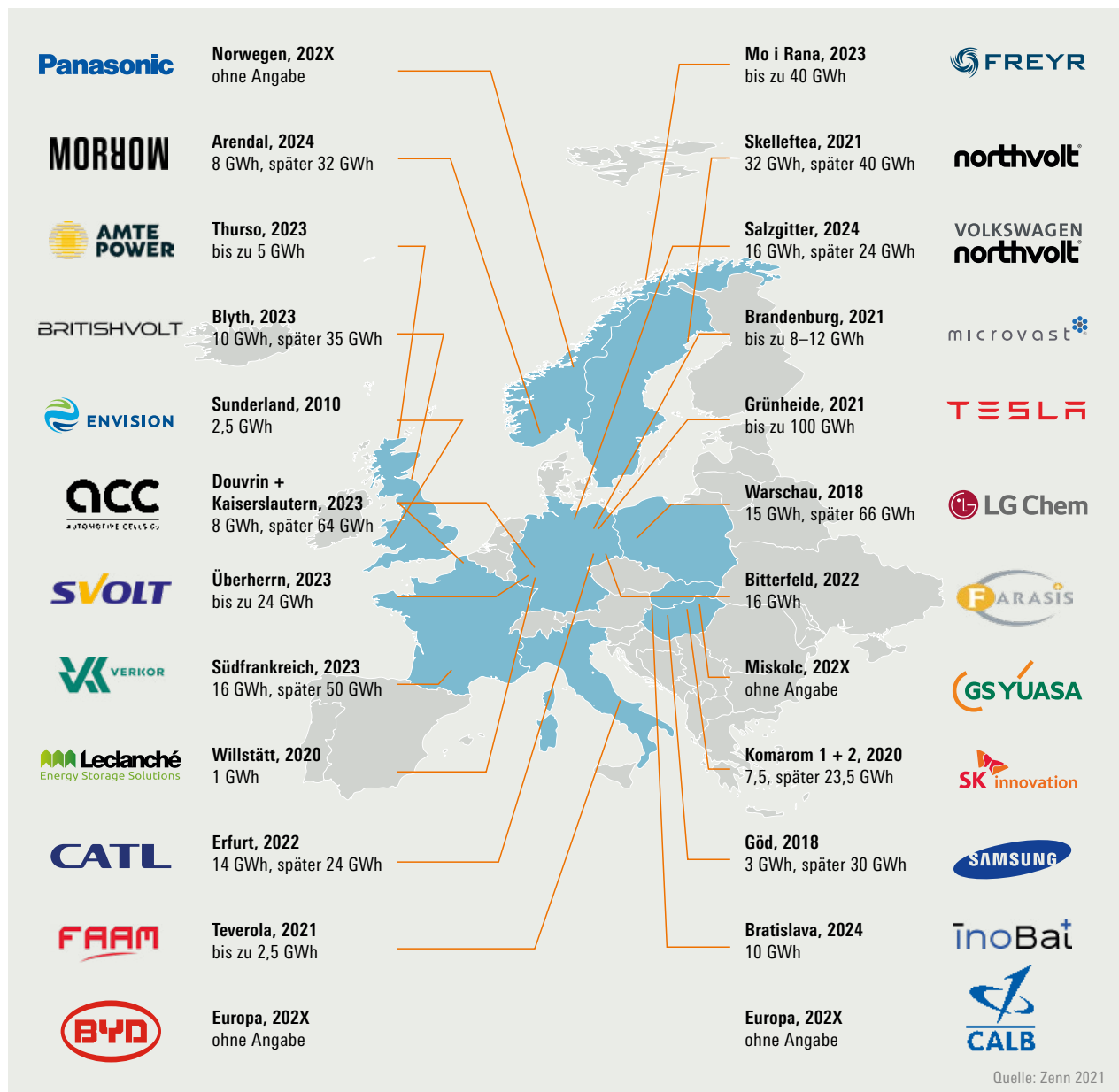
Insbesondere die **deutsche Automobilindustrie** – als wichtigste in Europa – hat ihren bisherigen Kurs revidiert und würde nun gern mittel- bis langfristig bei der Batteriezellenproduktion wirtschaftlich und technologisch eine Vorreiterrolle einnehmen. Das Ziel: Bis 2030 sollen 30 Prozent der weltweit benötig-

ten Batterien aus Deutschland oder Europa kommen (Schulte 2021).

Bleibt Europa Batterie-Niemandsland oder gelingt es, auch hier industrielle Wertschöpfung aufzubauen? Nach den Vorstellungen von Industrie, Betriebsräten und Gewerkschaften wie der IG Metall soll es auch in Europa künftig eine nennenswerte Batterieproduktion für Elektroautos geben (siehe **Abbildung 38 nächste Seite**).



Abbildung 38: Geplante oder im Bau befindliche Batteriefabriken in Europa



**Volkswagen** plant, zusammen mit dem schwedischen Unternehmen **Northvolt** sechs Batteriefabriken in Europa zu errichten. Bis 2030 sollen in bis zu 80 Prozent aller VW-Elektrofahrzeuge eigene Batterien verbaut werden. Auch mit dem Systemzulieferer Bosch will VW ein Gemeinschaftsunternehmen zur Batteriefertigung gründen (T3n Magazin 2022). Die VW-Tochter **Porsche** plant gemeinsam mit der deutschen Firma Customcells den Bau einer Batteriezellenfabrik im baden-württembergischen Tübingen. **Mercedes-Benz** will acht Batteriefabriken bauen. Vier davon sollen in Europa entstehen, eine in den USA und drei in Asien. **BMW** produziert derzeit schon an drei Standorten in Deutschland Batterien für Elektroautos. Technologisch will BMW die Entwick-

lung von Feststoffbatterien vorantreiben und laut Entwicklungsvorstand Frank Weber «bis zum Ende des Jahrzehnts [...] eine automotivetaugliche Feststoffbatterie für den Serieneinsatz realisieren» (zit. n. Fasse 2021). **Tesla** will neben seinem Automobilwerk in Grünheide in den nächsten Jahren für rund fünf Milliarden Euro eine Fabrik für Batteriezellen errichten. Auch der deutsche Batteriehersteller **Varta** will in die Produktion von Akkus für Elektrofahrzeuge einsteigen.

#### Technologischer Rückstand zementiert?

Ob europäische und US-amerikanische Hersteller den Vorsprung der asiatischen Konkurrenz aufholen können, ist allerdings fraglich. Für die Batteriefertigung

tigung braucht es ein ganz spezifisches Fertigungs-Know-how, das sich von den Kernkompetenzen der traditionellen Automobilindustrie und großen Zulieferer erheblich unterscheidet: Die Antriebsbatterie ist kein mechanischer Gegenstand wie etwa ein Kolbenmotor oder Getriebe, sondern im Prinzip ein Gefäß, in dem elektrochemische Reaktionen stattfinden. Das Produktionswissen aus der traditionellen Automobilindustrie oder selbst aus der traditionellen IT-Industrie hilft hier nicht viel weiter. Das Hauptproblem bei der Batteriefertigung besteht darin, den Massenproduktionsprozess der Batteriezellen technisch so stabil zu machen, dass es keine Ausfälle gibt. Denn eine Antriebsbatterie hat, anders als eine herkömmliche Starterbatterie, nicht drei, sechs oder zwölf Zellen, sondern Hunderte oder Tausende. Wenn von ihnen nur eine nicht funktioniert, kann das innerhalb kurzer Zeit zu einem beschleunigten Verschleiß und Totalausfall führen. Die traditionellen europäischen und US-amerikanischen Batterieproduzenten – ob Traditionsunternehmen wie Varta und Saft oder Start-ups wie Northvolt – können nicht auf jahrzehntelange Erfahrungen mit der Massenproduktion von Lithium-Ionen-Akkus zurückgreifen wie die asiatischen Hersteller von Unterhaltungselektronik.

## 6.2 DIE SOFTWARE: KEIN ANBIETER AUF DER GOOGLE-PLATTFORM WERDEN?

### 6.2.1 Wege aus der Abhängigkeit

#### « Tech oder Tod. »

(Ex-VW-CEO Herbert Diess,  
zit. n. Hubik/Tyborski 2022)

Im Zuge der Digitalisierung des Automobils – als einem der beiden Hauptstränge der «doppelten Transformation» – bekommt die im Produkt verbaute Software einen völlig neuen Stellenwert, sowohl mit Blick auf die Erwartungen der heutigen Kund\*innen als auch als Faktor für die künftige Wertschöpfung. Softwareentwicklung gehört aber bislang definitiv nicht zu den Kernkompetenzen der traditionellen Automobilhersteller. «Früher haben wir unseren Zulieferern die Programme geliefert und dann nicht mehr eingegriffen. Die sind dann zehn, fünfzehn Jahre gelaufen», zitiert das *Handelsblatt* Herbert Diess (Murphy et al. 2022). Der im August 2022 von Oliver Blume abgelöste VW-CEO hat offensichtlich erkannt, dass dieses Modell nicht mehr tragfähig ist: Um heute am Markt

zu bestehen, muss die Software laufend angepasst werden. Es braucht «ständige Aktualisierung, wie beim Smartphone» (ebd.).

Diess' Schlussfolgerung lautet: Wir müssen es selbst machen. «Software gehört heute einfach zum Produkt dazu. Die können sie nicht delegieren.» (Ebd.) Ein Kurs, der auch von befragten Betriebsratsvertreter\*innen geteilt wird:

« Wir müssen aufpassen, dass wir nicht zu irgendeinem Anbieter auf der Google-Plattform werden, wo wir nur noch die Autos bereitstellen und andere das Geld an den digitalen Services verdienen [...]. VW muss ein digitales Ökosystem um die Autos herum entwickeln und digitale Möglichkeiten schaffen. Das Auto wird ein High-End-Rechner auf Rädern. Das wird wie ein Smartphone. Das Smartphone ist der Maßstab. » (Interview VW-Betriebsrat 1)

Eine Maßnahme, die VW ergriffen hat, um mit dieser Entwicklung Schritt zu halten, war die Gründung einer eigenen Softwaretochter, der Car.Software.Org (CSO) im Jahr 2019. Seit März 2021 heißt das Unternehmen Cariad. Es beschäftigt nach Unternehmensangaben aktuell mehr als 5.000 Mitarbeiter\*innen, die an der Entwicklung einer einheitlichen Softwareplattform für alle Pkw-Marken des Konzerns sowie an einer Automotive Cloud arbeiten, für die es eine Kooperation mit Microsoft gibt. Offizielles Ziel ist die Steigerung des Softwareeigenanteils von derzeit zehn auf 60 Prozent (Cariad 2022). Einen ähnlichen, wenngleich nicht ganz so ambitionierten Weg beschreiten die beiden deutschen Premiumhersteller Mercedes-Benz und BMW mit ihren jüngst gegründeten Softwaretöchtern Mbition und BMW Car IT.

Boes und Ziegler beschreiben diese Strategie als Weichenstellung für die Entwicklung «strategische[r] Bausteine wie Betriebssysteme für Autos, die analog zur Situation bei Smartphones absehbar in Lizenz genutzt werden können» (Boes/Ziegler 2021: 20). Natürlich geht es auch darum, über permanente «on-air-updates» fortwährend Geld zu verdienen. Diess' Nachfolger Blume war zuletzt vom 60-Prozent-Ziel abgerückt und will offenbar stärker auf die Unterstützung deutscher Zulieferer wie Bosch und Continental setzen (Tyborski 2022).

VW ist zumindest unter den deutschen Herstellern das Unternehmen, das mit Abstand am meisten Ressourcen in diesen Weg investiert. Ob VW ihn auch konsequent gehen wird, ist allerdings mit Fragezeichen zu versehen. Medienberichten zufolge hinkt Cariad bei der Entwicklung des eigenen Betriebssystems massiv hinterher (Hubik et al. 2022).

Boes und Ziegler kommen zu folgender Schlussfolgerung:

« Auch wenn es mitnichten ausgemacht ist, ob es dem VW-Konzern gelingt, das Betriebssystem VW-OS zu entwickeln und als konkurrenzfähiges Standardprodukt über den Konzern hinaus zu vertreiben, liegt in dieser Entscheidung die erfolgsgleichende Grundlage für eine erfolgreiche Transformation zum Technologieunternehmen. Mit anderen Worten: Was es auch immer für den VW-Konzern bedeuten wird, ein Technologieunternehmen zu sein – ohne eine neue Softwarekompetenz ist es nicht denkbar, dass es dem Unternehmen gelingt, dieses strategische Ziel zu erreichen.»

(Boes/Ziegler 2021: 97)

Aus verschiedenen Gründen gehen also (nicht nur deutsche) OEMs dazu über, ihre eigenen Software-töchter aufzubauen. Angesichts der wachsenden Bedeutung von Software will man sich nicht von dem externen Know-how der Big-Tech-Konzerne abhängig machen. Für Premiummarken wie Mercedes spielt es darüber hinaus eine Rolle, dass man sich von dem abheben muss, was die Massenhersteller anbieten. Die-

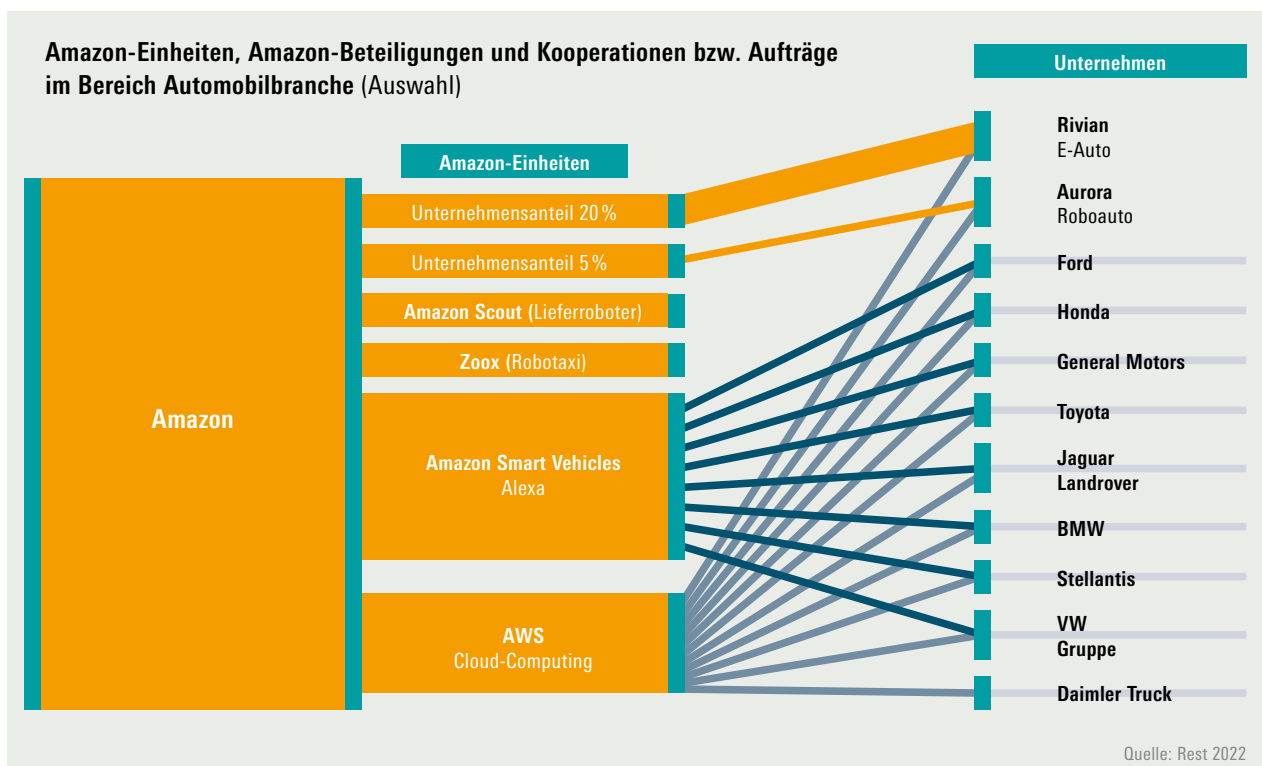
se können relativ problemlos auf ein Navi mit Google Maps zurückgreifen – die Kund\*innen von Daimler oder Porsche würden das nicht akzeptieren. Sie brauchen etwas «Besseres» – ob das Produkt wirklich besser ist, steht allerdings auf einem anderen Blatt.

Hinzu kommt, dass sich die Nutzer\*innen bei den «Umsonstanbietern» wie Google Maps, Waze, Magic Earth oder HereWeGo in der Regel bereit erklären müssen, ihre Daten offenzulegen (Martin 2022) – dazu ist die Kundenklientel der Premiummarken aber eher nicht bereit.

Gegen das «Machen statt Einkaufen» gibt es intern in den Konzernen aber auch Widerstand, vor allem aus den in den vergangenen Jahren sehr mächtig gewordenen Einkaufsabteilungen. Diese fürchten bei zu viel Inhousing um ihre Existenzberechtigung und wehren sich dagegen, wie es jeder bürokratischen Struktur zu eigen ist (Interview VW-Betriebsrat 2; Interview Softwaretochter OEM).

Andere, eher im Massenmarkt verankerte und womöglich weniger finanzstarke Hersteller gehen einen stärker arbeitsteiligen Weg, sparen sich in weiten Teilen den Aufbau einer eigenen, aufwendigen Betriebssystementwicklung und setzen auf Kooperation mit Big Tech, so etwa die Volvo-Tochter Polestar, bei deren Modell Polestar 2 es sich «um das erste Auto handelt, auf dem Android Automotive als Betriebssystem für das Multimedia-Subsystem läuft» (Boes/Ziegler 2021). Der auf Massenmotorisierung orientierte Stellantis-

Abbildung 39: Amazons Verbindung zur Autoindustrie



Konzern fokussiert auf eine Zusammenarbeit mit dem Internetgiganten Amazon (Hubik/Tyborski 2022). Welche Strategie am Ende die erfolgreichere sein wird, ist heute nur schwer absehbar. Fakt ist aber, dass die Bedeutung von IT-Unternehmen in der Automobilindustrie zunehmen wird. Wie weit verzweigt die Vernetzung eines Unternehmens wie Amazon mit der Branche bereits heute ist, zeigt **Abbildung 39**.

Amazon unterhält zum einen Beteiligungen, so etwa am E-Auto-Start-up Rivian von 20 Prozent. Hier hat Amazon bereits 100.000 elektrische Lieferwagen geordert. Zum anderen arbeiten Unternehmenseinheiten direkt an Innovationen für die Automobilproduktion. Amazon Scout entwickelt Lieferroboter und Zoox, ein 2020 eingekauftes Start-up aus dem Silicon Valley, baut Robotaxis. Schließlich ist Amazon über Tochterfirmen für praktisch alle großen OEMs tätig: AWS liefert Architektur für «over-the-air-updates» und Technik zur Erfassung von Fahrzeugdaten in Echtzeit. Amazon Smart Vehicles vertreibt mit einer speziell auf das Automobil zugeschnittenen Variante des Sprachassistenten Alexa weit mehr als ein Infotainment-System. Über Amazons Sprachsoftware könnten demnächst unterschiedlichste Dienste wie Navigation, Regelung von Temperatur oder Licht, Einkaufs- oder Bezahlendienste abgewickelt werden.

### 6.2.2 Gewerkschaftliche Perspektiven: Hindernisse und Chancen

Für die gewerkschaftliche Strategie hat der neue Stellenwert von Softwareentwicklung in der Automobilindustrie in jedem Fall eine enorme strategische Bedeutung:

«**Das Entscheidende ist eigentlich, diese Riesenarmee an IT-Leuten zu organisieren. Gerade Volkswagen und Tesla sind da wirklich sehr autark unterwegs. Die sagen im Prinzip, das ist jetzt unsere neue Kernkompetenz. Die Leute stellen wir selbst ein, koste es, was es wolle. Die Leute sind nicht billig, aber es wird natürlich auch ausgebildet usw. Aus gewerkschaftlicher Sicht ist es zentral, da reinzukommen.**»

(Interview Leutert)

Für die Gewerkschaften ist die Ansprache und Organisation der Beschäftigtengruppen im IT-Bereich kein Heimspiel – ähnlich wie für die Automobil-OEMs gehört Softwareentwicklung nicht zu ihren traditionellen Kernkompetenzen. Hier ist eine ganze Reihe an soziokulturellen Hürden zu nehmen, wie ein interviewter Programmierer einer Softwarefirma eines großen deutschen OEMs ausführte:

«**Betriebsratsarbeit ist das Gegenteil von dem, was Programmierer gerne tun. Man muss mit Menschen reden, mit Human Resources reden, sich mit juristischem Kram auseinandersetzen. Aber ich schätze es sehr, allein zu arbeiten.**»

(Interview Softwaretochter OEM)

Hinzu kommt, dass Informatiker\*innen derzeit von den Unternehmen stark umworben werden und auch auf individuellem Weg oft gute Arbeitsbedingungen aushandeln können. Dennoch reagiert auch diese relativ privilegierte und hoch qualifizierte Beschäftigtengruppe auf soziale Ungerechtigkeiten und fühlt sich von Dumpingkonkurrenz, die mitunter auch in den Konzernen selbst existiert, zumindest latent bedroht: «Ein Beschäftigter in [Name der Stadt des Hauptsitzes des OEMs] kostet so viel wie zwei Berliner oder sechs Inder.» (Interview Softwaretochter OEM) Insofern gibt es auch im Bereich der Softwareentwicklung durchaus Chancen für gewerkschaftliche Organisation. Dies zeigt etwa die im Frühjahr 2022 mit Unterstützung der IG Metall durchgeführte Betriebsratswahl bei der Mercedes-Softwaretochter MBiton in Berlin.

## 6.3 HALBLEITER

### 6.3.1 Wachsender Bedarf

Mit der «doppelten Transformation» wächst die Bedeutung elektronischer Komponenten in Fahrzeugen – und zwar qualitativ und quantitativ. Dadurch verändert sich die Rolle der Halbleiterhersteller innerhalb der Wertschöpfungsketten: Ihr spezifisches Gewicht wächst, Endhersteller werden zunehmend abhängiger von Chipproduzenten.

Warum wächst der Bedarf an Elektronikbauteilen? Dies hat vor allem zwei Gründe. Im Zuge der **Digitalisierung** werden Autos immer mehr «zum Datenzentrum auf Rädern, das mit der Cloud verbunden ist», wie es Patrick Morgan, Vice President Automotive bei Analog Devices, einem der weltweit größten Halbleiterhersteller, ausdrückt (zit. n. Vollmer 2021: 3). Je mehr Fahrassistenzsysteme, Steuerungseinheiten, Navigations- und Unterhaltungstechnik in modernen Pkw verbaut werden, desto mehr Halbleiterelemente werden benötigt – Prozessoren, Speicherchips und Displays, um nur einige Beispiele zu nennen. Dieser Trend zeichnet sich bereits seit Jahren ab, völlig unabhängig von der Frage, welche Art von Motor die Autos antreibt.

Die **Elektrifizierung des Antriebsstrangs verstärkt** den Bedarf der Automobilindustrie an Halbleiterkom-



ponenten jedoch enorm. Denn die Elektromotoren werden durch eine aufwendige Leistungselektronik gesteuert. Ausgeklügelte Batteriemanagementsysteme benötigen umfangreiche Rechenleistung und Steuerungshardware. Durch den Schwenk der Automobilhersteller auf Elektroautos erhöht sich nach Einschätzung von Brancheninsider Morgan die Nachfrage in diesem Bereich jährlich um 35 bis 40 Prozent. Eine McKinsey-Studie geht von einem Wachstum der globalen Halbleiterproduktion um sechs bis acht Prozent jährlich bis 2030 aus. Der Hauptanteil der Nachfrage wird aus der Automobilindustrie erwartet (Pillau 2022).

Nach einer Untersuchung von Sylvia Stieler und Benjamin Frieske steigen allein durch die Elektrifizierung die Wertanteile für Halbleiterkomponenten vor dem Hintergrund elektrifizierter Antriebskomponenten «von ca. 330 Euro auf ca. 690 Euro Materialwert bei Plug-in-Hybriden bzw. rein batterieelektrischen Fahrzeugen» (Frieske/Stieler 2021: 7). Dabei, so die Autor\*innen, ist der erweiterte Bedarf durch automatisierte und/oder autonome Fahrfunktionen noch nicht mit eingerechnet.

Leicht abweichende Zahlen, die aber einen ähnlichen Trend widerspiegeln, nennt das *Handelsblatt*: Nach Angaben der Zeitung kauften Automobilhersteller 2021 für ein Auto mit Benzin- oder Dieselmotor im Schnitt Halbleiter für 490 US-Dollar – für ein Elektrofahrzeug waren es hingegen Teile im Wert von 950 US-Dollar (Hofer 2022).

Deutlich höher liegen die Kosten für die Elektronik in Premiumfahrzeugen. Hier verbauen die High-end-Hersteller nach Berechnungen der Unternehmensberatung Roland Berger heute in einem Oberklasse-Verbrennermodell Halbleiterkomponenten für rund 2.500 Euro; für einen Premium-Pkw mit halbautonomen Fahrfunktionen prognostiziert die Agentur für das Jahr 2025 Kosten in Höhe von 5.900 Euro (Frieske et al. 2022: 7) (siehe [Abbildung 40](#)).

Einen Vorgeschmack auf den steigenden Bedarf an Halbleiterkomponenten gab die sogenannte **Halbleiterkrise 2020/21**. Nachdem der Automobilmarkt im ersten Halbjahr 2020 während der Corona-Pandemie radikal eingebrochen war, machte sich im Herbst 2020, als sich die Pkw-Nachfrage überraschend schnell

wieder erholte, ein weltweiter Versorgungsengpass bei zentralen Elektronikbauteilen bemerkbar. Dies hatte teilweise kurzfristige und pandemiebedingte Ursachen: Automobilhersteller hatten als Reaktion auf die Drosselung ihrer Produktion im Frühjahr Bestellungen bei Halbleiterherstellern storniert. Weil in der Pandemie zugleich die Nachfrage nach PC-Technik, Notebooks, Kommunikations- und Unterhaltungselektronik sprunghaft anstieg, setzten die Chiphersteller neue Prioritäten. Autohersteller hatten im Wettstreit schlechtere Karten als die Elektronikbranche: Bei Smartphones geht es um mehr als eine Milliarde Geräte jährlich, bei den Autoherstellern hingegen ist es eine Größenordnung von Dutzenden Millionen Fahrzeugen – auf sie entfallen nur fünf bis zehn Prozent des globalen Chipaufkommens. Dazu kamen weitere pandemiebedingte Hürden wie gestörte Lieferketten durch Lockdowns, gesperrte Frachthäfen sowie kurzfristige Störfälle wie Fabrikbrände bei den japanischen Chipherstellern AKM und Renesas und ein arktischer Wintersturm in Nordamerika, der zum Zusammenbruch der Stromversorgung in Texas und zu mehrwöchigen Produktionseinschränkungen in Werken wichtiger Elektronikzulieferer der Automobilindustrie wie NXP, Samsung und Infineon führte (Frieske/Stieler 2021: 3).

Der offenkundige Zusammenhang mit der Pandemie verstellte jedoch teilweise den Blick auf die tiefen, strukturellen Ursachen der Halbleiterkrise, dass nämlich auch ohne Pandemie die Nachfrage höher ist als das Angebot. Die Automobilindustrie hat bislang im Vergleich zu anderen Abnehmern, wie etwa die Kommunikations-, IT- und Unterhaltungselektronik, nur einen sehr geringen Anteil am Markt. Stieler und Frieske weisen darauf hin, dass ihr Anteil am globalen Umsatz 2020 nur bei rund elf Prozent lag, während IT- und Datentechnik ungefähr 65 Prozent der produzierten Chips abnahmen (ebd.). [Abbildung 41](#) zeigt die global führenden Hersteller von Halbleitern.

Interessant ist allerdings, dass Unternehmen wie Samsung und Intel bislang im Automotive-Geschäft kaum vertreten sind. Wie [Abbildung 42](#) zeigt, ist die Automobilindustrie nur bei einer überschaubaren Anzahl von Produzenten überhaupt ein relevanter Abnehmer.

**Abbildung 40: Bedarf an Halbleiterelementen in einem Premiumfahrzeug**

Verbrennungsmotor (2020)	Elektrofahrzeug (Prognose 2025)
ca. 2.500 Euro*	ca. 5.900 Euro*
*reiner Materialwert	

Abbildung 41: Weltweit führende Hersteller von Halbleitern (2021)

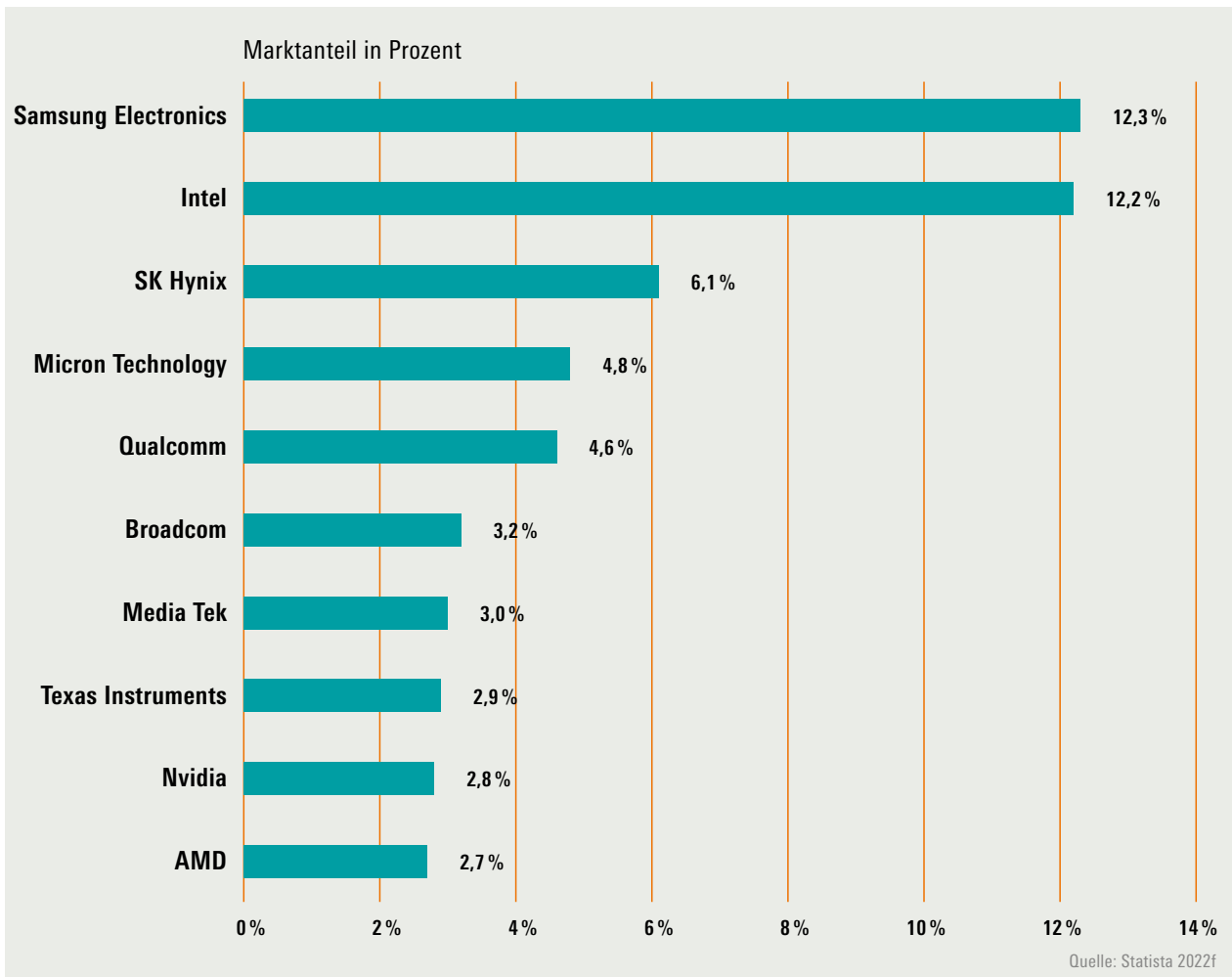


Abbildung 42: Bedeutung des Automotive-Business für wichtige Halbleiterhersteller weltweit (2019)

Hersteller	Umsatzanteil Automotive-Business
AMD/ATI	1%
TSMC	3%
Qualcomm	4%
Nvidia	6%
Texas Instruments	20%
Infineon	42%
NXP	44%
Renesas	48%

Quelle: Frieske/Stieler 2021



Der größte Autochiphersteller ist Infineon mit einem Marktanteil von 13 Prozent, vor NXP aus Eindhoven mit knapp elf Prozent. Es folgen Renesas aus Japan, Texas Instruments sowie STMicroelectronics (Frieske/Stieler 2021).

Allerdings dürfte sich an der relativen Bedeutungslosigkeit der Autoindustrie für die größten Chiphersteller in den kommenden Jahren einiges ändern. Das zeigt schon ein Blick in die Fachpresse, die seit Kurzem regelmäßig über neue oder anstehende Kooperationen zwischen den großen OEMs und Unternehmen wie Intel, Nvidia und Qualcomm berichtet: Diese sind zu heiß begehrten Kooperationspartnern aufgestiegen, denn sie entwickeln und produzieren leistungsstarke Prozessoren, die für die Zentralrechner der kommenden elektrifizierten und digitalisierten Autos essenziell sind. Auch werden mehr Speicherchips benötigt – Hersteller sind Samsung, SK Hynix und Micron.

### 6.3.2 Strategien und Perspektiven der Unternehmen

Angesichts des steigenden Bedarfs könnten die Herstellerunternehmen von Elektronikteilen für die Automobilindustrie durchaus weiter wachsen. Wie das *Handelsblatt* berichtet, sind Hersteller wie Infineon seit dem Jahreswechsel 2021/22 mit Aufträgen im Wert von mehr als 31 Milliarden Euro für zwei Jahre komplett ausgelastet: «Die Versorgungsengpässe sind noch lange nicht vorbei, eine Normalisierung ist erst 2023 zu erwarten», zitiert die Zeitung den Infineon-Vorstandschef Reinhard Ploss (Hofer 2022). Dies führt weiterhin zu Produktionseinschränkungen, so etwa bei VW, wo 2022 etwa im Stammwerk Wolfsburg bereits ein Großteil der Nachtschichten gestrichen wurde.

Halbleiterhersteller reagieren auf den wachsenden Absatzmarkt mit Investitionen in den Ausbau zusätzlicher Produktionskapazitäten. Das geht aber nicht von heute auf morgen: Laut Stieler und Frieske (2021: 7) dauert die Bauphase für eine Halbleiterfabrik ungefähr drei Jahre und erfordert Investitionskosten von bis zu 20 Milliarden Euro. Insbesondere die europäischen Halbleiterhersteller wie Infineon und STMicroelectronics, für die die Automobilindustrie eine größere Bedeutung hat als für die meisten asiatischen Produzenten, wollen ihre Kapazitäten ausbauen.

### 6.3.3 Neue industriepolitische Strategien: Mehr Unabhängigkeit

Wegen der strategischen Bedeutung der Halbleiterproduktion ist das Thema inzwischen auch von industriepolitischen Initiativen aufgegriffen worden – so etwa in der EU, den USA, China und Südkorea.

Deutschland und Frankreich planen eine europäische Halbleiterallianz zur Stärkung von Investitionen, um Abhängigkeiten von Überseemärkten zu verringern. Die **EU** will die Branche mit einem «Important Project of Common European Interest» (IPCEI) stützen und dafür bis 2030 öffentliche und private Investitionen in Höhe von 43 Milliarden Euro mobilisieren (Europäische Kommission 2022). Ziel ist es, den Anteil europäischer Hersteller an der weltweiten Fertigung bis 2030 von derzeit zehn auf 20 Prozent zu steigern (Frieske/Stieler 2021: 8).

Auch die **USA** wollen ihre Halbleiternachfrage unabhängiger von anderen Weltregionen, insbesondere von Asien, machen, und fördern den Ausbau der heimischen Halbleiterindustrie über die nächsten fünf Jahre mit 45 Milliarden Euro (ebd.). **China** wiederum plant, im Rahmen des aktuellen Fünfjahrplans bis 2025 eine 70-prozentige Selbstversorgung mit Halbleiterchips zu erreichen, und hat dafür einen Investitionsfonds von 25 Milliarden Euro aufgelegt. Allerdings wurden in den letzten zehn Jahren bereits 125 Milliarden Euro in die Branche investiert. **Südkorea** hat staatliche Zuschüsse in Höhe von 730 Millionen Euro für die Entwicklung von Chips im KI-Bereich bis 2029 freigegeben sowie ein weiteres Programm über 14,5 Milliarden Euro für die Entwicklung von «Next Generation Chips» aufgelegt (ebd.).

### 6.3.4 Beschäftigungsaufbau und Organisierungserfolge

Aus dem Wachstum der Branche, insbesondere in Europa, ergeben sich strategische Perspektiven für die gewerkschaftliche Organisierung von Beschäftigten. Allein im Automobilcluster Baden-Württemberg betrifft dies sowohl Halbleiterproduzenten wie TDK-Micronas in Freiburg oder die Robert Bosch GmbH in Reutlingen wie auch Hersteller von Spezialmaschinen und Produktionsausrüstung wie Carl Zeiss SMT in Oberkochen.

Es ist davon auszugehen, dass der Ausbau der Kapazitäten europäischer Halbleiterproduzenten mit einem entsprechenden Beschäftigungswachstum verbunden ist, das sich in einem volkswirtschaftlichen Umfeld vollzieht, in dem Gewerkschaften eine – verglichen mit Asien oder den USA – relativ starke Position einnehmen. Proaktives, kampagnenförmiges und beteiligungsorientiertes Arbeiten, wie es insbesondere die IG Metall in der Automobilregion Baden-Württemberg in der Batteriezellenfertigung seit mehreren Jahren vorantreibt, ist ein erfolversprechender Ansatz zum Ausbau gewerkschaftlicher Durchsetzungsmacht und zur Kompensation von strategischen Einbußen in den traditionellen Kernbereichen der Automobilproduktion.

### Organisierungserfolge bei Zeiss SMT Oberkochen

ZEISS Semiconductor Manufacturing Technology (SMT) im baden-württembergischen Oberkochen ist für die IG Metall ein strategisch wichtiger Wachstumsbetrieb. Das Unternehmen produziert optische Spezialwerkzeuge für die Halbleiterproduktion (Laserslithographie), ist technologisch global weit vorn aufgestellt und gehört damit zu den Schlüsselindustrien der Digitalisierung. SMT erzielte 2021 einen Rekordumsatz von 2,3 Milliarden Euro, das entspricht einem Anstieg von (inflationsbereinigt) 26 Prozent in einem Jahr. Die Beschäftigtenzahl der SMT-Sparte ist 2021 weltweit auf über 5.200 angewachsen (um ca. 20 Prozent). Laut Geschäftsbericht «verzeichnete die Sparte Semiconductor Manufacturing Technology den bislang größten Personalaufbau». Hauptstandort ist Oberkochen mit derzeit rund 3.500 Beschäftigten. Dort wurden 2021 monatlich zwischen 80 und 100 Personen neu eingestellt. Der Organisationsgrad in der IG Metall liegt derzeit (Anfang bis Mitte 2022) im moderaten zweistelligen Prozentbereich und

kann mit dem rasanten Beschäftigungsaufbau kaum Schritt halten. Ein großer Teil (rund ein Drittel) der Beschäftigten ist im Bereich Forschung/Entwicklung tätig. Es handelt sich um hoch bezahlte und auf dem Arbeitsmarkt gefragte Fachkräfte, die nicht spontan zu gewerkschaftlicher Organisation neigen. Mehr als die Hälfte der Beschäftigten befindet sich seit Wochen, teils seit Monaten im Homeoffice. Auch Betriebsrat und gewerkschaftliche Vertrauensleute kommunizieren seit Langem fast ausschließlich über Videokonferenzen (MS Teams, Zoom).

Die örtliche IG Metall Aalen hat Zeiss SMT zu einem Schwerpunkt ihrer Arbeit gemacht und bemüht sich mit einer gezielten Ansprache von Beschäftigten, einer Organizing-Kampagne und gebündelten Ressourcen, ihre Position im Betrieb zu stärken. Bei der Betriebsratswahl am 1. März 2022 zeigten sich erste Erfolge: Die IG Metaller\*innen im Betrieb errangen 24 der 31 Sitze im neuen Gremium.

### 6.4 FALLSTUDIE VW GOLF 8 VS. ID.3: EIN VERGLEICH AUF MODELLEBENE

Wie wirkt sich die Ersetzung des verbrennungsmotorbasierten durch den elektrischen Antriebsstrang konkret auf die Wertschöpfungsketten aus? Ist die Hinwendung traditioneller OEMs zur Elektromobilität eine Chance, wieder mehr Wertschöpfung ins eigene Unternehmen hinein- oder wenigstens näher heranzuholen? Diese Frage haben Wissenschaftler\*innen des Stuttgarter IMU-Instituts und des DLR-Instituts für Fahrzeugkonzepte in einer umfangreichen Studie unter anderem am Beispiel eines Vergleichs zwischen den beiden VW-Modellen Golf 8 und ID.3 untersucht (Frieske et al. 2022). Konkret wurden dabei die Wertschöpfungsketten der Komponenten «Verbrennungsmotor», «Batteriesystem» sowie «Antriebsstrang insgesamt» der beiden Modelle miteinander verglichen. Die Befunde der Studie sind deutlich, unterstreicht IMU-Wissenschaftlerin Sylvia Stieler:

«**Aktuell findet ein erheblicher Anteil der Wertschöpfung beim batterieelektrischen Antriebsstrang in Asien statt, weil die Batteriezellen dort gefertigt werden. Es ist kein Selbstläufer, dass Wertschöpfung an deutschen Standorten bleibt.**» (Interview Stieler)

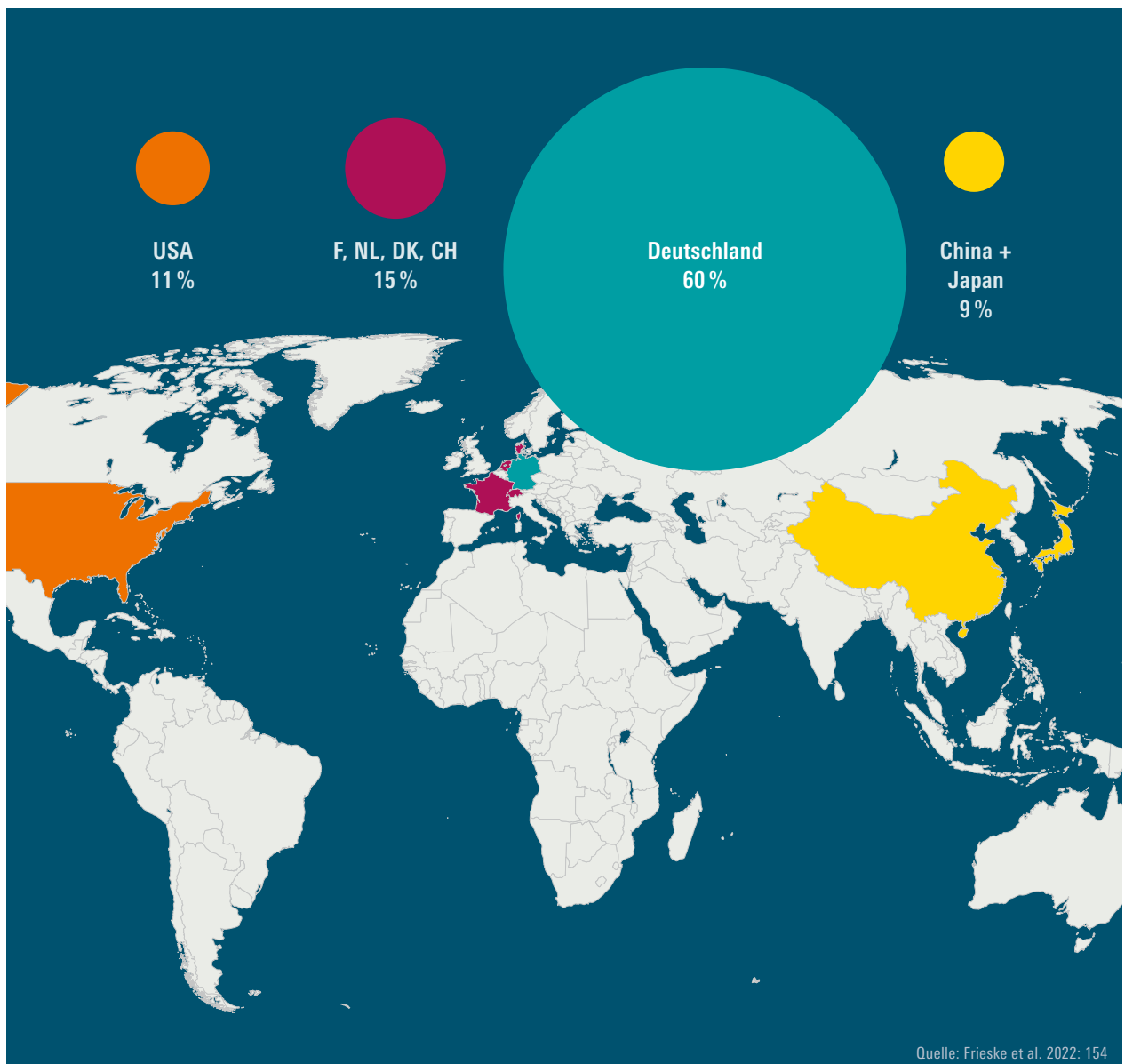


**Abbildung 43** zeigt das Produktionsnetzwerk für den Verbrennungsmotor des Golf 8. Die Autor\*innen identifizierten insgesamt 80 Bauteile – «von der Nocken- und Kurbelwelle über Zylinder, Kolben, Pleuel und Ventile bis hin zu Gehäusen, Dichtungen, Sensoren und Steuergeräten» (Frieske et al. 2022: 155) –, die sich eindeutig bestimmten Herstellern und Produktionsstandorten zuordnen ließen. Ihr Schluss: Das Zuliefernetzwerk für den Golf-8-Motor ist «stark auf deutsche Produktionsstandorte und Zulieferer ausgerichtet»: «Insgesamt 48 der 80 Bauteile (60 Prozent) stammen von Zulieferern und Produktionsstandorten aus Deutschland, weitere zwölf Bauteile aus dem EU-Ausland (Frankreich, Niederlande, Dänemark, Schweiz; 15 Prozent), neun Teile (elf Prozent) aus den USA und sieben aus Asien

(China, Japan; neun Prozent). Vier Bauteile kommen aus weiteren Weltregionen, insbesondere Indien (fünf Prozent).» (Ebd.: 153)

Das Produktionsnetzwerk des Batteriesystems für den VW ID.3 (siehe **Abbildung 44**) hat dagegen «eine völlig andere Struktur» (ebd.: 153). Von den insgesamt 14 eindeutig identifizierten und zugeordneten Bauteilen – wie Batteriezellen, Gehäuse, Kühlung, Verkabelung und Sensoren – kommen nur 36 Prozent aus Deutschland, weitere 21 Prozent aus dem europäischen Ausland, aber 43 Prozent aus Asien. Zentrale Zulieferer sind die Zellproduzenten CATL, LG, Samsung SDI und SKI mit Produktionsstandorten in China und Südkorea, die laut Studie am gesamten Antriebsstrang einen Wertschöpfungsanteil von 35 Prozent haben (ebd.: 154).

**Abbildung 43: Produktionsnetzwerk bzw. Wertschöpfungsanteile für den Verbrennungsmotor des VW Golf 8**



Weil sich so funktional unterschiedliche Systeme wie Motor und Batterie kaum direkt vergleichen lassen, ist es aufschlussreich, dass die Autor\*innen ihre Analyse auf den «Antriebsstrang insgesamt» erweitert haben (siehe Abbildung 45 nächste Seite). Hier zeigt sich, dass rund 60 Prozent der identifizierten Teile und Komponenten beim Golf 8 aus Deutschland, weitere 16 Prozent aus dem EU-Ausland, 13 Prozent aus Asien und acht Prozent aus den USA bezogen werden.

Beim ID.3 dagegen kommt ein Drittel der Komponenten aus Asien (33 Prozent), während der Anteil deutscher Produktionsstandorte nur noch 27 Prozent ausmacht. Weitere neun Prozent der Komponenten werden aus dem EU-Ausland bezogen.

Bemerkenswert, weil in gewisser Weise quer zu diesem Befund stehend, ist die Tatsache, dass beim elektrischen ID.3 ein um etwa zehn Prozent höherer Eigenfertigungsanteil des OEM vorliegt (siehe Abbildung 45), was die Autor\*innen mit «einem höheren Grad der vertikalen Integration in der Komponentenfertigung, konkret bei Volkswagen der In-house-Fertigung von E-Motor und Getriebe» (ebd.: 156) erklären. Wie sie selbst anmerken, sind die Angaben aber unscharf, da ein erheblicher Teil der Wertschöpfung nicht eindeutig zugeordnet werden kann (acht Prozent beim Golf 8, elf Prozent beim ID.3) und vermutlich tendenziell den Zulieferern zugerechnet werden sollte.

Abbildung 44: Produktionsnetzwerk bzw. Wertschöpfungsanteile für das Batteriesystem des VW ID.3

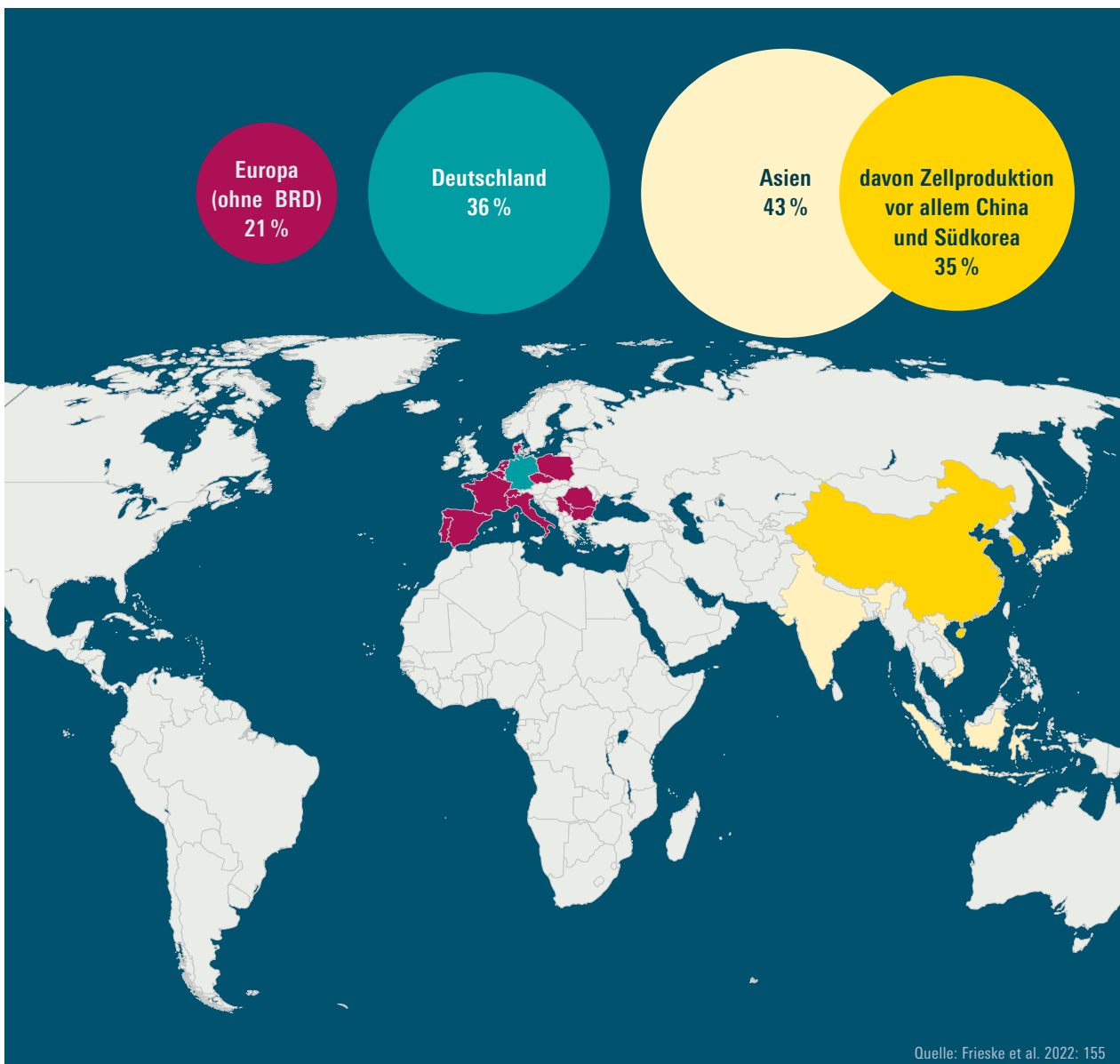
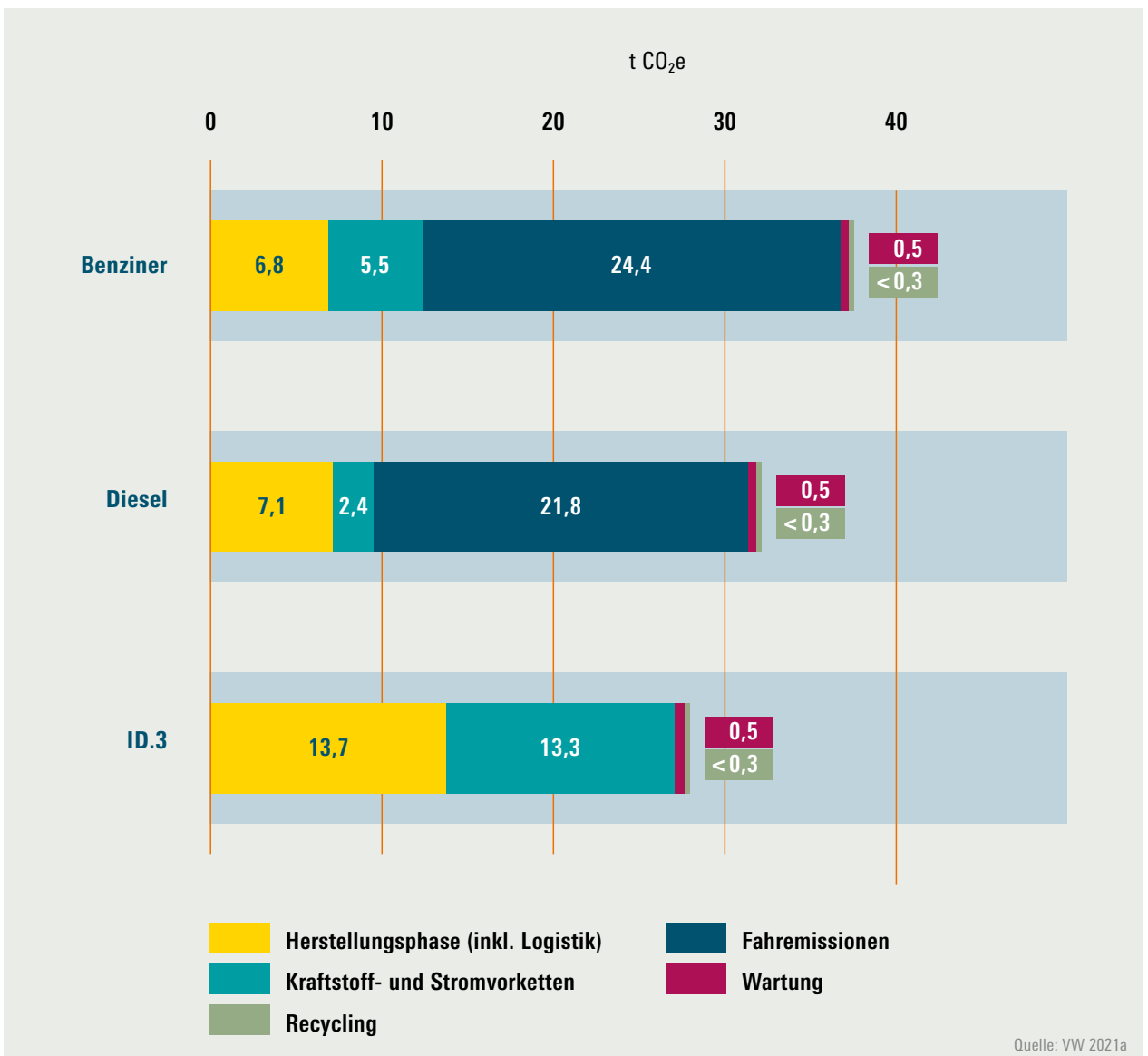


Abbildung 45: Wertschöpfungsstruktur und Lokalisierung im Komponentennetzwerk «Antriebsstrang gesamt»

Modell	Plattform	Anteil Komponenten DE	Anteil Komponenten EU	Anteil Komponenten Asien	Wertschöpfungsanteil am Antriebsstrang OEM	Wertschöpfungsanteil am Antriebsstrang Zulieferer
VW Golf 8	MQB	60,0%	75,5%	12,9%	20,8%	79,2%
VW ID.3	MEB	27,3% ↘	39,4% ↘	32,7% ↑	30,9% ↗	69,1% ↘

Wertschöpfungsstruktur und Lokalisierung im Komponentennetzwerk «Antriebsstrang gesamt» der Modelle VW Golf 8 und ID.3 im Vergleich

Quelle: Frieske et al. 2022: 155

Abbildung 46: CO<sub>2</sub>-Bilanz der aktuellen VW-Fahrzeuge in der Kompaktklasse im Vergleich

Gleichwohl ist zu berücksichtigen, dass es sich bei dem Befund der Verschiebungen in den Wertschöpfungsnetzwerken lediglich um eine Momentaufnahme handelt. Das unterstreichen auch die Autor\*innen:

«**Wir gehen stark davon aus, dass zumindest einige deutsche OEMs Schritte unternehmen werden bzw. diese bereits unternehmen, um ihre vertikale Integration zu erhöhen und damit die Wertschöpfungskette selbst auch stärker gestalten zu können.**»

(Interview Frieske)

Kurzum: Ob die in dieser Studie diagnostizierten Verschiebungen langfristig Bestand haben, hängt davon ab, ob es den europäischen Herstellern gelingt, den Vorsprung der asiatischen Konkurrenz aufzuholen. Allerdings, so geben die Autor\*innen zu bedenken, wären deutsche und europäische Hersteller selbst dann «immer noch extrem abhängig von strategischen Rohstoffen, die weiterhin zu großen Teilen aus China kommen» (Interview Frieske).

Welche sozialen, gewerkschaftspolitischen und ökologischen Unterschiede es in den beiden verglichenen Wertschöpfungskettenmodellen gibt, wird in der Studie nicht thematisiert. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf. In Bezug auf die THG-Emissionen bei der Herstellung gibt es eine von VW selbst erstellte Bilanz, der zufolge der produktionsbedingte «Klimarucksack» des ID.3 etwa doppelt so groß ist wie der eines Golf 8 mit Benzin- oder Dieselmotor (siehe [Abbildung 46](#)).

Viel komplexer und schwieriger abzuschätzen sind die Konsequenzen für die Organisationsmacht der Gewerkschaften entlang der Produktionsketten. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass eine Verschiebung der Wertschöpfungsanteile von der EU nach Asien in den festgestellten Größenordnungen die gewerkschaftlichen Machtressourcen, zumindest kurz- und mittelfristig, eher schwächen dürfte. Georg Leutert von IndustriALL Global Union, umreißt die Situation folgendermaßen:

«**Wir führten gerade ein Pilotprojekt zur Batterie durch, in dem wir mit zwei Unternehmen zusammenarbeiten, um bei denen entlang der gesamten Lieferkette zu gucken: Wie läuft es da mit Arbeitnehmerrechten? Wir hoffen, dass wir so ein bisschen Licht in das chinesische Dunkel bringen können. Denn die Lieferketten sind zu 60, 70 Prozent chinesische Wertschöpfung. [...] Für uns als globale Gewerkschaft ist es vor allem ein Problem, dass die [chinesischen Unternehmen] sich an dem ganzen Thema Due Diligence [sorgfältige Prüfung/Transparenz], Human Rights usw. im Prinzip nicht beteiligen. Und das macht es für uns extrem schwierig, wenn wir «unseren» Unternehmen im Westen sagen: Kommt, wir müssen da was tun. Und von denen kommt dann diese berühmte Geschichte mit dem Wettbewerbsnachteil: «Die Chinesen müssen das alles nicht machen und deshalb brauchen sie die Gelder nicht aufzubringen.» Das ist für uns ein Riesenproblem.**»

(Interview Leutert)

## 7 ABSCHLIESSENDE THESEN

- 1. Die «doppelte Transformation» (Bendel/Haipeter 2022a; 2022b) der Automobilindustrie mit ihren Kernelementen Elektroantrieb und Digitalisierung hat in den Jahren zwischen «Dieselskandal» (2015) und Corona-Krise (2020) eine Dynamik angenommen, die sie zum dominanten Entwicklungstrend der globalen Automobilindustrie macht.** Entscheidend für diese Weichenstellung war das Zusammenspiel zwischen chinesischer Industriepolitik, finanzmarktgetriebenen Investitionsentscheidungen und klimapolitischen «Rechtfertigungsordnungen» (Dörre 2021). So unumkehrbar der Prozess geworden ist, so ergebnisoffen bleibt er. Die doppelte Transformation ist ein Versuch der «inneren Reform» der Automobilindustrie und ihres Geschäftsmodells, das klima- und stadtplanungspolitisch an Grenzen stößt. Ob dieser Versuch in eine erfolgreiche Modernisierung der globalen kapitalistischen Leitindustrie münden wird, ist heute noch nicht auszumachen. Klar ist aber schon jetzt, dass er auf Jahrzehnte (mindestens bis Mitte des Jahrhunderts) nicht zu einer absoluten Reduzierung der Treibhausgasemissionen oder Einsparung natürlicher Ressourcen führen kann und keinen Einstieg in eine sozialökologische Verkehrswende darstellt.
- 2. Die «doppelte Transformation» ist ein globaler Prozess ungleicher und kombinierter Entwicklungen.** Dieser Prozess hat heute alle großen Automobilunternehmen erfasst und setzt den bereits seit den 1990er-Jahren anhaltenden Trend internationaler Arbeitsteilung entlang unterschiedlicher sozialökonomischer, ökologischer und regulatorischer Standards in transnationalen Produktionsnetzwerken fort. Gleichwohl konkretisieren sich die Dynamik und die Ausprägung dieser Arbeitsteilung in unterschiedlichen Weltregionen, Produktions- und Produktmärkten auf sehr unterschiedliche Weise: Während in China, Westeuropa und abgeschwächt auch in den USA, Indien und Japan der Marktanteil von Elektrofahrzeugen schnell wächst und in wenigen Jahren bis Jahrzehnten Neuzulassungen von Verbrenner-Pkw nicht mehr möglich sein sollen, wird nach heutigem Stand in weiten Teilen der Welt (Südamerika, Russische Föderation, Naher und Mittlerer Osten, Afrika und Australien) der Verbrennungsmotor auf lange Sicht die vorherrschende Antriebsvariante für Pkw und Nutzfahrzeuge bleiben.
- 3. Allen zyklischen und strukturellen Krisen zum Trotz ist der weltweite Automobilbestand seit dem Ende des Zweiten Weltkriegs expandiert und wächst mindestens seit den 1970er-Jahren exponentiell: mit einer Verdoppelung etwa alle 20 Jahre. Die E-Strategie der großen Automobilhersteller ist keine Unterbrechung oder Entschleunigung dieser Dynamik, sondern ihre Fortsetzung mit einer anderen Antriebstechnologie.** Selbst so gravierende historische Zäsuren wie der Zusammenbruch der Sowjetunion und ihrer osteuropäischen Verbündeten, die globale Finanz- und Wirtschaftskrise von 2008/09 oder die Corona-Pandemie von 2020/21 haben an der langfristigen Expansion des weltweiten Pkw-Bestands grundsätzlich nichts geändert. Der ökonomische Aufstieg von Schwellenländern, insbesondere der BRICS-Staaten, wird die Motorisierungsraten in weiteren Weltregionen nach oben treiben. Diese Dynamik ist toxisch für das globale Klima und die Entwicklung insbesondere urbaner und suburbane Lebensräume.
- 4. Elektrofahrzeuge haben klare Vorteile gegenüber Fahrzeugen mit Benzin- oder Dieselmotoren, können aber kein zentrales Element einer sozialökologischen Verkehrswende sein.** Der energetische Wirkungsgrad von Elektroautos ist deutlich höher und ihre Treibhausgasbilanz über ihren Lebenszyklus ist zweifelsohne besser, wenn sie mit Strom aus erneuerbaren Energieträgern betrieben werden. Dies gilt nicht nur im Vergleich zu Fahrzeugen, die mit fossilen Kraftstoffen betrieben werden, sondern auch in Bezug auf andere alternative Antriebe wie Brennstoffzellen oder



Verbrennungsmotoren mit synthetischen Kraftstoffen. Diese Vorzüge des Elektroautos können ihr Potenzial aber nur entfalten, wenn der Bestand an Pkw insgesamt reduziert wird, wenn die Fahrzeuge über eine lange Lebensdauer genutzt werden und wenn sie hohe Laufleistungen erbringen. Dies würde allerdings eine weitgehende Abkehr vom Modell des individuell-privaten Pkw, mehr gemeinschaftliche Nutzung (Sharing- oder Pooling-Systeme) und einen massiven Ausbau öffentlicher Verkehrssysteme, auch in ländlichen und suburbanen Gebieten, voraussetzen.

**5. Ansatzpunkte für eine linke, soziale und ökologische Intervention sind sowohl die Kämpfe für den Erhalt von Arbeitsplätzen und sozialen Standards in den von der Transformation bedrohten Betrieben, für die gewerkschaftliche Organisation und für bessere Arbeitsbedingungen für die Beschäftigten in den neuen Unternehmen und Wertschöpfungsketten als auch die Kämpfe für Klimagerechtigkeit und menschengerechte Verkehrssysteme in lebenswerten Städten.**

Eine linke Transformationsstrategie muss auf das inhaltlich Verbindende und das strategische Ineinandergreifen dieser Kämpfe orientieren. Es gilt, gewerkschaftliche Abwehrkämpfe in der «fossilen» Autoindustrie, «organizing drives» bei Tesla und den neuen Batterieherstellern mit lokalen, regionalen und nationalen Initiativen für eine Verkehrswende zu verknüpfen. Strategisches Leitbild sollte dabei ein integriertes sozialökologisches Mobilitätssystem mit klimaneutralem Linienverkehr von Bussen und Bahnen als Anker, mit einem intelligenten Lückenschluss mit elektrischen Rufbussen, Shuttles und Taxis in suburbanen und ruralen Gebieten sowie mit weiträumig verfügbaren Carsharing-Flotten für den individuellen Bedarf sein. Ein solches Mobilitätssystem muss im Kern als Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge und nicht als privatkapitalistisches Geschäftsmodell organisiert sein. Und es muss seine Attraktivität als Leitbild auch für Schwellenländer und den globalen Süden entfalten können.

**6. Für die Industriegewerkschaften steht mit der «doppelten Transformation» ein wesentlicher, ja vielleicht der Kernbereich ihrer Organisationsmacht infrage. Um in der Automobilindustrie des 21. Jahrhunderts noch ein ernst zu nehmender politischer Akteur zu bleiben, müssen sie die Beschäftigten entlang der neuen strategischen Wertschöpfungsketten organisieren.** Konkret geht es um den Batteriekomplex (vom Lithium-/Kobaltbergbau über die Raffinerieprozesse, Zellproduktion und die Batteriefertigung bis zur Endmontage) und die digitale Wertschöpfungskette

(Halbleiterproduzenten, ihre Ausrüster und Rohstofflieferanten, Softwareentwickler, Internetinfrastrukturunternehmen, Plattformökonomie und Big Data).

In der globalen Föderation der Industriegewerkschaften IndustriALL Global Union hat man diese Aufgabe erkannt, die Bewältigung steht indes noch ganz am Anfang. «Wir versuchen, unsere Organisationsmacht bei den Automobilherstellern zu nutzen, um die Rechte der Beschäftigten entlang der gesamten Batterielieferkette zu stärken», umreißt Kan Matsuzaki, Assistant General Secretary bei IndustriALL, die Zielsetzung, die Batterieproduktion von der Rohstoffgewinnung bis zur Endmontage als neues strategisches Feld gewerkschaftlicher Organisation anzugehen. Valter Sanches, ehemaliger IndustriALL-Generalsekretär, konkretisiert: «Wir versuchen, die Minenarbeiter der Lithium- und Kobaltproduktion im Kongo oder in Chile, Argentinien und Bolivien mit den Herstellern und den OEMs, die diese Batterien verwenden, in eine gemeinsame Gewerkschaftsstrategie einzubinden.» (Interview Sanches) Glen Mpufane, IndustriALL-Direktor für den Bergbausektor, spricht sogar vom strategischen Ziel einer «global picket line» entlang der kompletten Wertschöpfungskette: «Eine globale Streikpostenkette, sektorübergreifend: Es kann mit einem Unternehmen beginnen, vielleicht einer Raffinerie, irgendwo auf der Welt [...]. Dann verbindet man das mit den Arbeitern, die die Produkte dieser Fabrik verwenden, man geht die Lieferkette hinunter und schafft sektorübergreifende Solidarität. Auf diese Weise haben wir die Möglichkeit, nicht nur sektorale globale Netzwerksolidarität zu schaffen, sondern sektorübergreifende, multipel und multinational.» (Interview Mpufane)

Die gleiche strategische Aufgabe stellt sich für die Gewerkschaften in Bezug auf die Unternehmen der digitalen Wertschöpfungskette: «Das Entscheidende ist heute, die Riesenarmee an IT-Leuten zu organisieren», umreißt IndustriALL-Direktor für den Automobilsektor Georg Leutert diese Herausforderung.

**7. Gewerkschaften müssen sich, wollen sie die Transformation im Interesse der Beschäftigten erfolgreich gestalten und wirksame Impulse für eine sozialökologische Verkehrswende setzen, zugleich auf den Aufbau von Gegenmacht im Betrieb als auch in der Gesellschaft fokussieren.** Der langjährige Gewerkschaftsberater und ehemalige Direktor des Transatlantic Labor Institutes in Spring Hill, Tennessee, Carsten Hübner, bringt es so auf den Punkt: «Will eine Gewerkschaft in einer ausdifferenzierten Firmen- und Standortlandschaft nachhaltig erfolgreich und auch in der

Lage sein, neue Belegschaften zu erschließen, dann muss sie nicht nur über professionelle Organizing-Konzepte verfügen, sondern muss vor Ort, in Gesellschaft, Politik, Sport und Alltagskultur fest verankert sein.» (Interview Hübner) Gewerkschaften aus dem Bereich der Automobilindustrie können und sollten dabei auch neuartige Organisierungserfahrungen aus dem Dienstleistungssektor (Gig Economy, Amazon usw.) aufmerksam studieren, kritisch auswerten und sich von funktionierenden Ansätzen inspirieren lassen.

8. Die «Rechtfertigungsordnungen» und Legitimationsideologien der Unternehmen, die heute die «doppelte Transformation» bestimmen, fokussieren auf den Klimaschutz und die Rettung des Planeten und sind oft ganz allgemein mit einer «progressiven» Attitüde verbunden. Auch wenn es sich dabei letztendlich um Marketing handelt, können Beschäftigte und politische Aktivist\*innen diesen Diskurs «umdrehen» und strategisch im Sinne der Interessen der Arbeiter\*innen und einer sozialökologischen Intervention nutzen. Beispielhaft verweist US-Gewerkschaftsforscher Stephen Silvia hier auf Organisierungsauseinan-

dersetzungen bei der weltweit größten Kaffeehauskette Starbucks:

«*Als Starbucks versuchte, die organizing drives zu stoppen, schickten sie Leute, die sagen konnten: Ich bin Mitglied von Greenpeace, ich bin Mitglied von Amnesty International. Und dann sagten die Angestellten: Gut, dann verstehst du sicher, warum wir versuchen, uns zu organisieren? Es gibt also diese Bemühungen einiger amerikanischer Unternehmen, cool und fortschrittlich auszusehen und an der Spitze der Bewegung für sozialen Fortschritt zu stehen. Nun, zum Teil kann man das gegen sie wenden und sagen: Na ja, das ist ja toll. Wenn man sich für Bürgerrechte, für die Rechte von Homosexuellen und für die Umwelt einsetzt, dann sollte man sich auch für die Rechte von Arbeitnehmern einsetzen. Das ist etwas, das meiner Meinung nach immer mehr zum Einsatz kommen wird. Ich denke, das kann sehr wirkungsvoll sein.»*

(Interview Silvia)



## LITERATURVERZEICHNIS

- ACEA (2022a):** Employment trends in the EU automotive sector, [www.acea.auto](http://www.acea.auto), 21.9.2022, unter: [www.acea.auto/figure/employment-trends-in-eu-automotive-sector/](http://www.acea.auto/figure/employment-trends-in-eu-automotive-sector/).
- ACEA (2022b):** The Automobile Industry Pocket Guide 2021/2022, unter: [www.acea.auto/publication/automobile-industry-pocket-guide-2022-2023/](http://www.acea.auto/publication/automobile-industry-pocket-guide-2022-2023/).
- adelphi (2022):** Umweltrisiken und -auswirkungen in globalen Lieferketten deutscher Unternehmen. Branchenstudie Automobilindustrie, Studie im Auftrag des Umweltbundesamts, Dessau-Roßlau.
- Bauer, Wilhelm/Riedel, Oliver/Hermann, Florian/Borrmann, Daniel/Sachs, Carolina (2019):** ELAB 2.0. Wirkungen der Fahrzeugelektrifizierung auf die Beschäftigung am Standort Deutschland, Stuttgart, unter: <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/dd906cb2-3a8e-45bc-ac15-393b0642034f/details>.
- Belkaïd, Akram (2020):** Kobalt wird knapp, in: Le Monde diplomatique, 9.7.2020, unter: <https://monde-diplomatique.de/artikel/!5697368>.
- Bendel, Alexander/Haipeter, Thomas (2022a):** Die chemische Industrie zwischen Globalisierung und Industriepolitik. Eine Studie im Rahmen des Projekts «Sozial-ökologische Transformation der deutschen Industrie», IAQ, Duisburg, unter: [https://duepublico2.uni-due.de/receive/duepublico\\_mods\\_00076371](https://duepublico2.uni-due.de/receive/duepublico_mods_00076371).
- Bendel, Alexander/Haipeter, Thomas (2022b):** Doppelte Transformation: Auswirkungen des ökologischen und digitalen Wandels in energieintensiven Betrieben und Herausforderungen für die Interessenvertretungen, Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE, Berlin, unter: [www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Studie\\_Doppelte-Transformation-Auswirkungen-des-oekologischen-und-digitalen-Wandels\\_final.pdf](http://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Studie_Doppelte-Transformation-Auswirkungen-des-oekologischen-und-digitalen-Wandels_final.pdf).
- Berylls (2020):** The World's 100 Biggest Automotive Suppliers in 2019, München, unter: [www.berylls.com/wp-content/uploads/2020/07/202007\\_BERYLLS\\_Study\\_Top\\_100\\_supplier-2019\\_EN.pdf](http://www.berylls.com/wp-content/uploads/2020/07/202007_BERYLLS_Study_Top_100_supplier-2019_EN.pdf).
- Beutnagel, Werner (2021):** Chinesischer Automarkt schrumpft 2020, Automobil Produktion Online, 11.1.2021, unter: [www.automobil-produktion.de/management/chinesischer-automarkt-schrumpft-2020-317.html](http://www.automobil-produktion.de/management/chinesischer-automarkt-schrumpft-2020-317.html).
- Blöcker, Antje (2022):** Die Automobilindustrie: Es geht um mehr als den Antrieb. Eine Studie im Rahmen des Projekts «Sozial-ökologische Transformation der deutschen Industrie», hrsg. von der Rosa-Luxemburg-Stiftung, ONLINE-Studie 12/2022, Berlin, unter: [www.rosalux.de/publikation/id/46699](http://www.rosalux.de/publikation/id/46699).
- BloombergNEF (2019):** Three Shifts in Road Transport That Threaten to Disrupt Oil Demand, BloombergNEF, 4.6.2019, unter: <https://about.newenergyfinance.com/blog/three-drivers-curbing-oil-demand-road-transport/>.
- Boes, Andreas/Ziegler, Alexander (2021):** Umbruch in der Automobilindustrie. Analyse der Strategien von Schlüsselunternehmen an der Schwelle zur Informationsökonomie. Forschungsreport, Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung, München, unter: [www.isf-muenchen.de/wp-content/uploads/2021/06/Forschungsreport-Umbruch-in-der-Automobilindustrie.pdf](http://www.isf-muenchen.de/wp-content/uploads/2021/06/Forschungsreport-Umbruch-in-der-Automobilindustrie.pdf).

- Boewe, Jörn (2019):** Direkter Draht zum konservativen Gouverneur, nd-aktuell.de, 11.6.2019, unter: [www.nd-aktuell.de/artikel/1120568.union-busting-direkter-draht-zum-konservativen-gouverneur.html](http://www.nd-aktuell.de/artikel/1120568.union-busting-direkter-draht-zum-konservativen-gouverneur.html).
- Borbolla, Santiago Parro (2022):** Presidente Gabriel Boric: «Uno de los pilares es la creación de una Empresa Nacional del Litio», Pauta, 1.6.2022, unter: [www.pauta.cl/nacional/gabriel-boric-mineria-litio-energia-cuenta-publica](http://www.pauta.cl/nacional/gabriel-boric-mineria-litio-energia-cuenta-publica).
- Bork, Henrik (2022a):** Abgehängt in China: Audi, BMW und Mercedes enttäuschen die Kritiker, Automobil Industrie, 3.5.2022, unter: [www.automobil-industrie.vogel.de/abgehaengt-in-china-audi-bmw-und-mercedes-enttaeuschen-die-kritiker-a-1114846/?cmp=nl-99&uuiid=eb52fd95964eeb102e679bd5f0214e73](http://www.automobil-industrie.vogel.de/abgehaengt-in-china-audi-bmw-und-mercedes-enttaeuschen-die-kritiker-a-1114846/?cmp=nl-99&uuiid=eb52fd95964eeb102e679bd5f0214e73).
- Bork, Henrik (2022b):** Die Top 10 E-Auto-Hersteller in China – VW fehlt, Automobil Industrie, 18.2.2022, unter: [www.automobil-industrie.vogel.de/die-top-10-e-auto-hersteller-in-china-vw-fehlt-a-1096736/?cmp=nl-99&uuiid=eb52fd95964eeb102e679bd5f0214e73](http://www.automobil-industrie.vogel.de/die-top-10-e-auto-hersteller-in-china-vw-fehlt-a-1096736/?cmp=nl-99&uuiid=eb52fd95964eeb102e679bd5f0214e73).
- Bork, Henrik (2022c):** BYD überholt Tesla als weltweiter Verkaufschampion von E-Autos, Automobil Industrie, 12.7.2022, unter: [www.automobil-industrie.vogel.de/byd-ueberholt-tesla-als-weltweiter-verkaufschampion-von-e-autos-a-b0ed5b16a646dad3ac54b2c5ce90d03d/](http://www.automobil-industrie.vogel.de/byd-ueberholt-tesla-als-weltweiter-verkaufschampion-von-e-autos-a-b0ed5b16a646dad3ac54b2c5ce90d03d/).
- Bormann, René/Fink, Philipp/Holzapfel, Helmut/Rammler, Stephan/Sauter-Servaes, Thomas/Tiermann, Heinrich/Waschke, Thomas/Weirauch, Weirauch (2018):** Die Zukunft der deutschen Automobilindustrie, Transformation by Disaster oder by Design?, WISO Diskurs 03/2018, Friedrich-Ebert-Stiftung, unter: <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/14086-20180205.pdf>.
- Brase, Jörg-Hendrik (2021):** «TOGG». Konkurrenz für Tesla und VW?, Panorama, 6.7.2021, unter: [www.zdf.de/nachrichten/panorama/wirtschaft-tuerkei-elektro-auto-100.html](http://www.zdf.de/nachrichten/panorama/wirtschaft-tuerkei-elektro-auto-100.html).
- Buchenau, Martin-W. (2018):** Bosch stellt Batteriezellen-Forschung komplett ein, Handelsblatt Online, 28.2.2018, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/elektromobilitaet-bosch-stellt-batteriezellen-forschung-komplett-ein/21013464.html?ticket=ST-7539738-9eRUOBjTzZQOtIQpnVdX-ap5](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/elektromobilitaet-bosch-stellt-batteriezellen-forschung-komplett-ein/21013464.html?ticket=ST-7539738-9eRUOBjTzZQOtIQpnVdX-ap5).
- Buchert, Matthias/Bleher, Daniel/Bulach, Winfried/Knappe, Florian/Muchow, Nadine/Reinhardt, Joachim/Meinshausen, Ingo (2022):** Kartierung des anthropogenen Lagers III (KartAL III). Abschlussbericht, hrsg. vom Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Bungsche, Holger (2022):** Ecological Transformation of the Japanese Automobile Industrie. A Coordinated Approach to Industrial, Gerpisa Network, Online-Konferenzmitschnitt, 2.2.2022, unter: [www.youtube.com/watch?v=LYYlX3DjdHg&t=1071s](http://www.youtube.com/watch?v=LYYlX3DjdHg&t=1071s).
- Business & Human Rights Resource Centre (2022):** Bolivia: Independent organisation says that the British Govt. allegedly supported Bolivian coup to access lithium, Business & Human Rights Resource Centre Online, unter: [www.business-humanrights.org/en/latest-news/bolivia-uk-apparently-supported-bolivian-coup-to-access-lithium/](http://www.business-humanrights.org/en/latest-news/bolivia-uk-apparently-supported-bolivian-coup-to-access-lithium/).
- Cacilo, Andrej/Haag, Michael (2018):** Beschäftigungswirkungen der Fahrzeugdigitalisierung. Wirkungen der Digitalisierung und Fahrzeugautomatisierung auf Wertschöpfung und Beschäftigung, Hans-Böckler-Stiftung, Forschungsförderung 406, Düsseldorf, unter: <http://hdl.handle.net/10419/194158>.
- Cariad (2022):** Unternehmensinformationen, unter: <https://cariad.technology/de/en/company.html>.
- Carsten, Stefan (2022):** So weit ist Autonomes Fahren: 5 Level und ihre Entwicklungsstände, zukunftsinstitut.de, o. D., unter: [www.zukunftsinstitut.de/artikel/so-weit-ist-autonomes-fahren-5-level-und-ihre-entwicklungsstaende/?utm\\_term=&utm\\_campaign=Brand+%7C+Studien+\(Search\)&utm\\_source=adwords&utm\\_medium=ppc&hsa\\_acc=9538789204&hsa\\_cam=15972226977&hsa\\_grp=134191746644&hsa\\_ad=576458954099&hsa\\_src=g&hsa\\_tgt=dsa-1597007813453&hsa\\_kw=&hsa\\_mt=&hsa\\_net=adwords&hsa\\_ver=3&gclid=CjwKCAjwp7eUBhBeEiwAZbHwkZ7ZMAhldqVKtjJJZ6ovS3VJOBC8F9mo5oRkK5CvZ4UXinTbW8NzRoCe\\_oQAvD\\_BwE](http://www.zukunftsinstitut.de/artikel/so-weit-ist-autonomes-fahren-5-level-und-ihre-entwicklungsstaende/?utm_term=&utm_campaign=Brand+%7C+Studien+(Search)&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=9538789204&hsa_cam=15972226977&hsa_grp=134191746644&hsa_ad=576458954099&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-1597007813453&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjwp7eUBhBeEiwAZbHwkZ7ZMAhldqVKtjJJZ6ovS3VJOBC8F9mo5oRkK5CvZ4UXinTbW8NzRoCe_oQAvD_BwE).

- Chamon, Marcos/Mauro, Paolo/Okawa, Yohei (2008):** Mass car ownership in the emerging market giants, in: Economic Policy 54/2008, S. 243–296, DOI: 10.1111/j.1468-0327.2008.00201.x.
- CompaniesMarketCap.com (2022):** Largest automakers by market capitalization, Stand vom 5.7.2022, unter: <https://companiesmarketcap.com/automakers/largest-automakers-by-market-cap/>.
- Co-Production International (2022):** Mexico Automotive & Auto Parts Industry, co-production.net, o. D., unter: [www.co-production.net/mexico-automotive-auto-parts-industry](http://www.co-production.net/mexico-automotive-auto-parts-industry).
- CSIS – Center for Strategic and International Studies (2015):** Made in China 2025, csis.org, 1.6.2015, unter: [www.csis.org/analysis/made-china-2025](http://www.csis.org/analysis/made-china-2025).
- Daimon, Masahiko (2012):** Gewerkschaften in Japan, Studie der Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn, unter: <https://library.fes.de/pdf-files/id-moe/09485.pdf>.
- Danviboon, Pongpichan (2018):** The Benefits of Cross-Border Technology Transfer in the Chinese Automotive Sector: Based on Multiple Case Studies from a Global Value Chain (GVC) perspective, The University of Manchester, Manchester, unter: [www.researchgate.net/publication/329206755\\_The\\_Benefits\\_of\\_Cross-Border\\_Technology\\_Transfer\\_in\\_the\\_Chinese\\_Automotive\\_Sector\\_Based\\_on\\_Multiple\\_Case\\_Studies\\_from\\_a\\_Global\\_Value\\_Chain\\_GVC\\_perspective/link/5bfcb3c592851cbcd745893/download](http://www.researchgate.net/publication/329206755_The_Benefits_of_Cross-Border_Technology_Transfer_in_the_Chinese_Automotive_Sector_Based_on_Multiple_Case_Studies_from_a_Global_Value_Chain_GVC_perspective/link/5bfcb3c592851cbcd745893/download).
- Daum, Timo (2019):** Das Auto im digitalen Kapitalismus. Wenn Algorithmen und Daten den Verkehr bestimmen, München.
- Daum, Timo (2022):** Die Zukunft des Autos kommt aus China, LuXemburg Online, September 2022, unter: <https://zeitschrift-luxemburg.de/artikel/die-zukunft-des-autos-kommt-aus-china/>.
- DeFazio, Peter A. (2021):** H.R.3684 – 117th Congress (2021–2022): Infrastructure Investment and Jobs Act, unter: [www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/3684?q=%7B%22search%22%3A%5B%22Infrastructure+Investment+and+Jobs+Act%22%2C%22Infrastructure%22%2C%22Investment%22%2C%22and%22%2C%22Jobs%22%2C%22Act%22%5D%7D&s=3&r=2](http://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/3684?q=%7B%22search%22%3A%5B%22Infrastructure+Investment+and+Jobs+Act%22%2C%22Infrastructure%22%2C%22Investment%22%2C%22and%22%2C%22Jobs%22%2C%22Act%22%5D%7D&s=3&r=2).
- Destatis (2022a):** Basistabelle Brasilien, Stand vom 15.6.2022, unter: [www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Staat/Amerika/BR.html](http://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Staat/Amerika/BR.html).
- Destatis (2022b):** Statistisches Länderprofil Argentinien, Stand vom 15.6.2022, unter: [www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Laenderprofile/argentinien.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Laenderprofile/argentinien.pdf?__blob=publicationFile).
- Deutsche Bank Research (2021):** Zukunft des Automobilstandorts Deutschland. Detroit lässt grüßen, dbresearch.de, 19.1.2021, unter: [www.dbresearch.de/PROD/RPS\\_DE-PROD/PROD000000000515751/Zukunft\\_des\\_Automobilstandorts\\_Deutschland%3A\\_Detroit.PDF](http://www.dbresearch.de/PROD/RPS_DE-PROD/PROD000000000515751/Zukunft_des_Automobilstandorts_Deutschland%3A_Detroit.PDF).
- Deutsche Bundesregierung (2022):** Weniger Treibhausgase im Verkehr, bundesregierung.de, o. D., unter: [www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschonender-verkehr-1794672](http://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschonender-verkehr-1794672).
- Deutsche Welle (2021a):** Klimaneutralität: Was wird das kosten?, Deutsche Welle Online, 21.9.2021, unter: [www.dw.com/de/deutschland-klimaneutral-2045-kosten/a-59197085](http://www.dw.com/de/deutschland-klimaneutral-2045-kosten/a-59197085).
- Deutsche Welle (2021b):** COP26: Breites Bündnis für Verbrenner-Aus bis 2040, Deutsche Welle Online, 10.11.2021, unter: [www.dw.com/de/cop26-aus-f%C3%BCr-verbrenner-abkehr-verbrennungsmotor-autohersteller-glasgow-deutschland-vw-china-usa/a-59776377](http://www.dw.com/de/cop26-aus-f%C3%BCr-verbrenner-abkehr-verbrennungsmotor-autohersteller-glasgow-deutschland-vw-china-usa/a-59776377).
- Deutsche Welle (2022):** Tesla posts sales of almost 1 million cars in 2021, 1.3.2022, unter: [www.dw.com/en/tesla-posts-sales-of-almost-1-million-cars-in-2021/a-60313972](http://www.dw.com/en/tesla-posts-sales-of-almost-1-million-cars-in-2021/a-60313972).
- Deutscher Bundestag (2020a):** Batterieproduktion in China. Einzelaspekte der Ökobilanzierung, Berlin.

- Deutscher Bundestag (2020b):** Drucksache 19/19322. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Marc Jongen, Dr. Götz Frömming, Nicole Höchst, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der AfD – Drucksache 19/18892 – Recycling- und Entsorgungsstrategien für Elektroautobatterien, Berlin.
- Diario Constitucional (2022):** Corte Suprema acoge recursos de protección de comunidades indígenas atacameñas por licitación del litio, diarioconstitucional.cl, 1.6.2022, unter: [www.diarioconstitucional.cl/2022/06/01/corte-suprema-acoge-recursos-de-proteccion-de-comunidades-indigenas-atacamenas-por-licitacion-del-litio/](http://www.diarioconstitucional.cl/2022/06/01/corte-suprema-acoge-recursos-de-proteccion-de-comunidades-indigenas-atacamenas-por-licitacion-del-litio/).
- Diermann, Ralph (2020):** Alternativen zu Lithium-Akkus: Das Rennen um die Batterie der Zukunft, Der Spiegel Online, 9.2.2020, unter: [www.spiegel.de/wissenschaft/technik/lithium-akku-gibt-es-bessere-alternativen-a-474ebb56-66c3-4be9-891c-f62dcabb9e8c](http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/lithium-akku-gibt-es-bessere-alternativen-a-474ebb56-66c3-4be9-891c-f62dcabb9e8c).
- Dolega, Peter/Bulach, Winfried/Betz, Johannes/Degreif, Stefanie/Buchert, Matthias (2021):** Green technologies and critical raw materials. Strategies for a circular economy, Freiburg/Darmstadt/Berlin.
- Dorn, Felix M. (2021):** Der Lithium-Rush. Sozial-ökologische Konflikte um einen strategischen Rohstoff in Argentinien, München.
- Dörre, Klaus (2021):** Gewerkschaften in der Großen Transformation – konservierende oder transformierende Interessenpolitik?, in: Flore, Manfred/Kröcher, Uwe/Czycholl, Claudia (Hrsg.): Unterwegs zur neuen Mobilität. Perspektiven für Verkehr, Umwelt und Arbeit, München, S. 225–247.
- Dörre, Klaus/Holzschuh, Madeleine/Köster, Jakob/Sittel, Johanna (Hrsg.) (2020):** Abschied von Kohle und Auto? Sozial-ökologische Transformationskonflikte um Energie und Mobilität, Frankfurt a. M./New York.
- dpa (2014):** Studie: Interesse junger Leute an Neuwagen nimmt ab, Wirtschaftswoche Online, 9.2.2014, unter: [www.wiwo.de/unternehmen/auto/studie-interesse-junger-leute-an-neuwagen-nimmt-ab/9454412.html](http://www.wiwo.de/unternehmen/auto/studie-interesse-junger-leute-an-neuwagen-nimmt-ab/9454412.html).
- dpa (2021a):** Ford stellt Produktion in Brasilien ein, Handelsblatt Online, 12.1.2021, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/us-autobauer-ford-stellt-produktion-in-brasilien-ein-und-schreibt-vier-milliarden-dollar-ab/26788892.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/us-autobauer-ford-stellt-produktion-in-brasilien-ein-und-schreibt-vier-milliarden-dollar-ab/26788892.html).
- dpa (2021b):** Konkurrenz für VW und Co.: Toyota investiert Milliarden in E-Autos, Wirtschaftswoche Online, 14.12.2021, unter: [www.wiwo.de/unternehmen/auto/elektromobilitaet-toyota-investiert-milliarden-in-e-autos/27891520.html](http://www.wiwo.de/unternehmen/auto/elektromobilitaet-toyota-investiert-milliarden-in-e-autos/27891520.html).
- dpa (2022):** EU-Staaten legen fest: Neuwagen ab 2035 emissionsfrei, Handelsblatt Online, 29.6.2022, unter: [www.handelsblatt.com/politik/international/fit-for-55-eu-staaten-legen-fest-neuwagen-ab-2035-emissionsfrei/28464140.html](http://www.handelsblatt.com/politik/international/fit-for-55-eu-staaten-legen-fest-neuwagen-ab-2035-emissionsfrei/28464140.html).
- Dudenhöffer, Ferdinand (2021):** Atomstrom für Elektroautos: Nur Windräder reichen nicht, taz.de, 2.12.2021, unter: <https://taz.de/Atomstrom-fuer-Elektroautos/!5815864/>.
- Dziczek, Kristin (2022):** U.S. COVID crisis and automotive policy response. From the Covid Crisis to Electrification: how the State is transforming the Automotive Industry (1), Gerpisa Network, Online-Konferenzmitschnitt, 2.2.2022, unter: [www.youtube.com/watch?v=XJ2miMgSKJc&t=934s](http://www.youtube.com/watch?v=XJ2miMgSKJc&t=934s).
- EBA – European Battery Alliance (2022):** Building a European battery industry, eba250.com, o. D., unter: [www.eba250.com/](http://www.eba250.com/).
- electrive.net (2021a):** GM soll weitere eMobility-Milliarden und US-Batteriewerke planen, electrive.net, 16.6.2021, unter: [www.electrive.net/2021/06/16/gm-soll-weitere-emobility-milliarden-und-us-batteriewerke-planen/](http://www.electrive.net/2021/06/16/gm-soll-weitere-emobility-milliarden-und-us-batteriewerke-planen/).
- electrive.net (2021b):** Japan beschließt neues eMobility-Förderbudget, electrive.net, 23.11.2021, unter: [www.electrive.net/2021/11/23/japan-beschliesst-neues-emobility-foerderbudget/](http://www.electrive.net/2021/11/23/japan-beschliesst-neues-emobility-foerderbudget/).



- electrive.net (2021c):** Rivian plant Europa-Start Anfang 2022, electrive.net, 12.7.2021, unter: [www.electrive.net/2021/07/12/rivian-plant-europa-start-anfang-2022/](http://www.electrive.net/2021/07/12/rivian-plant-europa-start-anfang-2022/).
- electrive.net (2021d):** Stellantis investiert 30 Milliarden Euro in Elektromobilität, electrive.net, 8.7.2021, unter: [www.electrive.net/2021/07/08/stellantis-investiert-30-milliarden-euro-in-elektromobilitaet/](http://www.electrive.net/2021/07/08/stellantis-investiert-30-milliarden-euro-in-elektromobilitaet/).
- electrive.net (2022a):** VW startet US-Produktion des ID.4 im Herbst, electrive.net, 11.1.2022, unter: [www.electrive.net/2022/01/11/vw-startet-us-produktion-des-id-4-im-herbst/](http://www.electrive.net/2022/01/11/vw-startet-us-produktion-des-id-4-im-herbst/).
- electrive.net (2022b):** GM startet E-Umrüstung von Mexiko-Werk, electrive.net, 14.2.2022, unter: [www.electrive.net/2022/04/01/gm-startet-e-umruestung-von-mexiko-werk/](http://www.electrive.net/2022/04/01/gm-startet-e-umruestung-von-mexiko-werk/).
- Emilsson, Erik/Dahllöf, Lisbeth (2019):** Lithium-Ion Vehicle Battery Production. Status 2019 on Energy Use, CO<sub>2</sub> Emissions, Use of Metals, Products Environmental Footprint, and Recycling, Stockholm, unter: [www.ivl.se/download/18.694ca0617a1de98f473464/1628416191286/FULLTEXT01.pdf](http://www.ivl.se/download/18.694ca0617a1de98f473464/1628416191286/FULLTEXT01.pdf).
- Enerdata (2022):** Erneuerbare Energien in der Elektrizitätsproduktion, enerdata.net, o. D., unter: <https://energiestatistik.enerdata.net/erneuerbare-energien/erneuerbare-anteil-in-strom-produktion.html>.
- Ensslen, Axel/Schücking, Maximilian/Jochem, Patrick/Steffens, Henning/Fichtner, Wolf/Wollersheim, Olaf/Stella, Kevin (2017):** Empirical carbon dioxide emissions of electric vehicles in a French-German commuter fleet test, in: Journal of Cleaner Production, 142 (1), S. 263–278.
- Eseceli, Huseyin Emre (2021):** ANALYSIS – Towards the big target: Ending car emissions by 2040, aa.com.tr, 15.12.2021, unter: [www.aa.com.tr/en/analysis/analysis-towards-the-big-target-ending-car-emissions-by-2040/2448218#](http://www.aa.com.tr/en/analysis/analysis-towards-the-big-target-ending-car-emissions-by-2040/2448218#).
- Europäische Kommission (2021):** Staatliche Beihilfen: Kommission genehmigt öffentliche Förderung von 2,9 Mrd. EUR für ein zweites, die gesamte Batterie-Wertschöpfungskette betreffendes paneuropäisches Forschungs- und Innovationsvorhaben von zwölf Mitgliedstaaten, Presseerklärung, 26.1.2021, unter: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip\\_21\\_226](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_21_226).
- Europäische Kommission (2022):** EU presents plan for Chips Act to grow local semiconductor industry, Presseerklärung, 8.2.2022, unter: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT\\_22\\_891](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_891).
- EU-Parlament (2014):** Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Pkw, Pressemitteilung vom 25.2.2014, unter: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20140221IPR36626/begrenzung-der-co2-emissionen-von-pkw>.
- EV-Volumes (2022):** EV-Volumes – The Electric Vehicle World Sales Database, ev-volumes.com, o. D., unter: [www.ev-volumes.com/datacenter/](http://www.ev-volumes.com/datacenter/).
- Fasse, Markus (2021):** BMW setzt auf Feststoff-Batterien – und will so Tesla einholen, Handelsblatt Online, 19.4.2021, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autoindustrie-bmw-setzt-auf-feststoff-batterien-und-will-so-tesla-einholen/27109180.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autoindustrie-bmw-setzt-auf-feststoff-batterien-und-will-so-tesla-einholen/27109180.html).
- Focus (2017):** Patentanmeldungen: Tech-Konzerne besetzen die Zukunftsfelder der Autoindustrie, Focus Online, 6.9.2017, unter: [www.focus.de/auto/experten/patentanmeldungen-tech-konzerne-besetzen-die-zukunftsfelder-der-autoindustrie\\_id\\_7561270.html](http://www.focus.de/auto/experten/patentanmeldungen-tech-konzerne-besetzen-die-zukunftsfelder-der-autoindustrie_id_7561270.html).
- Fraunhofer IAO/e-mobil (2018):** Standortanalyse Japan: Automobilindustrie und zukünftige Mobilitätsinnovationen, Stuttgart, unter: [www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/18020\\_Studie-Standortanalyse-Japan\\_RZ-Web.pdf](http://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/18020_Studie-Standortanalyse-Japan_RZ-Web.pdf).
- Fraunhofer ISI (2020):** Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf, Stuttgart.

- Frieske, Benjamin/Huber, Alexander/Stieler, Sylvia/Mendler, Laura (2022):** Zukunftsfähige Lieferketten und neue Wertschöpfungsstrukturen in der Automobilindustrie, Stuttgart, unter: [www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/Studie\\_Zukunftsfaeihige\\_Lieferketten\\_und\\_neue\\_Wertschoepfungsstrukturen\\_in\\_der\\_Automobilindustrie.pdf](http://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/Studie_Zukunftsfaeihige_Lieferketten_und_neue_Wertschoepfungsstrukturen_in_der_Automobilindustrie.pdf).
- Frieske, Benjamin/Stieler, Sylvia (2021):** Wissen Kompakt: Die «Halbleiter-Krise» als Folge der Covid-19-Pandemie, Stuttgart, unter: [www.zulieferertag-bw.de/\\_download/Wissen\\_Kompakt\\_Halbleiter-Krise\\_als\\_Folge\\_der\\_Covid19-Pandemie.pdf](http://www.zulieferertag-bw.de/_download/Wissen_Kompakt_Halbleiter-Krise_als_Folge_der_Covid19-Pandemie.pdf).
- Fritz, Martin (2022):** Kann Sony Auto?, WirtschaftsWoche Online, 11.1.2022, unter: [www.wiwo.de/unternehmen/auto/plaene-fuer-elektromobilitaet-kann-sony-auto/27964840.html](http://www.wiwo.de/unternehmen/auto/plaene-fuer-elektromobilitaet-kann-sony-auto/27964840.html).
- Gaupp, Marcel (2022):** Corporate Blickpunkt. Automobilindustrie leidet unter Ukraine-Krieg, hrsg. v. LBBW Research, lbbw.de, 3.3.2022, unter: [www.lbbw.de/konzern/research/2022/studien/20220303-lbbw-blickpunkt-automobilindustrie-leidet-unter-ukraine-krieg\\_aefewrqhni\\_m.pdf](http://www.lbbw.de/konzern/research/2022/studien/20220303-lbbw-blickpunkt-automobilindustrie-leidet-unter-ukraine-krieg_aefewrqhni_m.pdf).
- Geinitz, Christian (2012):** E-Bikes und Autos statt Fahrräder in China. Vom Sterben einer Spezies, faz.net, 5.1.2012, unter: <https://blogs.faz.net/asien/2012/01/05/>.
- Gelowicz, Svenja (2018):** Autoland Brasilien: Aufbruch und Strategie, Automobil Industrie, 29.5.2018, unter: [www.automobil-industrie.vogel.de/autoland-brasilien-aufbruch-und-strategie-a-720055/?cflt=rdt](http://www.automobil-industrie.vogel.de/autoland-brasilien-aufbruch-und-strategie-a-720055/?cflt=rdt).
- Green Car Reports (2021):** Biden wants union-made, US-built electric cars: This is the only one available today, greencarreports.com, 10.8.2021, unter: [www.greencarreports.com/news/1133175\\_biden-wants-union-made-us-built-electric-cars-this-is-the-only-one-available-today](http://www.greencarreports.com/news/1133175_biden-wants-union-made-us-built-electric-cars-this-is-the-only-one-available-today).
- GTAI – German Trade & Invest (2022):** Reine Elektroautos sind noch wenig gefragt, gtai.de, 13.1.2022, unter: [www.gtai.de/de/trade/japan/branchen/reine-elektroautos-sind-noch-wenig-gefragt-780526](http://www.gtai.de/de/trade/japan/branchen/reine-elektroautos-sind-noch-wenig-gefragt-780526).
- Guix, Pau Ruiz (2021):** Critical mass: Raw materials, economic coercion, and transatlantic cooperation – European Council on Foreign Relations, ecfre.eu, 17.12.2021, unter: <https://ecfr.eu/article/critical-mass-raw-materials-economic-coercion-and-transatlantic-cooperation/>.
- Gusbeth, Sabine/Kölling, Martin/Kuchenbecker, Tanja/Louven, Sandra/Steuer, Helmut/Kort, Katharina et al. (2021):** Das sind die wichtigsten Batterieprojekte im europäischen Ausland, Handelsblatt Online, 1.11.2021, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/nachhaltigkeit/boom-der-gigafactorys-das-sind-die-wichtigsten-batterieprojekte-im-europaeischen-ausland/27756798.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/nachhaltigkeit/boom-der-gigafactorys-das-sind-die-wichtigsten-batterieprojekte-im-europaeischen-ausland/27756798.html).
- Harrison, Daniel (2021):** Electric vehicle battery supply chain analysis 2021: How lithium-ion battery demand and production are reshaping the automotive industry, hrsg. v. Ultima Media Automotive Logistics, unter: [www.automotive-logistics.media/battery-supply-chain/electric-vehicle-battery-supply-chain-analysis-2021-how-lithium-ion-battery-demand-and-production-are-reshaping-the-automotive-industry/41924.article](http://www.automotive-logistics.media/battery-supply-chain/electric-vehicle-battery-supply-chain-analysis-2021-how-lithium-ion-battery-demand-and-production-are-reshaping-the-automotive-industry/41924.article).
- Heide, Dana (2022):** Absatzeinbruch auf dem wichtigsten Markt: Volkswagen verkauft in China deutlich weniger Autos, Handelsblatt Online, 11.1.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autoindustrie-absatzeinbruch-auf-dem-wichtigsten-markt-volkswagen-verkauft-in-china-deutlich-weniger-autos/27963586.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autoindustrie-absatzeinbruch-auf-dem-wichtigsten-markt-volkswagen-verkauft-in-china-deutlich-weniger-autos/27963586.html).
- Heide, Dana/Hubik, Franz/Menzel, Stefan/Tyborski, Roman (2022):** Für deutsche Autobauer sind die goldenen Zeiten in China vorbei, Handelsblatt Online, 14.2.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autoindustrie-fuer-deutsche-autobauer-sind-die-goldenen-zeiten-in-china-vorbei/28061072.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/autoindustrie-fuer-deutsche-autobauer-sind-die-goldenen-zeiten-in-china-vorbei/28061072.html).
- Henßler, Sebastian (2017):** Schwedische Studie zeigt auf, dass die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Elektroautos alles andere als umweltfreundlich ist ..., Elektroauto-News.net, 16.6.2017, unter: [www.elektroauto-news.net/2017/schwedische-studie-co2-bilanz-umweltschaedlich](http://www.elektroauto-news.net/2017/schwedische-studie-co2-bilanz-umweltschaedlich).

- Herrmann, Steffen/Schwab, Tobias (2022):** «Das ist ein Weckruf für die Arbeiter in Mexiko», Frankfurter Rundschau Online, 20.2.2022, unter: [www.fr.de/wirtschaft/frax/gewerkschaft-autobauer-fabriken-handel-mexiko-arbeit-ein-weckruf-fuer-lieferketten-91360703.html](http://www.fr.de/wirtschaft/frax/gewerkschaft-autobauer-fabriken-handel-mexiko-arbeit-ein-weckruf-fuer-lieferketten-91360703.html).
- Hirsch, Jerry (2015):** Elon Musk's growing empire is fueled by \$4.9 billion in government subsidies, Los Angeles Times Online, 30.5.2015, unter: [www.latimes.com/business/la-fi-hy-musk-subsidies-20150531-story.html#page=1](http://www.latimes.com/business/la-fi-hy-musk-subsidies-20150531-story.html#page=1).
- Hoekstra, Auke/Steinbuch, Maarten (2020):** Vergleich der lebenslangen Treibhausgasemissionen von Elektroautos mit den Emissionen von Fahrzeugen mit Benzin- oder Dieselmotoren, Eindhoven.
- Hofer, Joachim (2022):** Halbleiter: Das Geschäft mit Auto-Chips steht vor dem großen Boom, Handelsblatt Online, 16.2.2022, unter: [www.handelsblatt.com/technik/it-internet/technologie-das-geschaeft-mit-auto-chips-steht-vor-dem-grossen-boom-europa-profitiert-besonders-davon/28074526.html](http://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/technologie-das-geschaeft-mit-auto-chips-steht-vor-dem-grossen-boom-europa-profitiert-besonders-davon/28074526.html).
- Horváth & Partners (2020):** Faktencheck E-Mobilität Update 2020. «Status Quo der E-Mobilität in Deutschland», Stuttgart, unter: [www.horvath-partners.com/fileadmin/horvath-partners.com/assets/05\\_Media\\_Center/PDFs/Studien-PDFs\\_fuer\\_MAT-Download/200917\\_HuP\\_Faktencheck\\_E-Mobilitaet\\_2020\\_web\\_g.pdf](http://www.horvath-partners.com/fileadmin/horvath-partners.com/assets/05_Media_Center/PDFs/Studien-PDFs_fuer_MAT-Download/200917_HuP_Faktencheck_E-Mobilitaet_2020_web_g.pdf).
- Hubik, Franz (2022a):** A-Klasse, EQB oder CLA Coupé – Daimler rüstet Massenmodelle für hochautomatisiertes Fahren auf, Handelsblatt Online, 21.1.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/autoindustrie-a-klasse-eqb-oder-cla-coupe-daimler-ruestet-massenmodelle-fuer-hochautomatisiertes-fahren-auf/27992528.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/autoindustrie-a-klasse-eqb-oder-cla-coupe-daimler-ruestet-massenmodelle-fuer-hochautomatisiertes-fahren-auf/27992528.html).
- Hubik, Franz (2022b):** «Raus aus der Nische» – So will die Automarke Smart profitabel werden, Handelsblatt Online, 7.4.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/weltpremiere-des-neuen-smart-1-raus-aus-der-nische-so-will-die-automarke-smart-profitabel-werden/28233802.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/weltpremiere-des-neuen-smart-1-raus-aus-der-nische-so-will-die-automarke-smart-profitabel-werden/28233802.html).
- Hubik, Franz (2022c):** Abschied vom Carsharing: Warum BMW und Mercedes Share Now an Stellantis verkaufen, Handelsblatt Online, 3.5.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/share-now-abschied-vom-carsharing-warum-bmw-und-mercedes-share-now-an-stellantis-verkaufen/28297794.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/share-now-abschied-vom-carsharing-warum-bmw-und-mercedes-share-now-an-stellantis-verkaufen/28297794.html).
- Hubik, Franz/Menzel, Stefan/Tyborski, Roman (2022):** So überfordert die Software-Entwicklung Deutschlands Autohersteller, Handelsblatt Online, 17.6.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/vw-bmw-und-mercedes-so-ueberfordert-die-software-entwicklung-deutschlands-autohersteller/28415862.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/vw-bmw-und-mercedes-so-ueberfordert-die-software-entwicklung-deutschlands-autohersteller/28415862.html).
- Hubik, Franz/Tyborski, Roman (2022):** Wie Stellantis dank Alexa an VW vorbeiziehen könnte, Handelsblatt Online, 28.2.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/fahrzeugsoftware-schneller-unterwegs-wie-stellantis-dank-alex-a-an-vw-vorbeiziehen-koennte-/28110626.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/fahrzeugsoftware-schneller-unterwegs-wie-stellantis-dank-alex-a-an-vw-vorbeiziehen-koennte-/28110626.html).
- ICCT – International Council on Clean Transportation (2018):** Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions, unter: <https://theicct.org/publication/effects-of-battery-manufacturing-on-electric-vehicle-life-cycle-greenhouse-gas-emissions/>.
- IEA – International Energy Agency (2020):** Global EV Outlook 2020, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2021a):** Global EV Outlook 2021, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2021b):** The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions: OECD, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2021c):** Global Energy Review 2021, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2021d):** Global EV Outlook 2021: OECD, Paris.

- IEA – International Energy Agency (2022a):** Executive summary, in: IEA: The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. Analysis, S. 4–18, unter: [www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary](http://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary).
- IEA – International Energy Agency (2022b):** Global energy-related CO<sub>2</sub> emissions by sector, [iea.org](http://iea.org), 26.10.2022, unter: [www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-related-co2-emissions-by-sector](http://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-related-co2-emissions-by-sector).
- ifo Institut (2019):** Fahrzeugbau – wie verändert sich die Wertschöpfungskette? ifo-Studie im Auftrag des BIHK, unter: [www.ihk-muenchen.de/ihk/documents/Industrie/BIHK\\_ifo-Studie\\_Fahrzeugbau\\_final.pdf](http://www.ihk-muenchen.de/ihk/documents/Industrie/BIHK_ifo-Studie_Fahrzeugbau_final.pdf).
- IG Metall (2016):** Autoproduktion in Ungarn. Testlabor der deutschen Autoindustrie, [igmetall.de](http://igmetall.de), 15.1.2016, unter: [www.igmetall.de/politik-und-gesellschaft/internationales/testlabor-der-deutschen-autoindustrie](http://www.igmetall.de/politik-und-gesellschaft/internationales/testlabor-der-deutschen-autoindustrie).
- IG Metall (2020a):** Klimaschutz: Das sind die Positionen der IG Metall, [igmetall.de](http://igmetall.de), 5.2.2020, unter: [www.igmetall.de/politik-und-gesellschaft/umwelt-und-energie/klimaschutz-das-sind-die-positionen-der-ig-metall](http://www.igmetall.de/politik-und-gesellschaft/umwelt-und-energie/klimaschutz-das-sind-die-positionen-der-ig-metall).
- IG Metall (2020b):** #FAIRWANDEL jetzt!, [igmetall.de](http://igmetall.de), 7.2.2020, unter: [www.igmetall.de/tarif/tarifrunden/metall-und-elektro/fairwandel-jetzt-argumente-zur-tarifrunde](http://www.igmetall.de/tarif/tarifrunden/metall-und-elektro/fairwandel-jetzt-argumente-zur-tarifrunde).
- infobae (2021):** Qué autos eléctricos de fabricación nacional ofrece la Argentina, Online-Publikation, 20.7.2021, unter: [www.infobae.com/autos/2021/07/19/que-autos-electricos-de-fabricacion-nacional-ofrece-la-argentina/](http://www.infobae.com/autos/2021/07/19/que-autos-electricos-de-fabricacion-nacional-ofrece-la-argentina/).
- International Trade Administration (2022):** Mexico – Automotive Industry, [trade.gov](http://trade.gov), 23.9.2022, unter: [www.trade.gov/country-commercial-guides/mexico-automotive-industry](http://www.trade.gov/country-commercial-guides/mexico-automotive-industry).
- Knobloch, Andreas (2022):** E-Auto-Prototypen mit 100 Prozent mexikanischer Technik, [heise.de](http://heise.de), 8.2.2022, unter: [www.heise.de/news/E-Auto-Prototypen-mit-100-Prozent-mexikanischer-Technik-6353586.html](http://www.heise.de/news/E-Auto-Prototypen-mit-100-Prozent-mexikanischer-Technik-6353586.html).
- Kölling, Martin (2019):** Warum Toyota in Japans Autowelt eine Ausnahmestellung hat, Handelsblatt Online, 7.11.2019, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/automobilindustrie-warum-toyota-in-japans-autowelt-eine-ausnahmestellung-hat/25201330.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/automobilindustrie-warum-toyota-in-japans-autowelt-eine-ausnahmestellung-hat/25201330.html).
- Köncke, Philipp (2022):** Strukturwandel und Arbeitskämpfe in der deutschen Automobilindustrie, in: Candeias, Mario/Krull, Stephan (Hrsg.): Spurwechsel. Studien zu Mobilitätsindustrien, gerechten Übergängen und alternativer Produktion, Hamburg, S. 119–249.
- Kords, Martin (2021a):** Statistiken zur Automobilindustrie Europa, [statista.com](http://statista.com), 28.11.2022, unter: [https://de.statista.com/themen/5357/automobilindustrie-europa/#dossierContents\\_\\_outerWrapper](https://de.statista.com/themen/5357/automobilindustrie-europa/#dossierContents__outerWrapper).
- Kords, Martin (2021b):** Statistiken zur Automobilindustrie Japan, [statista.com](http://statista.com), 28.11.2022, unter: [https://de.statista.com/themen/1766/automobilindustrie-japan/#topicHeader\\_\\_wrapper](https://de.statista.com/themen/1766/automobilindustrie-japan/#topicHeader__wrapper).
- Kords, Martin (2022):** Umsatzstärkste Automobilhersteller weltweit bis 2021, [statista.com](http://statista.com), 4.8.2022, unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/160831/umfrage/umsatzstaerkste-autokonzerne-weltweit/>.
- Lang, Patrick/Stegmaier, Gerd/Baumann, Uli/Harloff, Thomas (2022):** Verbrenner-Aus bei Autoherstellern, [auto-motor-und-sport.de](http://auto-motor-und-sport.de), 22.9.2022, unter: [www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/verbrenner-ausstieg-auto-hersteller-elektro-zukunft/](http://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/verbrenner-ausstieg-auto-hersteller-elektro-zukunft/).
- Lechowski, Grzegorz/Krzywdzinski, Martin (2022):** The COVID-crisis and the future of automotive production in Germany. early insights into response strategies by the government, industry, and labor. Gerpisa Network, Online-Konferenzmitschnitt, unter: [www.youtube.com/watch?v=IYYIX3DjdHg&t=5847s](https://www.youtube.com/watch?v=IYYIX3DjdHg&t=5847s).
- Lesch, Harald (2022):** Harald Lesch zur Elektromobilität, Meinung geändert, wie klimafreundlich sind E-Autos wirklich?, Videobeitrag, 17.6.2022, unter: [www.youtube.com/watch?v=OtnHAn32Ybc](https://www.youtube.com/watch?v=OtnHAn32Ybc).

- Leßmann, Christian/Steinkraus, Arne (2019):** Zukunft der Mobilität: Welche Optionen sind tragfähig? Zur Diskussion gestellt, ifo Schnelldienst 12/2019, unter: [www.ifo.de/DocDL/sd-2019-12-lessmann-steinkraus-et-al-zukunft-der-mobilitaet-2019-06-27.pdf](http://www.ifo.de/DocDL/sd-2019-12-lessmann-steinkraus-et-al-zukunft-der-mobilitaet-2019-06-27.pdf).
- Levin, Dan (2015):** Study Links Polluted Air in China to 1.6 Million Deaths a Year, The New York Times Online, 14.8.2015, unter: [www.nytimes.com/2015/08/14/world/asia/study-links-polluted-air-in-china-to-1-6-million-deaths-a-year.html](http://www.nytimes.com/2015/08/14/world/asia/study-links-polluted-air-in-china-to-1-6-million-deaths-a-year.html).
- Lüdtke, Lisa (2021):** Critical raw materials: Assessing EU vulnerabilities, Geopolitical Intelligence Services AG, 30.3.2021, unter: [www.gisreportsonline.com/r/critical-raw-materials/](http://www.gisreportsonline.com/r/critical-raw-materials/).
- Lüthje, Boy (2006):** IT-Produktion: Die Auftraggeber werden nicht mehr gebraucht, in: Böckler Impuls 3/2006, S. 2, unter: [www.boeckler.de/pdf/impuls\\_2006\\_03\\_2.pdf](http://www.boeckler.de/pdf/impuls_2006_03_2.pdf).
- Lüthje, Boy (2019a):** Going Digital, Going Green: Changing Value Chains and Regimes of Accumulation in the Automotive Industry in China, East-West Center Working Papers: Innovation and Economic Growth Series 15, unter: [www.eastwestcenter.org/publications/going-digital-going-green-changing-value-chains-and-regimes-accumulation-in-the](http://www.eastwestcenter.org/publications/going-digital-going-green-changing-value-chains-and-regimes-accumulation-in-the).
- Lüthje, Boy (2019b):** Platform Capitalism «Made in China»? Intelligent Manufacturing, Taobao Villages and the Restructuring of Work, in: Science, Technology and Society 2/2019, S. 199–217, DOI: 10.1177/0971721819841985.
- Lüthje, Boy (2022):** China: Foxconnization of the automotive industrie, Online-Konferenzmitschnitt, From the Covid Crisis to Electrification: how the State is transforming the Automotive Industry (1), Gerpisa Network, Online-Konferenzmitschnitt, 7.1.2022, unter: [www.youtube.com/watch?v=XJ2miMgSKJc&t=934s](https://www.youtube.com/watch?v=XJ2miMgSKJc&t=934s).
- Manager Magazin (2020):** Rückzieher nach vier Jahren: Daimler beendet Autoproduktion in Brasilien, Manager Magazin Online, 18.12.2020, unter: [www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/mercedes-benz-daimler-beendet-autoproduktion-in-brasilien-a-84e19885-56e7-4d09-a435-ef64883ff2af](http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/mercedes-benz-daimler-beendet-autoproduktion-in-brasilien-a-84e19885-56e7-4d09-a435-ef64883ff2af).
- Manager Magazin (2021):** Chinesischer Partner: BAIC entpuppt sich als größter Daimler-Aktionär, Manager Magazin Online, 13.12.2021, unter: [www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/daimler-baic-legt-hoehere-beteiligung-offen-a-2607b397-3bf6-4360-a32c-6011ffe21b1c](http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/daimler-baic-legt-hoehere-beteiligung-offen-a-2607b397-3bf6-4360-a32c-6011ffe21b1c).
- Manager Magazin (2022):** Vinfast, Geely, Nio & Co.: Diese jungen Autobauer drängen nach Europa, Manager Magazin Online, 6.1.2022, unter: [www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/diese-chinesischen-autobauer-wollen-den-europaeischen-markt-erobern-a-9c6c6bb9-19ef-48d8-b475-ce73da7acaff](http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/diese-chinesischen-autobauer-wollen-den-europaeischen-markt-erobern-a-9c6c6bb9-19ef-48d8-b475-ce73da7acaff).
- Martin, Marinus (2022):** Die 5 besten Navi-Apps 2022: Für Android und iPhone, netzwelt.de, 14.4.2022, unter: [www.netzwelt.de/smartphone/5-besten-navi-apps-android-ios/index.html](http://www.netzwelt.de/smartphone/5-besten-navi-apps-android-ios/index.html).
- Mau, Katharina (2019):** Elektroautos: Dreckige Rohstoffe für saubere Autos, Zeit Online, 11.12.2019, unter: [www.zeit.de/mobilitaet/2019-11/elektroautos-kobalt-lithium-batterie-akkus-rohstoffe-umweltschutz/komplettansicht](http://www.zeit.de/mobilitaet/2019-11/elektroautos-kobalt-lithium-batterie-akkus-rohstoffe-umweltschutz/komplettansicht).
- Menzel, Stefan (2022):** «Gravitationszentrum unserer Branche bewegt sich nach China»: Ford-Chef warnt Europas Autobauer, Handelsblatt Online, 28.3.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/jim-farley-im-interview-gravitationszentrum-unserer-branche-bewegt-sich-nach-china-ford-chef-warnt-europas-autobauer/28206288.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/jim-farley-im-interview-gravitationszentrum-unserer-branche-bewegt-sich-nach-china-ford-chef-warnt-europas-autobauer/28206288.html).
- Mercedes-Benz Group (2022):** Mercedes-Benz eCampus, mercedes-benz.com, 31.5.2022, unter: <https://group.mercedes-benz.com/unternehmen/news/ecampus-untertuerkheim.html>.
- Moody, Kim (1997):** Workers in a lean world. Unions in the international economy, Reprinted, London.



- Murphy, Martin/Menzel, Stefan/Tyborski, Roman/Fasse, Markus/Iwersen, Sönke (2022):** Ultimatum: VW-Chef Diess muss in drei Wochen eine Lösung für das Software-Chaos vorlegen, Handelsblatt Online, 9.6.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/volkswagen-ultimatum-vw-chef-diess-muss-in-drei-wochen-eine-loesung-fuer-das-software-chaos-vorlegen/28399664.html](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/volkswagen-ultimatum-vw-chef-diess-muss-in-drei-wochen-eine-loesung-fuer-das-software-chaos-vorlegen/28399664.html).
- Nachtwey, Oliver/Staab, Philipp (2020):** Das Produktionsmodell des Digitalen Kapitalismus, in: Soziale Welt. Sonderband 23: «Soziologie des Digitalen. Digitale Soziologie», S. 285–304.
- Neef, Christoph/Schmaltz, Thomas/Thielmann, Axel (2021):** Recycling von Lithium-Ionen-Batterien. Chancen und Herausforderungen für den Maschinen- und Anlagenbau, Kurzstudie im Auftrag der IMPULS-Stiftung (Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik), Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe, unter: [www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2021/VDMA\\_Kurzstudie\\_Batterierecycling.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2021/VDMA_Kurzstudie_Batterierecycling.pdf).
- Of-Allinger, Andreas/Harloff, Thomas (2019):** Strengere Grenzwerte für 2030, auto-motor-und-sport.de, 16.4.2019, unter: [www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/co2-grenzwerte-eu-staaten-billigen-verschaerfte-vorgaben/](http://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/co2-grenzwerte-eu-staaten-billigen-verschaerfte-vorgaben/).
- OICA (2022):** Motor Vehicle Production by Country/Region. International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, unter: [www.oica.net/wp-content/uploads/By-country-region-2021.pdf](http://www.oica.net/wp-content/uploads/By-country-region-2021.pdf).
- Ostmann, Bernd (2016):** China kämpft gegen den Smog, dekra-solutions.com, 21.10.2016, unter: [www.dekra-solutions.com/2016/10/es-liegt-was-in-der-luft/](http://www.dekra-solutions.com/2016/10/es-liegt-was-in-der-luft/).
- Our World in Data (2022):** Motor vehicle ownership, per 1.000 inhabitants, ourworldindata.org, o. D., unter: <https://ourworldindata.org/grapher/motor-vehicle-ownership-per-1000-inhabitants>.
- Página 12 (2022):** Avanza el Proyecto de ley nacional de Electromovilidad, 10.3.2022, unter: [www.pagina12.com.ar/403356-avanza-el-proyecto-de-ley-nacional-de-electromovilidad](http://www.pagina12.com.ar/403356-avanza-el-proyecto-de-ley-nacional-de-electromovilidad).
- Pavlinek, Petr (2022):** The Changing Geografy And Spatial Structure Of The European Automotive Industry, Gerpisa Network, Online-Konferenzmitschnitt, 6.4.2022, unter: [www.youtube.com/watch?v=U6CvWfT7SOI&t=1696s](http://www.youtube.com/watch?v=U6CvWfT7SOI&t=1696s).
- Pertschy, Fabian (2021):** Was hinter der Kooperation von Stellantis und Foxconn steckt, automotiveit.eu, 18.5.2021, unter: [www.automotiveit.eu/exklusiv/was-hinter-der-kooperation-von-stellantis-und-foxconn-steckt-293.html](http://www.automotiveit.eu/exklusiv/was-hinter-der-kooperation-von-stellantis-und-foxconn-steckt-293.html).
- Peugeot Vorkriegs-Register (2022):** Pferdemit – das große Umweltproblem vor 125 Jahren ..., vorkriegs-peugeot.de, o. D, unter: <https://vorkriegs-peugeot.de/peugeot-geschichte/zeitgeschichte/pferdemist-das-grosse-umweltproblem-vor-125-jahren/>.
- Pfeiffer, Sabine (2021):** Digitalisierung als Distributivkraft. Über das Neue am digitalen Kapitalismus, Bielefeld.
- Pillau, Florian (2022):** BMW: Bessere Chancen für E-Autos, eigene Batteriezellen-Entwicklung, heise online, 16.3.2022, unter: [www.heise.de/news/BMW-sieht-Chancen-fuer-E-Autos-optimistischer-und-will-eigene-Zellen-entwickeln-6555368.html?wt\\_mc=nl.red.autos.autos-nl.2022-03-17.link.link](http://www.heise.de/news/BMW-sieht-Chancen-fuer-E-Autos-optimistischer-und-will-eigene-Zellen-entwickeln-6555368.html?wt_mc=nl.red.autos.autos-nl.2022-03-17.link.link).
- Pohl, Martin (2021):** Japans Industriepolitik als Wegbereiter zu einer Gesellschaft der Zukunft: «Society 5.0», in: Lemb, Wolfgang (Hrsg.): Perspektiven eines Industriemodells der Zukunft, Marburg, S. 243–256.
- Rajković, Ivan (2022):** The people against Rio Tinto: three ecopopulist lessons for the Balkan Left, lefteast.org, 19.4.2022, unter: <https://lefteast.org/people-against-rio-tinto-three-ecopopulist-lessons/>.
- Reimann, Annina (2021):** Warum nur Daimler das Glasgow-Ziel zum Verbrenner-Aus unterschreibt, Wirtschaftswoche Online, 11.11.2021, unter: [www.wiwo.de/unternehmen/auto/vw-porsche-bmw-lehnten-ab-warum-nur-daimler-das-glasgow-ziel-zum-verbrenner-aus-unterschreibt-/27792064.html](http://www.wiwo.de/unternehmen/auto/vw-porsche-bmw-lehnten-ab-warum-nur-daimler-das-glasgow-ziel-zum-verbrenner-aus-unterschreibt-/27792064.html).

- Rest, Jonas (2022):** Das nächste Level, in: Manager Magazin, 26.8.2022.
- Reuters (2022a):** Tribunal de Chile ordena paralizar la licitación del litio que adjudicó cuotas a BYD y una firma local, AméricaEconomía Online, 17.1.2022, unter: [www.americaeconomia.com/negocios-empresas/tribunal-de-chile-ordena-paralizar-la-licitacion-del-litio-que-adjudico-cuotas-a-byd-y-una-firma-local](http://www.americaeconomia.com/negocios-empresas/tribunal-de-chile-ordena-paralizar-la-licitacion-del-litio-que-adjudico-cuotas-a-byd-y-una-firma-local).
- Reuters (2022b):** Rio Tinto: Umweltproteste verhindern Lithium-Abbau in Serbien, Handelsblatt Online, 21.1.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/bergbaukonzern-rio-tinto-umweltproteste-verhindern-lithium-abbau-in-serbien/27997830.html?ticket=ST-16206897-WaoYoORkUkYksAORR6Jr-ap3](http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/bergbaukonzern-rio-tinto-umweltproteste-verhindern-lithium-abbau-in-serbien/27997830.html?ticket=ST-16206897-WaoYoORkUkYksAORR6Jr-ap3).
- Reuters Media (2021):** U.S. automakers say they aspire to up to 50% of EV sales by 2030 -sources, Reuters Media, 5.8.2021, unter: [www.reuters.com/business/autos-transportation/us-automakers-say-they-aspire-up-50-ev-sales-by-2030-sources-2021-08-04/](http://www.reuters.com/business/autos-transportation/us-automakers-say-they-aspire-up-50-ev-sales-by-2030-sources-2021-08-04/).
- Romare, Mia/Dahllöf, Lisbeth (2017):** The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries. A Study with Focus on Current Technology and Batteries for light-duty vehicles, Stockholm.
- Rudschies, Wolfgang (2020):** Pro & Contra: Fakten zur Elektromobilität, ADAC Online, Stand vom 31.1.2020, unter: [www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/elektroauto-pro-und-contra/](http://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/elektroauto-pro-und-contra/).
- Sattler, Lena (2022a):** Volkswagen stellt mehr als 1.000 zusätzliche Arbeiter in Emden ein, Automobil Industrie, 11.2.2022, unter: [www.automobil-industrie.vogel.de/volkswagen-stellt-mehr-als-1000-zusaetzliche-arbeiter-in-emden-ein-a-1095056/?cmp=nl-99&uuid=eb52fd95964eeb102e679bd5f0214e73](http://www.automobil-industrie.vogel.de/volkswagen-stellt-mehr-als-1000-zusaetzliche-arbeiter-in-emden-ein-a-1095056/?cmp=nl-99&uuid=eb52fd95964eeb102e679bd5f0214e73).
- Sattler, Lena (2022b):** Ford gründet eigene Sparte für E-Autos, Automobil Industrie, 3.3.2022, unter: [www.automobil-industrie.vogel.de/ford-gruendet-eigene-sparte-fuer-e-autos-a-1099898/](http://www.automobil-industrie.vogel.de/ford-gruendet-eigene-sparte-fuer-e-autos-a-1099898/).
- Schadt, Peter/Weis, Nathan (2022):** Automobilindustrie im Umbruch. Digitalisierung und Elektrifizierung als Trends?, in: Z. Zeitschrift marxistische Erneuerung 129, S. 174–186.
- Schmitt, Tanja (2021):** Wettlauf um das «weiße Gold» im Lithium-Dreieck, Automobil Industrie, 5.5.2021, unter: [www.automobil-industrie.vogel.de/wettlauf-um-das-weiße-gold-im-lithium-dreieck-a-1021542/](http://www.automobil-industrie.vogel.de/wettlauf-um-das-weiße-gold-im-lithium-dreieck-a-1021542/).
- Schüller, Margot (2021):** Chinas neue Industriepolitik: Innovation und Nachhaltigkeit im Fokus, in: Lemb, Wolfgang (Hrsg.): Perspektiven eines Industriemodells der Zukunft, Marburg, S. 229–242.
- Schulte, Andreas (2021):** Varta & Co.: Europas Batteriehersteller fordern Marktführer heraus, Handelsblatt Online, 16.11.2021, unter: [www.handelsblatt.com/mobilitaet/elektromobilitaet/elektromobilitaet-europas-batteriehersteller-fordern-mit-hightech-die-marktfuehrer-aus-asien-heraus/27801220.html](http://www.handelsblatt.com/mobilitaet/elektromobilitaet/elektromobilitaet-europas-batteriehersteller-fordern-mit-hightech-die-marktfuehrer-aus-asien-heraus/27801220.html).
- Schwarz-Kocher, Martin/Stieler, Sylvia (2019):** Die Bedeutung regionaler Wertschöpfungskuster der Automobilindustrie im Prozess fortschreitender Globalisierung und der Transformation zur Elektromobilität, in: AIS-Studien 2/2019, S. 35–56, unter: <https://doi.org/10.21241/ssoar.64945>.
- Shell Deutschland/Prognos (2014):** Shell PKW-Szenarien bis 2040. Fakten, Trends und Perspektiven für Automobilität, Hamburg.
- Silvia, Stephen J. (2018):** The United Auto Workers' Attempts to Unionize Volkswagen Chattanooga, in: ILR Review 3/2018, S. 600–624, DOI: 10.1177/0019793917723620.
- SIPRI (2020):** Renewable energy as an opportunity for peace, sipri.org, 2.4.2020, unter: [www.sipri.org/commentary/blog/2020/renewable-energy-opportunity-peace](http://www.sipri.org/commentary/blog/2020/renewable-energy-opportunity-peace).



- Statista (2022a):** Elektromobilität – Jährlicher Energiebedarf weltweit 2030, 19.4.2022, unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1036407/umfrage/prognose-des-energiebedarfs-fuer-elektroautoflotte-weltweit/>.
- Statista (2022b):** China – Automobilabsatz 2022, 16.11.2022, unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/215337/umfrage/autoabsatz-in-china/>.
- Statista (2022c):** China – Produktion von Pkw und Nfz 2022, 16.11.2022, unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/244842/umfrage/produktion-von-automobilen-in-china/>.
- Statista (2022d):** Pkw-Neuzulassungen Europa 2021, 28.1.2022, unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36395/umfrage/anzahl-der-pkw-neuzulassungen-in-den-laendern-europas/>.
- Statista (2022e):** Größte Automobilhersteller nach weltweitem Fahrzeugabsatz 2021, 27.6.2022, unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/173795/umfrage/automobilhersteller-nach-weltweitem-fahrzeugabsatz/>.
- Statista (2022f):** Unternehmen der Halbleiterindustrie – Marktanteile 2021, 14.4.2022, unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/73736/umfrage/marktanteil-der-fuehrenden-unternehmen-der-halbleiterindustrie/>.
- Statista (2022g):** CO<sub>2</sub>-Ausstoß – Anteil des Verkehrs, 20.10.2022, unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/317683/umfrage/verkehrstraeger-anteil-co2-emissionen-fossile-brennstoffe/>.
- Sturgeon, Timothy (2021):** The Future of Automotive Industries: The fate of legacy production clusters and the car as a rolling mobile phone. The future of automotive global value chains, Gerpisa Network, Online-Konferenzmitschnitt, 6.4.2022, unter: [www.youtube.com/watch?v=U6CvWfT7SOI&t=1302s](http://www.youtube.com/watch?v=U6CvWfT7SOI&t=1302s).
- suednordfunk iz3w (2022):** Heißer Scheiß Ep#6 – Lithiumbatterien aus Bolivien – nicht um jeden Preis, Podcast, unter: <https://soundcloud.com/suednordfunk/heiser-scheis-ep-6-lithiumbatterien-aus-bolivien-nicht-um-jeden-preis>.
- T3n Magazin (2022):** Batterieherstellung: VW und Bosch könnten Gemeinschaftsfirma vorbereiten, t3n.de, 19.1.2022, unter: <https://t3n.de/news/batterieherstellung-vw-bosch-1444708/?fbclid=IwAR1-yw5hQH2ULQLam5XWC7wt2PjIdvddfFn2ZdqyzYksI3AdFJ1672PStsk>.
- tagesschau (2022):** Toyota löst GM als Marktführer ab, 5.1.2022, unter: [www.tagesschau.de/wirtschaft/weltwirtschaft/us-automarkt-toyota-101.html](http://www.tagesschau.de/wirtschaft/weltwirtschaft/us-automarkt-toyota-101.html).
- Telesur (2020):** Elon Musk Confesses to Lithium Coup in Bolivia, teleSUR, 25.7.2020, unter: [www.telesurenglish.net/news/elon-musk-confesses-to-lithium-coup-in-bolivia-20200725-0010.html](http://www.telesurenglish.net/news/elon-musk-confesses-to-lithium-coup-in-bolivia-20200725-0010.html).
- Teske, Sven/Bratzel, Stefan/Tellermann, Ralf/Stephan, Benjamin/Varas, Mauricio (2022):** The Internal Combustion Engine Bubble, Greenpeace e. V., Hamburg, unter: [www.greenpeace.de/publikationen/ICE-Bubble\\_2.pdf](http://www.greenpeace.de/publikationen/ICE-Bubble_2.pdf).
- The Asahi Shimbun (2022):** EDITORIAL: Rengo's political flirtation with LDP could betray core interests, asahi.com, 26.3.2022, unter: [www.asahi.com/ajw/articles/14582273](http://www.asahi.com/ajw/articles/14582273).
- The White House (2021):** Statements on the Biden Administration's Steps to Strengthen American Leadership on Clean Cars and Trucks, The White House, 5.8.2021, unter: [www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/08/05/statements-on-the-biden-administrations-steps-to-strengthen-american-leadership-on-clean-cars-and-trucks/](http://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/08/05/statements-on-the-biden-administrations-steps-to-strengthen-american-leadership-on-clean-cars-and-trucks/).
- TÜV Nord (2022):** Wirkungsgrade von Elektroautos, tuev-nord.de, o. D. , unter: [www.tuev-nord.de/de/privatkunden/verkehr/auto-motorrad-caravan/elektromobilitaet/wirkungsgrad/](http://www.tuev-nord.de/de/privatkunden/verkehr/auto-motorrad-caravan/elektromobilitaet/wirkungsgrad/).

- Tyborski, Roman (2022):** VVW kassiert Software-Ziel – und holt mit Continental einen weiteren Partner dazu, Handelsblatt Online, 2.9.2022, unter: [https://nachrichten.handelsblatt.com/25255e9d765e1b86d9eea3c-06bce19a1f226da0f67542898d4cb02a7f8eae0ba8478644e0f01a31b35e13a141336f329028642514?utm\\_source=app](https://nachrichten.handelsblatt.com/25255e9d765e1b86d9eea3c-06bce19a1f226da0f67542898d4cb02a7f8eae0ba8478644e0f01a31b35e13a141336f329028642514?utm_source=app).
- UAW Research Department (2020):** Making EVs Work for American Workers, hrsg. von United Auto Workers, Detroit, unter: <https://uaw.org/wp-content/uploads/2019/07/190416-EV-White-Paper-REVISED-January-2020-Final.pdf>.
- Umweltbundesamt (2022a):** Weltweiter Autobestand, umweltbundesamt.de, 16.3.2022, unter: [www.umweltbundesamt.de/bild/weltweiter-autobestand](http://www.umweltbundesamt.de/bild/weltweiter-autobestand).
- Umweltbundesamt (2022b):** Emissionen des Verkehrs, umweltbundesamt.de, 14.9.2022, unter: [www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#-das-mehr-an-pkw-verkehr-hebt-den-fortschritt-auf](http://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#-das-mehr-an-pkw-verkehr-hebt-den-fortschritt-auf).
- Umweltbundesamt (2022c):** Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugbestand, umweltbundesamt.de, 24.3.2022, unter: [www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeugbestand#entwicklung-des-kraftfahrzeugbestands](http://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeugbestand#entwicklung-des-kraftfahrzeugbestands).
- UNEP – United Nations Environment Programme (2010):** Sick Water? The Central Role of Wastewater Management in Sustainable Development. A Rapid Response Assessment, Arendal.
- U. S. Bureau of labor statistics (2021):** News Release, 20.1.2022, unter: [www.bls.gov/news.release/pdf/union2.pdf](http://www.bls.gov/news.release/pdf/union2.pdf).
- U.S. Geological Survey (2021):** Mineral Commodity Summaries 2021, Reston (VA).
- VDA – Verband der Automobilindustrie (2021):** Erstes globales E-Mobility-Ranking. Europa überholt China bei den E-Auto-Neuzulassungen, Pressemitteilung, 23.4.2021, unter: [www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/2021/210423-Erstes-globales-E-Mobility-Ranking](http://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/2021/210423-Erstes-globales-E-Mobility-Ranking).
- Visual Capitalist (2020):** Lithium-Cobalt Batteries: Powering the Electric Vehicle Revolution, visualcapitalist.com, 14.10.2020, unter: [www.visualcapitalist.com/lithium-cobalt-batteries-powering-the-electric-vehicle-revolution/](http://www.visualcapitalist.com/lithium-cobalt-batteries-powering-the-electric-vehicle-revolution/).
- Vogt, Jürgen (2022a):** Das südamerikanische Lithium-Dreieck, nd-aktuell.de, 24.1.2022, unter: [www.nd-aktuell.de/artikel/1160707.elektromobilitaet-das-suedamerikanische-lithium-dreieck.html](http://www.nd-aktuell.de/artikel/1160707.elektromobilitaet-das-suedamerikanische-lithium-dreieck.html).
- Vogt, Jürgen (2022b):** Die Lithium-Extraktion sorgt für irreversible Schäden, nd-aktuell.de, 24.1.2022, unter: [www.nd-aktuell.de/artikel/1160708.elektromobilitaet-die-lithium-extraktion-sorgt-fuer-irreversible-schaeden.html](http://www.nd-aktuell.de/artikel/1160708.elektromobilitaet-die-lithium-extraktion-sorgt-fuer-irreversible-schaeden.html).
- Vollmer, Alfred (2021):** Viel mehr als Elektromobilität: Patrick Morgan, ADI, im Interview, all-electronics.de, 8.6.2021, unter: [www.all-electronics.de/automotive-transportation/viel-mehr-als-elektromobilitaet-patrick-morgan-adi-im-interview-115.html](http://www.all-electronics.de/automotive-transportation/viel-mehr-als-elektromobilitaet-patrick-morgan-adi-im-interview-115.html).
- VW (2019):** Klimabilanz von E-Fahrzeugen & Life Cycle Engineering, vw-umweltziele.de, 24.4.2019, unter: [www.vw-umweltziele.de/klimabilanz-von-e-fahrzeugen-life-cycle-engineering/](http://www.vw-umweltziele.de/klimabilanz-von-e-fahrzeugen-life-cycle-engineering/).
- VW (2021a):** Die CO<sub>2</sub>-Bilanz des Elektro-Fahrzeugs. Wie der ID.3 die Klimabilanz senkt, volkswagenag.com, 8.2.2021, unter: [www.volkswagenag.com/de/news/stories/2021/02/e-mobility-is-already-this-much-more-climate-neutral-today.html#](http://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2021/02/e-mobility-is-already-this-much-more-climate-neutral-today.html#).
- VW (2021b):** Planungsrunde 70: Volkswagen treibt Elektrifizierung seiner europäischen Standorte voran und stellt Transformationsplan für Wolfsburg vor, volkswagenag.com, 9.12.2021, unter: [www.volkswagenag.com/de/news/2021/12/planning-round-70--volkswagen-drives-forward-electrification-of-.html](http://www.volkswagenag.com/de/news/2021/12/planning-round-70--volkswagen-drives-forward-electrification-of-.html).

- Wang, Hua/Balcet, Giovanni/Zhang, Wenxian (2022):** New trends and strategies of Chinese carmakers: the case of Geely, Online Buchpräsentation, 28.3.2022, unter: [www.youtube.com/watch?v=9cT67B\\_g-ew&t=404s](https://www.youtube.com/watch?v=9cT67B_g-ew&t=404s).
- wegewerk GmbH (2022):** Neue Mobilität macht Städte nicht unbedingt leerer, zfk.de, 30.5.2022, unter: [www.zfk.de/mobilitaet/oepnv/neue-mobilitaet-macht-staedte-nicht-unbedingt-leerer](https://www.zfk.de/mobilitaet/oepnv/neue-mobilitaet-macht-staedte-nicht-unbedingt-leerer).
- Wehner, Andreas (2022):** BMW kündigt neue Verbrennungsmotoren an, Automobil Industrie, 13.1.2022, unter: [www.automobil-industrie.vogel.de/bmw-kuendigt-neue-verbrennungsmotoren-an-a-1087549/](https://www.automobil-industrie.vogel.de/bmw-kuendigt-neue-verbrennungsmotoren-an-a-1087549/).
- Welter, Patrick (2019):** Toyota weitet seinen Einfluss auf Subaru aus, Frankfurter Allgemeine Zeitung Online, 27.9.2019, unter: [www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/toyota-weitet-seinen-einfluss-auf-subaru-16405600.html](https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/toyota-weitet-seinen-einfluss-auf-subaru-16405600.html).
- Wikipedia (2021):** Nissan, unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Nissan>.
- Witsch, Kathrin/Blume, Jakob/Busch, Alexander/Menzel, Stefan (2022):** Lithium für Elektroauto-Batterien wird knapp, Handelsblatt Online, 23.6.2022, unter: [www.handelsblatt.com/unternehmen/elektromobilitaet-elektroauto-boom-droht-auszubleiben-es-ist-einfach-nicht-genug-lithium-da/28444618.html](https://www.handelsblatt.com/unternehmen/elektromobilitaet-elektroauto-boom-droht-auszubleiben-es-ist-einfach-nicht-genug-lithium-da/28444618.html).
- Witsch, Kathrin/Tyborski, Roman (2021):** Streit um die Ökobilanz der Elektroautos, Handelsblatt Online, 3.9.2021, unter: [www.handelsblatt.com/technik/thespark/e-mobilitaet-streit-um-die-oekobilanz-der-elektroautos/27573580.html?tm=login](https://www.handelsblatt.com/technik/thespark/e-mobilitaet-streit-um-die-oekobilanz-der-elektroautos/27573580.html?tm=login).
- Wolf, Winfried (2019):** Mit dem Elektroauto in die Sackgasse. Warum E-Mobilität den Klimawandel beschleunigt, Wien.
- Wolf, Winfried (2022):** Auto-Crash. Die entscheidende internationale Industrie steht vor ihrer neuen Branchenkrise, in: LunaPark21 47, unter: <https://winfriedwolf.de/?p=122>.
- Yarmuth, John A. (2021):** H.R.5376 – 117th Congress (2021–2022): Build Back Better Act, unter: [www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376](https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376).
- Zenglein, Max J./Holzmann, Anna (2019):** Evolving Made in China 2025: China's industrial policy in the quest for global tech leadership, Mercator Institute for China Studies, Berlin, unter: <https://merics.org/sites/default/files/2020-06/MPOC%20Made%20in%20China%202025.pdf>.
- Zenglein, Max J./Holzmann, Anna/Wessling, Claudia (2019):** Chinas Streben nach Dominanz in globalen Zuliefer- und Wertschöpfungsketten. Auswirkungen auf Europa, Studie im Auftrag der Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE und des Mercator Institute for China Studies, Berlin, unter: [www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Studie\\_China\\_Wertschoepfungsketten\\_StAU.pdf](https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Studie_China_Wertschoepfungsketten_StAU.pdf).
- Zenn, Roland (2021):** Li-on Battery Gigafactories in Europe (January 2021), orovel.net, 27.1.2021, unter: <https://www.ovel.net/insights/li-on-battery-gigafactories-in-europe-january-2021>.
- ZSW – Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (2022):** ZSW-Homepage, unter: [www.zsw-bw.de/](https://www.zsw-bw.de/).

# ANHANG

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<b>ACC</b>	Adaptive Cruise Control – automatische adaptive Geschwindigkeitsregelung
<b>BEV</b>	Battery Electric Vehicle – batterieelektrisches Fahrzeug
<b>BRICS-Staaten</b>	Anfangsbuchstaben der Staaten Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika
<b>CEO</b>	Chief Executive Officer – geschäftsführendes Vorstandsmitglied
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>EFTA</b>	Europäische Freihandelsassoziation
<b>FCV</b>	Fuel Cell Vehicle – Brennstoffzellenfahrzeug
<b>HEV</b>	Hybrid-Elektrofahrzeug
<b>ICE</b>	Internal Combustion Engine – Verbrennungsmotor
<b>IEA</b>	Internationale Energieagentur
<b>LGBTQ</b>	lesbian, gay, bisexual, transsexual, queer, intersexual – lesbisch, schwul, bisexuell, transsexuell und queer
<b>MHEV</b>	Mild Hybrid Electric Vehicle
<b>NAFTA</b>	Nordamerikanisches Freihandelsabkommen
<b>NEV</b>	New Energy Vehicle – (v. a. in China gebräuchliche Bezeichnung für) batterieelektrisches Fahrzeug
<b>NGV</b>	Natural Gas Vehicle – Erdgasfahrzeug
<b>OEM</b>	Original Equipment Manufacturer – Hersteller von Endprodukten
<b>ÖPNV</b>	öffentlicher Personennahverkehr
<b>PHEV</b>	Plug-in-Hybrid Electric Vehicle (Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeug)
<b>SOE</b>	State Owned Enterprises – staatseigene Unternehmen

<b>SUV</b>	Sport Utility Vehicle
<b>THG</b>	Treibhausgas
<b>UAW</b>	United Auto Workers – größte Gewerkschaft der Automobilarbeiter*innen in den USA
<b>VDA</b>	Verband der Automobilindustrie
<b>VDMA</b>	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Wirkfelder digitaler Vernetzung	13
Abbildung 2: Anwendungsfelder von neuen Mobilitätsdienstleistungen	15
Abbildung 3: Anzahl der produzierten Pkw weltweit (2000–2021)	17
Abbildung 4: Herstellerregionen (2021)	18
Abbildung 5: Die großen Automobilhersteller weltweit (2020)	19
Abbildung 6: Die größten Automobilzulieferer weltweit (2019 und 2020)	20
Abbildung 7: Die größten Automobilhersteller weltweit nach Fahrzeugabsatz (2020 und 2021)	21
Abbildung 8: Die größten Hersteller von E-Autos weltweit nach Fahrzeugabsatz (2020 und 2021)	21
Abbildung 9: Anteil der Elektroautos (mit Plug-in-Hybriden) an der weltweiten Pkw-Produktion (2000–2020)	23
Abbildung 10: Prognostizierter Absatz von Pkw weltweit nach Antrieb (2021–2040)	24
Abbildung 11: Globale energiebedingte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren (2022)	25
Abbildung 12: Anteil der Verkehrsträger an den weltweiten CO <sub>2</sub> -Emissionen (2018)	26
Abbildung 13: Deutsche Treibhausgasemissionen nach Sektoren (2019)	27
Abbildung 14: Fahrzeugbestand in Deutschland (1991 und 2021)	27
Abbildung 15: Energieeffizienz alternativer Antriebe	28
Abbildung 16: Klimabilanz von e-Golf und Golf Diesel	29
Abbildung 17: Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion im internationalen Vergleich (2020)	30
Abbildung 18: Prognostizierter Rückgang der Nachfrage nach Diesel und Benzin durch E-Mobilität – optimistisches Szenario	31
Abbildung 19: Einsatz ausgewählter Rohstoffe in Antriebsbatterien für E-Fahrzeuge	31
Abbildung 20: Weltfördermengen, Reserven und Ressourcen ausgewählter Rohstoffe (2020)	32

<b>Abbildung 21:</b> Lagerstätten kritischer Rohstoffe für Elektromobilität	33
<b>Abbildung 22:</b> Entwicklung des weltweiten Autobestands (1978–2021)	35
<b>Abbildung 23:</b> Staaten mit geplanten Neuzulassungsverboten für Benzin- und Dieselfahrzeuge	35
<b>Abbildung 24:</b> Motorisierungsrate (2014)	36
<b>Abbildung 25:</b> Joint-Venture-Verbindungen zwischen chinesischen und internationalen Automobilproduzenten und ihr Automobilabsatz (2016)	39
<b>Abbildung 26:</b> Automobilarbeitsplätze in verschiedenen EU-Ländern (2021)	41
<b>Abbildung 27:</b> In- und Auslandsproduktion deutscher Hersteller (1990–2018)	42
<b>Abbildung 28:</b> Auslandsabhängigkeit der deutschen Autoindustrie (2008, 2012 und 2016)	43
<b>Abbildung 29:</b> Anzahl der neu zugelassenen BEV in Europa (2015–2021)	44
<b>Abbildung 30:</b> E-Strategien wichtiger deutscher OEMs	46
<b>Abbildung 31:</b> Verschiebung der Produktionsanteile an der europäischen Automobilindustrie von den Kernländern in die Peripherie	47
<b>Abbildung 32:</b> Arbeitsplatzentwicklung in der Automobilindustrie in verschiedenen europäischen Regionen (2005–2016)	47
<b>Abbildung 33:</b> Südamerikas, Brasiliens und Argentinens Anteil an der weltweiten Automobilproduktion (2021)	61
<b>Abbildung 34:</b> Hauptkomponenten einer Lithium-Kobalt-Batterie	65
<b>Abbildung 35:</b> Preisentwicklung für Lithium-Ionen-Akkus weltweit (2010–2019 und Prognose für 2025)	66
<b>Abbildung 36:</b> Jährlicher Energiebedarf von E-Autobatterien weltweit (2018 und Prognose für 2030)	67
<b>Abbildung 37:</b> Top-10-Batteriehersteller für Elektroautos weltweit (2021)	68
<b>Abbildung 38:</b> Geplante oder im Bau befindliche Batteriefabriken in Europa	70
<b>Abbildung 39:</b> Amazons Verbindung zur Autoindustrie	72
<b>Abbildung 40:</b> Bedarf an Halbleiterelementen in einem Premiumfahrzeug	74
<b>Abbildung 41:</b> Weltweit führende Hersteller von Halbleitern (2021)	75
<b>Abbildung 42:</b> Bedeutung des Automotive-Business für wichtige Halbleiterhersteller weltweit (2019)	75
<b>Abbildung 43:</b> Produktionsnetzwerk bzw. Wertschöpfungsanteile für den Verbrennungsmotor des VW Golf 8	78
<b>Abbildung 44:</b> Produktionsnetzwerk bzw. Wertschöpfungsanteile für das Batteriesystem des VW ID.3	79
<b>Abbildung 45:</b> Wertschöpfungsstruktur und Lokalisierung im Komponentennetzwerk «Antriebsstrang gesamt»	80
<b>Abbildung 46:</b> CO <sub>2</sub> -Bilanz der aktuellen VW-Fahrzeuge in der Kompaktklasse im Vergleich	80

## ÜBER DIE AUTOREN

**Jörn Boewe** und **Dr. Johannes Schulten** betreiben gemeinsam das Journalistenbüro work in progress in Berlin. Jörn Boewe schreibt u. a. für die Wochenzeitung *Der Freitag* und ist in der gewerkschaftlichen Bildungsarbeit tätig. Johannes Schulten forscht am Institut Arbeit und Qualifikation (IAQ) der Universität Duisburg-Essen. Als Autorenteam beschäftigen sie sich vor allem mit Fragen gewerkschaftlicher Organisation. 2021 erschienen bei der Rosa-Luxemburg-Stiftung ihre Analysen «E-Mobilität, ist das die Lösung? Eine Befragung von Beschäftigten zum sozialökologischen Umbau der Automobilindustrie» (gemeinsam mit Stephan Krull) sowie «Amazons letzte Meile. Ein Onlinehändler als Prekarisierungstreiber in der Paketlogistik» (mit Tina Morgenroth).

**Jan Leidecker** ist Büroleiter der Rosa-Luxemburg-Stiftung Genf und dort verantwortlich für den Bereich «Internationale Gewerkschaftspolitik». Er studierte Geschichte und Politikwissenschaften in Hannover und Daressalam, Tansania. Bevor er nach Genf kam, war er seit 2015 Leiter des Stiftungsbüros für das südliche Afrika in Johannesburg. Von 2008 bis 2013 war er Geschäftsführer der Fraktion DIE LINKE im Niedersächsischen Landtag.



## IMPRESSUM

**Herausgeber:**

Rosa-Luxemburg-Stiftung  
Chemin de Balexert 7–9  
1219 Châtelaine  
Schweiz

[www.rosalux-geneva.org](http://www.rosalux-geneva.org)  
[info@rosalux-geneva.org](mailto:info@rosalux-geneva.org)

2. korrigierte Auflage  
März 2023

**Verantwortlich:**

Jan Leidecker //// V. i. S. d. P.: Jan Leidecker

ISBN 978-2-8399-3840-2

**Autoren:**

Jörn Boewe/Johannes Schulten, Journalistenbüro work in progress

**Lektorat:** TEXT-ARBEIT, Berlin

**Satz und Design:** Dirk Braunheim

**Herstellung:**

Media Service GmbH Druck und Kommunikation

Diese Publikation wurde mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) erstellt. Für den Inhalt der Publikation sind allein die Herausgeber verantwortlich; die hier dargestellten Positionen geben nicht den Standpunkt des Zuwendungsgebers wieder. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und darf nicht für Wahlkampfzwecke verwendet werden.



