

Clausen, Jens; Olteanu, Yasmin

Working Paper

Neue Akteure in der Automobilbranche: Waymo, Build Your Dreams und Sono Motors

Working Paper Forschungsförderung, No. 204

Provided in Cooperation with:

The Hans Böckler Foundation

Suggested Citation: Clausen, Jens; Olteanu, Yasmin (2021) : Neue Akteure in der Automobilbranche: Waymo, Build Your Dreams und Sono Motors, Working Paper Forschungsförderung, No. 204, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/231453>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>

WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Nummer 204, Februar 2021

Neue Akteure in der Automobilbranche

Waymo, Build Your Dreams und Sono Motors

Jens Clausen und Yasmin Olteanu

© 2021 by Hans-Böckler-Stiftung
Georg-Glock-Straße 18, 40474 Düsseldorf
www.boeckler.de



„Neue Akteure in der Automobilbranche“ von Jens Clausen und Yasmin Olteanu ist lizenziert unter

Creative Commons Attribution 4.0 (BY).

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell. (Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

ISSN 2509-2359

Inhalt

Zusammenfassung.....	6
1. Einleitung und Methodik	9
1.1 Einleitung	9
1.2 Wirkung von Start-ups auf Märkte und Branchen	10
1.3 Die Wirkung der Elektromobilität und der Digitalisierung auf die natürliche Umwelt.....	11
2. Überblick über die Entwicklung der Elektroauto-Nische und des autonomen Fahrens 1985 bis 2020	13
2.1 Anfänge und erste Anbieter der Elektromobilität.....	13
2.2 Schlüsselereignisse und fördernde Faktoren.....	18
2.3 Autonomes Fahren.....	19
3. Waymo.....	25
3.1 Hintergrund und Rahmenbedingungen der Gründung	25
3.2 Das Gründungsteam und sein Umfeld.....	26
3.3 Investoren und Beteiligungen.....	27
3.4 Strategie und Ziele	27
3.5 Das Produkt	29
3.6 Produktionszahlen.....	30
3.7 Absatz- und Beschaffungsmärkte.....	32
3.8 Tech-Unternehmen, Arbeit und Gewerkschaften.....	32
3.9 Einfluss auf die Autobranche.....	34
4. Build Your Dreams (BYD).....	37
4.1 Die Entwicklung des Unternehmens.....	37
4.2 Hintergrund und Rahmenbedingungen der Gründung	38
4.3 Das Gründungsteam und sein Umfeld.....	39
4.4 Investoren und Beteiligungen.....	40
4.5 Strategie und Ziele	41
4.6 Produkte und Produktionszahlen.....	42
4.7 Absatz- und Beschaffungsmärkte.....	44

4.8	Arbeitsbedingungen und Gewerkschaften	45
4.9	Alleinstellungsmerkmale.....	48
4.10	Wirkung auf Absatzmärkte und Wettbewerber	49
5.	Sono Motors.....	51
5.1	Hintergrund und Rahmenbedingungen der Gründung	51
5.2	Das Gründungsteam und sein Umfeld.....	52
5.3	Investoren und Beteiligungen.....	53
5.4	Strategie und Ziele	54
5.5	Produkte und Produktionszahlen.....	55
5.6	Absatz- und Beschaffungsmärkte.....	57
5.7	Arbeitsbedingungen und Gewerkschaften	59
5.8	Alleinstellungsmerkmale.....	60
5.9	Einfluss auf die Autobranche.....	62
6.	Fazit.....	64
6.1	Einfluss des autonomen Fahrens auf die Autobranche	64
6.2	China als neuer Akteur der Transformation	65
6.3	Einfluss der Start-ups Waymo, BYD und Sono Motors auf die Autobranche	67
7.	Literaturverzeichnis	70
	Autor und Autorin	87

Abbildungen

Abbildung 1: Das Ende der 1980er Jahren entwickelte dänische Mini El und der Pöhlmann EL	14
Abbildung 2: Das EV 1 von General Motors	14
Abbildung 3: Globale Entwicklung des Marktes für Elektroautos	16
Abbildung 4: Tesla-Statistik zu Unfällen mit Autopilot	24
Abbildung 5: Das Google Car	30
Abbildung 6: Navigant Research Bestenlistenraster	35
Abbildung 7: Jährliche Produktion von BYD nach Plug-In-Hybride (PHEV), Elektroautos (BEV) und mit Verbrennungsmotor (ICEV).....	43
Abbildung 8: Jona Christians, Navina Pernsteiner und Laurin Hahn, das Kerngründungsteam von Sono Motors, vor dem Modell Sion.....	56
Abbildung 9: Karte der vorbestellten Sions (Stand 31.01.2019).....	58
Abbildung 10: Reichweitenprognose basierend auf meteorologischen Daten für München	61
Abbildung 11: Erwarteter Anteil autonomer Level-5-Fahrzeuge am Verkauf (Sales), an den gefahrenen km (Travel) und im Bestand (Fleet).....	64

Tabellen

Tabelle 1: Die größten nationalen Märkte für BEV 2018	17
Tabelle 2: Stufen des autonomen Fahrens.....	20
Tabelle 3: Testflotten autonomer Fahrzeuge in Kalifornien Dezember 2014	31

Zusammenfassung

Die Automobilbranche in Deutschland ist seit Jahrzehnten etabliert. Neue Anbieter spielten seit dem Markteintritt von Volkswagen nach dem zweiten Weltkrieg kaum eine Rolle. Dies wird gegenwärtig durch neue Anbieter hauptsächlich im Feld der Elektromobilität anders. Über die Entwicklung von Tesla vom Pleitekandidaten zum Gamechanger wurde in diesem Projekt bereits berichtet (Clausen/Olteanu 2020). Aber Tesla ist nicht allein. Eines der finanzstärksten Unternehmen der Welt, Google bzw. seine Dachgesellschaft Alphabet, ist mit seiner Ausgründung Waymo dabei, dass autonome Fahren serienreif zu bekommen. Und auch einige chinesische Hersteller wie BYD (Build Your Dreams) oder Geely/Volvo befinden sich auf dem Sprung in den europäischen Markt. In München arbeitet das Start-up Sono Motors an einer sozial-ökologischen Vision eines effizienten Elektroautos mit europäischer Lieferkette.

Vor diesem Hintergrund scheint es geboten, sich nicht nur mit der Diffusion dieser Innovationen in den großen Automobilwerken zu beschäftigen, sondern auch einen Blick auf die Akteure der Nische selbst zu werfen, die sich mehr und mehr in den Markt vorarbeiten. Denn vom Markterfolg der Nischenunternehmen hängt nicht nur die Geschwindigkeit der Verbreitung einzelner Innovationen ab, sondern letztlich auch Fragen mit Auswirkungen auf Arbeitsplatzzahl und Arbeitssituation: Welcher Hersteller wird welche Marktanteile erobern, welche Technologien setzen sich durch und welche Zulieferteile werden in Zukunft benötigt und – ebenfalls von höchster Bedeutung – welche Zulieferteile werden nicht mehr benötigt.

Im HBS-Projekt „Strukturwandel in der Automobilbranche – Transformation der Wertschöpfung in der Automobilbranche“ analysieren das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung und das Borderstep Institut die Wechselwirkung von Nischenakteuren und den etablierten Akteuren der Automobilbranche. Die hier vorliegende Studie charakterisiert die Unternehmen Waymo, BYD und Sono Motors und fragt, wie sich deren Aktivität auf die Zukunft der Autobranche auswirken wird.

Während Tesla gegenwärtig in einer Phase ist, in der das Unternehmen als Gamechanger wirksam wird, ist der Einfluss der in den hier vorliegenden drei Fallstudien fokussierten Unternehmen weit unsicherer. Der vorliegende Bericht ergänzt die bereits publizierte Darstellung des Start-ups Tesla (Clausen/Olteanu 2020) um weitere Fallstudien. Da auch mit Blick auf die Start-ups BYD und Sono Motors einleitend ein Blick auf die bisherige Entwicklung der Elektromobilität zum Verständnis hilfreich ist, werden im Kapitel 2 „Überblick über die Entwicklung der

Elektroauto-Nische und das autonome Fahren 1985 bis 2020“ die Unterkapitel 2.1 „Anfänge und erste Anbieter der Elektromobilität“ und Kapitel 2.2 „Schlüsselereignisse und fördernde Faktoren“ unverändert aus dem Bericht zu Tesla übernommen. Ebenso die Beschreibung der Methodik in Kapitel 1. Das Kapitel 2.3 ergänzt diese Ausführungen um eine einleitende Darstellung des autonomen Fahrens, die zum Verständnis der Google Ausgründung Waymo unverzichtbar ist.

Waymo wird sich, so zeigt Kapitel 3 der Untersuchung, eher nicht zu einem Automobilzulieferer, sondern zu einem Zulieferer von Hard- und Softwarekomponenten des autonomen Fahrens entwickeln. Wann sich aber das vollautonome Fahren im Fahrzeugbestand nennenswert verbreiten wird ist weitgehend unklar. Damit kann auch über die Frage, wann und wie sich Waymo auf die Autobranche auswirken wird, zum jetzigen Zeitpunkt bestenfalls spekuliert werden.

Ähnlich verhält es sich auch mit dem in Kapitel 4 beschriebenen chinesischen Unternehmen BYD. Zwar fokussiert sich BYD zunehmend auf die Elektromobilität, aber seine Auswirkung auf die europäische Branche ist offen. Da BYD in China wie auch weltweit mit einem Produktionsvolumen von ca. einer halben Million Fahrzeuge pro Jahr bestenfalls zu den mittelgroßen Unternehmen zählt, ist seine Wirkung auf die Branche von der Stückzahl her gegenwärtig und solange nicht zusätzliche Fabriken eröffnet werden, begrenzt. Der angekündigte Export des neuen Spitzenmodells „BYD Han“ nach Europa ist in Bezug auf seine marktverändernde Wirkung schwer einzuschätzen. Bisher hat es unserer Kenntnis nach noch kein chinesisches Unternehmen geschafft, unter dem eigenen Markennamen in Europa große Zahlen von Automobilen abzusetzen. Ob dies ausgerechnet BYD gelingen wird, ist ex ante kaum zu beantworten. Auch der Preis des BYD Han in Deutschland ist bisher nicht bekannt geworden.

Anders könnte es sich mit der BYD-Batterietechnologie der Lithium-Eisen-Phosphat Batterie mit ihren günstigen Kosten, der hohen Sicherheit und dem unter Umwelt- wie auch Sozialkriterien wichtigen Verzicht auf Nickel und Kobalt verhalten. Aber wie sich diese Batterie im Wettbewerb wirklich schlagen wird, ist ebenfalls abzuwarten, genauso, wie eine vergleichende Bewertung dieses neuen Batterietyps in Umwelt- und Sozialbilanzen.

Bleibt als letztes Unternehmen die Sono Motors aus München, beschrieben in Kapitel 5. Sono setzt auf Solar-Integration und Power Sharing, geht aber auch mit Blick auf soziale Aspekte der Produktion einen neuen Weg. Sono Motors hat den Anspruch, innerhalb des Unternehmens und in der Lieferkette auf gute Arbeitsbedingungen, hohe soziale Standards und Klimaschutz zu setzen (Sono Motors 2020a). Die ge-

ografische Verteilung der Hauptlieferanten fokussiert auf Mitteleuropa (Sono Motors 2020a). Gerade aus gewerkschaftlicher Sicht könnte Sono Motors ein Lichtblick im Umfeld des globalisierten Kapitalismus sein. Aber auch hier dominiert heute noch Unsicherheit. Die von Elon Musk so genannte „production hell“, durch die Tesla hindurchgekommen ist, steht Sono Motors noch bevor. Und die Frage, ob sich Solar-Integration und soziale Verantwortung in der Lieferkette außerhalb einer kleinen Nische als verkaufsfördernde Argumente erweisen, ist nicht ex-ante zu beantworten.

Letztlich ist den drei Start-ups Waymo, BYD und Sono Motors eines gemeinsam: Sie stehen jedes für sich für Kräfte, die die Autobranche verändern könnten. Waymo steht für die Möglichkeiten der Digitalisierung, BYD für die chinesische Exportstärke und Sono Motors für einen ökologisch-sozialen Neuaufbruch der unternehmerischen Verantwortung. In allen drei Fällen ist nicht nur die Größe, sondern auch der Zeitpunkt eines relevanten Einflusses auf die Autobranche unklar. Aber diese Start-ups sind dennoch wichtig. Sie zeigen, „change is possible“. Start-ups wie diese zu beobachten dürfte für die großen Hersteller wie für die Gewerkschaften wichtig sein, um die Zukunft der Branche richtig einschätzen zu können. Wohin es führt, sie nur als Pleitekandidaten abzutun, hat das Beispiel Tesla gezeigt.

1. Einleitung und Methodik

1.1 Einleitung

Ausgangspunkt für die Analysen von Nischenunternehmen und Start-ups sind Arbeiten zur Bedeutung und Charakteristika von Start-ups im Allgemeinen und grünen Start-ups im Besonderen. Wichtig ist hier das Schumpeter'sche Konzept der kreativen Zerstörung (Schumpeter 1997), in dem der Entrepreneur als eine Person charakterisiert wird, die auch gegen den Strom schwimmt, Risiken eingeht und Widerstände aushält und gerade wegen dieser Hartnäckigkeit ein wesentlicher Faktor in Prozessen des Wandels sein kann. Weiter haben „Grüne Gründungen“, und vor allem die Untergruppe der besonders nachhaltigkeits- und marktorientierten Entrepreneur*innen, mit ihren spezifischen Zielen und Motivationen im Kontext des Aufbaus nachhaltiger Märkte eine wesentliche Funktion (Clausen 2004; Hockerts/Wüstenhagen 2010, S. 481–492; Schaltegger/Wagner 2011, S. 222–237) und spielen auch im heutigen Gründungsgeschehen eine zahlenmäßig bedeutende Rolle (Olteanu/Fichter 2020). Mit Blick auf den Ursprung der Digitalisierung im Silicon Valley sind auch Spezifika digitaler Innovationen und Gründungen im Silicon Valley von Bedeutung (Morris/Penido 2014). Bei der Bearbeitung der Fallstudien nehmen wir dabei also auch die Personen der Gründer*innen und ihr Umfeld in den Blick, bewerten eine ggf. auch Nachhaltigkeit gerichtete „grüne“ Strategie und versuchen, Rückschlüsse auf die Vorbildwirkungen der Start-ups mit Blick auf die Automobilbranche zu beleuchten.

Ein wichtiges Thema der Entrepreneurshipforschung ist weiter die Frage der Kapitalbeschaffung, die für Start-ups generell und für grüne Start-ups im Besonderen eine Herausforderung darstellt (Olteanu/Fichter 2020). Ein weiterer wichtiger Grund für einen Fokus auf Gründungen ist deren hohe Bedeutung für die Genese und Diffusion von Innovationen (Fichter/Clausen 2016, S. 30–67).

Einleitend wird in Kapitel 2 ein kurzer Überblick über die historische Entwicklung der Elektroauto-Nische 1985 bis 2020 gegeben. Es wird ein Überblick über wesentliche Hersteller sowie Produktionszahlen gegeben und auch Schlüsselereignisse identifiziert.

Für vier ausgewählte Nischenhersteller, Tesla, Waymo, Sono Motors und BYD werden in Kapitel 3 bis Kapitel 5 Fallstudien dargestellt. In den Fallstudien wird die Gründung und Entwicklung des jeweiligen Herstellers nachvollzogen, die Gründer*in und das Umfeld der Gründung dargestellt, die Innovationsstrategie und Besonderheiten der Fahrzeugkonstruktion beschreiben sowie die Absatzmärkte und Lieferketten charakterisiert.

1.2 Wirkung von Start-ups auf Märkte und Branchen

Eines der Ziele der Analyse besteht in der Charakterisierung der Wirkung der untersuchten Start-ups auf das Automobilregime¹. Die Wirkungsbewertung eines Start-ups unterliegt verschiedenen spezifischen Herausforderungen. Zum einen unterliegen Geschäftsmodell, Produkte und Dienstleistungen häufig kurzfristigen und radikalen Änderungen (Clarke-Sather et al. 2011, S. 247–266), was zu einer vergleichsweise hohen Unsicherheit und Volatilität beiträgt (Ries/Bischoff 2012). Zudem handelt es sich um relativ neue Marktteilnehmende, für die noch keine, oder nur wenige, historische Performance-Daten vorliegen, auf deren Grundlage bewertet werden könnte (Skala 2019; Judl et al. 2015). Eine Bewertung kann daher nicht auf den Ist-Werten aufbauen, sondern betrachtet das *Wirkungspotential* (Trautwein 2020). Der größte Hebel für dieses Wirkungspotential ist dabei zumeist die Dienstleistung bzw. das Produkt selber (Trautwein 2020). Die Wirkung der Einzelleistung kann hier über eine entsprechende Diffusion transformative Kraft auf Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft entfalten (Clausen/Fichter 2019, S. 64–95).

Die Wirkungsbewertung in den vorliegenden Fallstudien konzentriert sich damit auf die Leistung (Produkt bzw. Dienstleistung) und umfasst die potentielle ökologische, soziale und ökonomische Nachhaltigkeit im Sinne der Sustainable Development Goals (United Nations 2018). Bei der Bewertung von Wirkungen wird im Folgenden zwischen den Wirkungen auf *Absatzmärkte und Wettbewerber*, den Wirkungen auf das *gesellschaftliche Umfeld* und den Wirkungen auf die *natürliche Umwelt* differenziert.

Der Begriff „Wirkung“ wird hier im Sinne der Theorie des Wandels als „Impact“ definiert, der aus der linearen Kausalität von Input, Aktivitäten, Output und Outcome entsteht (Kurz/Kubek 2018; Clifford/Hehenberg/Fantini 2014). Im Besonderen versteht diese Studie unter der Wirkung die *Interventionsdifferenz* (Brest/Born 2013), die denjenigen Anteil an der Gesamtentwicklung beschreibt, der dem betrachteten Start-up zugeschrieben werden kann: Welche markt-, umwelt- und gesellschaftsrelevanten Effekte wären ohne diesen Akteur nicht eingetreten?

Der Bewertung der Wirkungen der Start-ups *auf Absatzmärkte und Wettbewerber* wird in den folgenden Fallstudien jeweils ein Abschnitt

1 Als „Regime“ werden die etablierten soziotechnischen Strukturen mit ihren Unternehmen, der Politik, Wissenschaft und den an die etablierten Produkte und Dienstleistungen gewohnten Kundinnen und Kunden verstanden (Geels 2002, S. 1257–1274; WBGU 2011). Den Gegensatz zum Regime bilden die „Nischen“.

gewidmet. Die *Wirkungen auf das gesellschaftliche Umfeld* werden dagegen fokussiert auf das Thema der *Arbeitsbedingungen* und die Rolle der *Gewerkschaften* untersucht.

In Bezug auf die *Wirkung auf die natürliche Umwelt* ist die Frage der Wirkung der Innovation der *Elektromobilität* und der *Digitalisierung* aber „vor die Klammer zu ziehen“, da die Bewertung des Unterschiedes zwischen einem Elektrofahrzeug und einem mit Antrieb durch Verbrennungsmotor wie auch die des Einflusses der Digitalisierung auf die Umwelt unternehmensübergreifend untersucht und beurteilt wird. Die Wirkung auf die natürliche Umwelt wird folglich im nächsten Abschnitt übergreifend eingeführt.

1.3 Die Wirkung der Elektromobilität und der Digitalisierung auf die natürliche Umwelt

Mit Blick auf die *Bewertung der Umweltentlastung durch den Elektroantrieb* tob seit Jahren eine Auseinandersetzung der Studien. Immer wieder werden Studien veröffentlicht, die die Umweltwirkung des Elektroantriebs äußerst kritisch bewerten. Unter dem Titel „Elektromobilität und Klimaschutz: Die große Fehlkalkulation“ veröffentlichte das renommierte Kieler Institut für Weltwirtschaft jüngst eine qualitativ zweifelhafte Studie (Schmidt 2020), deren Kernergebnisse vom Fraunhofer ISI systematisch als fehlerhaft widerlegt wurden (Wietschel 2020). Auch Buchal et al. (2019, S. 3–17, S. 40) berichten, „dass der CO₂-Ausstoß des Elektromotors im günstigen Fall um etwa ein Zehntel und im ungünstigen Fall um ein gutes Viertel über dem Ausstoß des Dieselmotors liegt“. Die Autoren wurden aufgrund einer mangelnden wissenschaftlichen Grundlage scharf kritisiert (Hajek 2019; Schwierz 2019).

Andere Stimmen sind in der eindeutigen Mehrheit. Der ADAC meldete im Herbst 2019, dass beim gegenwärtigen Strommix die klimafreundlichste Lösung das Erdgasauto sei, sieht aber erhebliche Vorteile bei Elektroautos im Zukunftsszenario mit grünem Strom (ADAC 2019). Berücksichtigt man, dass strategische Entscheidungen für das Produktprogramm in 2030 sinnvoller Weise auf Basis der in 2030 zu erwartenden Rahmenbedingungen getroffen werden sollten, wird das Bild klarer. Das Umweltbundesamt (2016, S. 19) dokumentiert z. B. Treibhausgasemissionen bei PKW mit Antrieb durch Benzinmotor 2016 von ca. 250 g CO₂/km (2030 ca. 200 g CO₂/km), durch Dieselmotor von 2016 ca. 200 g CO₂/km (2030 ca. 170 g CO₂/km), durch Plug-In-Hybrid von ca. 200 g CO₂/km (2030 ca. 120 g CO₂/km angetrieben durch erneuerbaren Strom) und durch batterieelektrischen Antrieb von ca. 200 g CO₂/km

(2030 ca. 65 g CO₂/km angetrieben durch erneuerbaren Strom). Auch das Bundesministerium für Umwelt positioniert sich eindeutig pro Elektroauto: „Über ein Fahrzeugleben hinweg liegen Elektroautos bei den CO₂-Emissionen unterhalb ihrer mit fossilen Kraftstoffen betriebenen Pendanten. Dieser Klimavorteil wird mit jedem Jahr, in dem die Energiewende im Strombereich voranschreitet, größer“ (BMU 2019). Die vorliegenden ökobilanziellen Untersuchungen sind sich dabei einig, dass die Art der Strombereitstellung von hohem Einfluss auf die Treibhausgasemissionen von batterieelektrischen Autos (BEV) pro km Laufleistung ist. Messagié (2017, S. 11) dokumentiert die niedrigsten Emissionen mit 4 CO₂/km für den schwedischen Strommix. Aber auch mit dem polnischen Kohle-Strommix schneidet bei ihm das Elektroauto besser ab als der Verbrenner. Die folgenden Fallstudien gehen insoweit davon aus, dass die Transformation vom Antrieb durch Verbrennungsmotor zum Elektroantrieb grundsätzlich umweltentlastende Wirkungen hat.

Die *Wirkung der Digitalisierung auf die Umwelt* führt dagegen nicht eindeutig zu Umweltentlastungen. In verschiedenen Bedürfnisfeldern wurde mehrfach bestätigt, dass digitale geteilte Nutzungsmodelle zwar oft das Nutzungsverhalten ändern, dieses aber keineswegs immer zu ökologischen Entlastungen führt (Biengen et al. 2019, S. 139–149; Biengen/Suski/Schmitt 2016; Gossen/Pentzien/Peuckert 2019, S. 125–138). Im Kontext des autonomen Fahrens können solche Entlastungen z. B. vom Einbau von Fahrerassistenzsystemen, also den Vorstufen des autonomen Fahrens, ohnehin nicht erwartet werden. Auch die Realisierung des autonomen Fahrens selbst führt nicht sicher zu Umweltentlastungen. Es sind im Gegenteil auch Szenarien mit gesteigertem Verkehrsaufkommen denkbar (Deloitte 2019).

2. Überblick über die Entwicklung der Elektroauto-Nische und des autonomen Fahrens 1985 bis 2020

2.1 Anfänge und erste Anbieter der Elektromobilität

Der Elektroantrieb wurde bereits in der Frühphase der Automobilität parallel zu Antrieben durch Verbrennungsmotor und dem Dampfantrieb genutzt. Nachdem aber der Verbrennungsmotor diesen Wettbewerb für sich entschieden hatte wurde es 70 Jahre lang vergleichsweise still um den Elektroantrieb für das Automobil. Im Zuge der Ölkrise und der Umweltbewegung kam es dann zu Aktivitäten zur Wiederbelebung des Elektroantriebs. Lemme (1988, S. 22–29, S. 24) schreibt:

„Nicht nur, weil das Öl knapp wird, sondern auch, weil der CO₂-Gehalt der Atmosphäre permanent ansteigt, was durch den ‚Treibhaus-Effekt‘ zu einer globalen Klimaveränderung führen kann. Wenn dagegen nicht frühzeitig etwas unternommen wird, dann drohen uns gleichzeitig die größte Umweltkatastrophe der Weltgeschichte und die Abhängigkeit von den letzten noch liefernden Ölförderländern. [...] Keine angenehme Situation.“

RWE stellte darüber hinaus Überlegungen an, wie man den überschüssigen Nachtstrom besser verkaufen könne und sah eine Möglichkeit darin, Batterien von Elektroautos nachts zu laden. Die RWE finanzierte der Pöhlmann KG 1983 in Kulmbach die Entwicklung des Pöhlmann EL, eines schnittigen Elektroautos mit zwei Motoren zu je 7 kW, einer Höchstgeschwindigkeit von 115 km/h, Ladeleistung von 2 kW und einer Reichweite von 60 bis 80 km (Lemme 1988, S. 22–29, S. 29). 14 Exemplare wurden teilweise mit PV-Elementen gebaut, bevor RWE die Aktivität wieder einstellte. Zu den wenigen Autos, die es dann doch in eine Kleinserie schafften, gehörte das dänische Mini EL, später City EL, von dem einige tausend Exemplare verkauft wurden.

Abbildung 1: Das Ende der 1980er Jahren entwickelte dänische Mini EL und der Pöhlmann EL



Quelle: Barera (2012) (links), Buch-t (2012) (rechts)

Das Mini EL war mit Blei-Vlies-Batterien ausgerüstet, wurde an einer normalen Steckdose geladen und erzielte bis 50 km Reichweite mit einer Batterieladung. Der Verbrauch lag deutlich unter 10 kWh/100 km. Volkswagen baute seit 1981 einige Kleinserien des Golf Citystromers mit Blei-Gel-Batterien, der ebenfalls eine Reichweite von ca. 50 km hatte und nicht offen verkauft wurde. Das erste „professionelle“ Elektroauto mag der in den 1990er Jahren vorgestellte General Motors EV 1 gewesen sein, zunächst ausgerüstet mit Blei-Säure Batterien, später mit NiMH-Batterien und einer Reichweite von ca. 150 km. Die Alukarosserie wies einen extrem guten Luftwiderstandsbeiwert (CW-Wert) von 0,19 auf. Knapp über 1.000 Exemplare wurden gebaut. Die Verkäufe hielten sich aber global in engen Grenzen.

Abbildung 2: Das EV 1 von General Motors



Quelle: http://www.evnut.com/images/ev1/kyra/kyra_ev1_02.jpg

In Norwegen, dem Musterland der Elektromobilität, lagen die Neuzulassungen erst 2008 das erste Mal über 500 BEV im Jahr (Figenbaum/Kolbenstvedt 2013, S. III). Die internationale Energieagentur (IEA) schätzte den weltweiten Bestand an batterieelektrischen Fahrzeugen im Jahr 2010 auf ca. 20.000 Fahrzeuge (OECD/IEA 2013, S. 10).

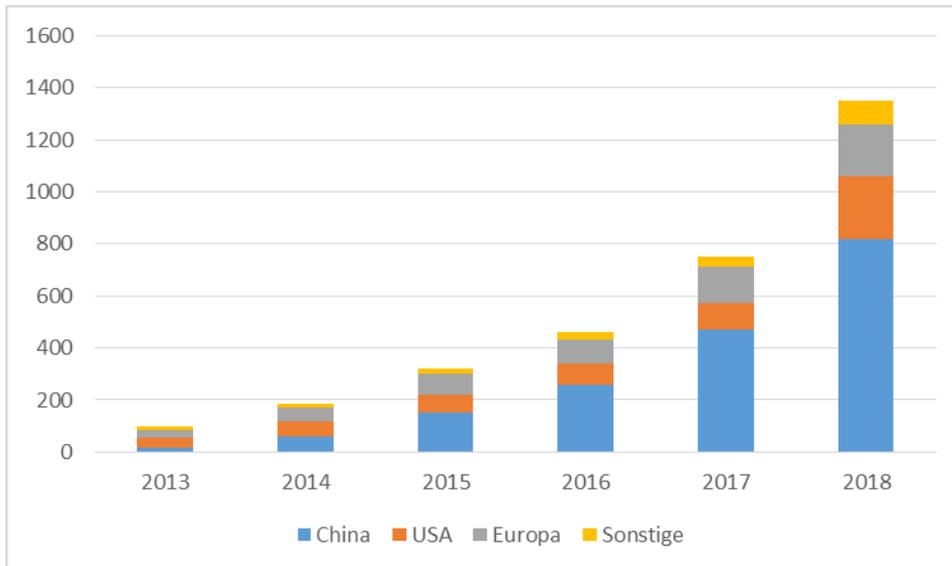
Die Aktivität der Hersteller war begrenzt. Es existierten zwar einige Start-ups wie die norwegische Firma Pivco, später Think, die nach einer langen Anlaufphase von Ford aufgekauft und wieder verkauft wurde, 2006 bankrottging, gerettet wurde und 2011 endgültig bankrottging. Andere Hersteller wie Honda, General Motors und Volkswagen stellten einzelne Kleinserien her, stiegen aber nie in den Massenmarkt ein oder sogar, wie General Motors in 2003, mit einem Paukenschlag wieder aus (Paine 2006). Bis die ersten „modernen“ Elektroautos auf dem Markt erschienen, der Tesla Roadster 2008, der Mitsubishi i-Miev und der Nissan Leaf 2010, war der Elektroautomarkt, mit Ausnahme des EV 1, eine Nische von technisch nicht befriedigenden Fahrzeugen geringer Reichweite mit langen Ladezeiten.

Figenbaum sieht 2009 die Trendwende zu einer Phase, in der große Hersteller begannen, den Markt aktiv zu entwickeln (Figenbaum/Kolbenstvedt 2013, S. 16). Aber auch danach waren die Absatzzahlen niedrig. In den USA verkaufte General Motors im Jahr 2012 23.461 Chevy Volt², Renault-Nissan 10.407 BEV, davon 9.819 Nissan Leaf, und Tesla 2.400 Model S (Pontes 2013a). In Deutschland setzte im selben Jahr die Daimler AG 817 BEV ab, davon 734 SmartForTwo, Renault Nissan verkaufte 760 Fahrzeuge davon 451 Nissan Leaf, 213 Renault Fluence und 96 Mitsubishi i-Miev. Dritter im Markt war Peugeot-Citroen mit 454 Citroen Zero und 263 Peugeot Ion (KBA 2020).

Für die folgenden Jahre verzeichnet der Global EV-Outlook der internationalen Energieagentur folgende Verteilung des steigenden BEV-Absatzes auf den drei großen Märkten China, USA und Europa (International Energy Agency 2019, S. 36).

2 Der Chevy Volt mit einer 16 kWh Lithium-Ionen Batterie hat für ein Plug-In-Hybrid eigentlich eine zu große Batterie und wird daher hier als Elektroauto mit Range Extender aufgeführt.

Abbildung 3: Globale Entwicklung des Marktes für Elektroautos



Quelle: Auf Basis von Daten des Global EV-Outlook (International Energy Agency 2019, S. 36)

Diese Märkte wurden von etablierten Herstellern dominiert. Nischenhersteller haben es mit Ausnahme von Tesla nicht in die großen Märkte geschafft. Das norwegische Start-up Think verkaufte fast nur im Inland, nur in den Niederlanden konnten 6 verkaufte Think identifiziert werden (Pontes 2013b). In den Niederlanden war GM mit 2.456 verkauften Opel Ampera und 284 Chevy Volt Marktführer, gefolgt von Renault-Nissan und Peugeot-Citroen. Tesla setzte in den Niederlanden 2012 noch 24 Roadster ab (Pontes 2013b).

Nimmt man für die Größe des Weltmarktes die Zahlen des Global EV-Outlook (International Energy Agency 2019, S. 36) dann ergeben sich folgende Anteile für die größten nationalen Märkte für BEV:

Tabelle 1: Die größten nationalen Märkte für BEV 2018

	Absatz in Stück	Weltmarktanteil	Marktcharakter	Marktführer national 2018
China	929.477	69 %	National	BAIC
USA	238.823	18 %	National	Tesla
Norwegen	42.056	3 %	Import	Renault-Nissan
Deutschland	36.062	3 %	Import	Renault-Nissan
Frankreich	29.216	2 %	National	Renault-Nissan
Japan	25.822	2 %	National	Renault-Nissan
Niederlande	23.574	2 %	Import	Tesla
UK	13.348	1 %	Import	Renault-Nissan

Quelle: eigene Darstellung

Die Betrachtung der Marktführer in den größten Märkten lässt vier Märkte mit nationalen Marktführern (China, USA, Japan und Frankreich) und vier Märkte mit Marktführern aus dem Ausland erkennen. In fünf der Märkte war Renault-Nissan im Jahr 2018 Marktführer. In zwei Märkten, den USA und den Niederlanden, hatte Tesla General-Motors aus der Marktführerschaft verdrängt. In China verteilte sich der Markt auf eine größere Zahl nationaler Hersteller, Marktführer war BAIC.

Von den noch in 2012 in verschiedenen nationalen Märkten aktiven Elektromobilitäts-Start-ups waren im Jahr 2018 außer Tesla alle verschwunden oder spielten mit äußerst niedrigen Produktionszahlen keine Rolle mehr.

Tesla hingegen hat es innerhalb von 15 Jahren vom Start-up zum weltweit wertvollsten Autohersteller geschafft (Yahoo Finance 2020) und führt auch die Rangliste der meistverkauften BEV an. Cleantechnica (2020) dokumentiert für 2019 über 300.000 verkaufte Exemplare des Tesla Modell 3, gefolgt von 111.000 Exemplaren der BAIC EU-Serie auf Platz zwei und ca. 70.000 Nissan Leaf auf Platz drei. BMW schafft es mit knapp 42.000 Exemplaren des i3 auf Rang 8, Volkswagen mit dem e-Golf auf Rang 11.

2.2 Schlüsselereignisse und fördernde Faktoren

Das erste zentrale Ereignis auf dem Weg zur modernen Elektromobilität waren die *Ölkrisen 1973 und 1979*, die auch die ersten Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen zur Entwicklung von Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien zur Folge hatten (Clausen 2019). Die drohende Verknappung von Öl und damit auch Benzin und Diesel scheint zumindest einige Akteure des Automobilregimes verunsichert zu haben.

Ein weiterer fördernder Faktor war die sich seit Mitte der *1970er Jahre* formierende *Umweltbewegung*. Der norwegische Pionier der Elektromobilität Harald Røstvik deutete jedoch an, dass innerhalb der Umweltbewegung zur Frage von Elektroautos keineswegs Einigkeit herrschte, da die bevorzugten Mobilitätsformen der Umweltschützer der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV), das Fahrrad und das Zufußgehen waren und das ressourcenintensive Auto deshalb oft in der Kritik stand (Clausen 2017, S. 15). Er wies aber auch auf unterschiedliche Positionen von Umweltschützern aus Ballungsgebieten wie Oslo und anderen aus dünn besiedelten Regionen ohne gut ausgebauten ÖPNV hin.

In Kalifornien waren dagegen Probleme mit der Luftverschmutzung im Ballungsraum Los Angeles der Anlass für ein weiteres zentrales Ereignis, die vom California Air Resources Board (CARB) 1990 beschlossene *Mindestabsatzquote für Null-Emissionsfahrzeuge* (California Air Resources Board 1990, S. 22). Auch in China waren die insbesondere in den Städten stark gesundheitsgefährdende Luftqualität zusammen mit dem CO₂-Ausstoß Anstoß für Überlegungen zur Förderung der Elektromobilität (Boguang et al. 2014, S. 143–157).

Auch die Tatsache, dass *Kleinserien von Elektroautos* verschiedener *etablierter Hersteller* aus den *1980er* und den *1990er* Jahren allesamt wieder *eingestellt* wurden, kann als zentrales Ereignis eingestuft werden. Treibende Faktoren hinter der besonders im Jahr 2003 deutlich wahrnehmbaren Beendigung der Aktivitäten war zum einen das dem Regime kaum lösbar scheinende Problem leistungsfähiger und bezahlbarer Batterien, aber auch die fehlende Motivation, aus dem profitablen Konzept des Autos mit Verbrennungsmotor auszusteigen sowie die unternehmenskulturelle Verschmelzung von Auto und Verbrennungsmotor, die nicht leicht zu überwinden war (Paine 2006).

Deutlicher wiederum ist der Einfluss der Entwicklung der *Informationstechnologie*. Durch die Überzeugung der Tesla-Gründer Marc Tarpenning und Martin Eberhard, dass die in ihrem E-Reader wie auch in Laptop-Computern eingesetzten Lithium-Ionen Akkus auch Autos antreiben könnten, in Kombination mit der Tatsache, dass die schnelle

Skalierung mobiler Rechner und anderer mobiler elektronischer Geräte zu einer ebenso schnellen Skalierung der Herstellung und Senkung der Kosten dieser Akkus geführt hatte, fand mit der Gründung von Tesla 2003 der *Lithium-Ionen Akku* seinen Weg in die Elektromobilität. Auch GM hatte den Einsatz von Lithium-Ionen Akkus im EV 1 schon erwogen, aber nie realisiert (Wikipedia 2020a). Aufgrund dieser klaren Verbindung von Digitalwirtschaft und Elektromobilität ist es keineswegs als Zufall, sondern durchaus als logische Konsequenz anzusehen, dass Tesla im Silicon Valley gegründet wurde.

2.3 Autonomes Fahren

Die Frage, welche Auswirkungen Start-ups, die autonome Fahrsysteme auf den Markt bringen, auf die Autobranche haben, kann nur beantwortet werden, wenn klar ist, was das autonome Fahren ist und welche Vorteile es hat oder haben könnte. In den folgenden Abschnitten werden daher erläutert:

- Definition: Was bedeutet autonomes Fahren, incl. der verschiedenen Level, die in diesem Kontext definiert wurden.
- Wirkung: Welchen potenziellen Mehrwert hat das autonome Fahren auf die natürliche Umwelt und die Gesellschaft mit besonderem Fokus auf Erkenntnisse, die zur Sicherheit vorliegen.
- Exkurs Tesla: Welche speziellen Erkenntnisse liegen zum Tesla Autopilot vor.

2.3.1 Definition: Die Sechs Level des autonomen Fahrens

Die Bundesanstalt für Straßenwesen hat folgende Nomenklatur für Fahraufgaben des Fahrers nach Automatisierungsgrad erstellt (BASt 2012), die in der Norm SAE J3016 durch das Level der „bedingten Automation“ ergänzt wurde (SAE International 2014).

Tabelle 2: Stufen des autonomen Fahrens

Nomenklatur	Fahraufgaben des Fahrers
0. driver only	Fahrer führt dauerhaft (während der gesamten Fahrt) die Längsführung (Beschleunigen/Verzögern) und die Querführung (lenken) aus
1. assistiert	Fahrer führt dauerhaft entweder die Quer- oder die Längsführung aus. Die jeweils andere Fahraufgabe wird in gewissen Grenzen vom System ausgeführt
2. teilautomatisiert	Das System übernimmt Quer- und Längsführung (für einen gewissen Zeitraum oder/und in spezifischen Situationen)
3. bedingte Automation	Fahrmodus-spezifische Ausführung aller Aspekte der dynamischen Fahraufgabe durch ein automatisiertes Fahrsystem mit der Erwartung, dass der menschliche Fahrer auf Anfrage des Systems angemessen reagieren wird
4. hochautomatisiert	Das System übernimmt Quer- und Längsführung für einen gewissen Zeitraum in spezifischen Situationen
5. vollautomatisiert	Das System übernimmt Quer- und Längsführung vollständig in einem definierten Anwendungsfall.

Quelle: Bundesanstalt für Straßenwesen (2012) und SAE International (2014)

Die fünf Stufen des automatisierten Fahrens zeigen, dass der Weg vom menschlichen Fahrer zum autonomen Fahrzeug nicht mit einem abrupten Wechsel von einem System zum anderen verbunden sein wird. Vielmehr ist ein kontinuierlicher Prozess zu erwarten, in dem mehr und mehr Fahrzeuge mit immer höherem Automatisierungsgrad auf den Straßen zu finden sein werden.

2.3.2 Mehrwert des autonomen Fahrens auf die natürliche Umwelt und die Gesellschaft

Wie beurteilen unabhängige Studien die Auswirkungen des autonomen Fahrens? Eine im Auftrag des deutschen Industrie- und Handelstages erstellte Metaanalyse (Esser/Kurte 2018) dokumentiert eine durchweg *positive Auswirkung* verschiedener Fahrerassistenzsysteme auf die *Verkehrssicherheit* (Esser/Kurte 2018, S. 44) und in Richtung einer *erhöhten Kapazität* von Straßen und Autobahnen (Esser/Kurte 2018, S. 37). Die Auswirkung auf den *Modal Split* und den *städtischen Verkehr* wird als *ambivalent* bzw. *unklar* dokumentiert, da zum einen der motorisierte Individualverkehr durch automatisiertes oder autonomes Fahren attraktiver werden könnte, aber auch effizientere und wirtschaftlichere Angebote des öffentlichen Verkehrs möglich würden (Esser/Kurte 2018, S. 50).

Eine Studie des Fraunhofer IAO im Auftrag des BMWi (2015) berechnet die Wirkung hochautonomen Fahrens mit der Methode der Monetarisierung und ermittelt für die Wirkungskategorien *Treibstoffverbrauch*, *Luftverschmutzung*, *Unfallkosten* und *Staukosten* zu durchweg *positiven* Wirkungen (Fraunhofer IAO 2015, S. 272).

Acatech et al. (2018, S. 16) führen Verkehrsunfälle bei eingeschaltetem Autopiloten im Tesla Model S als dafür Beispiel auf, dass blindes Vertrauen in vermeintlich intelligente Systeme unangebracht sei, vertiefen die Sachlage der Sicherheit autonom fahrender Autos aber nicht weiter.

Maurer et al. (2015, S. 369) verweisen auf die Tatsache, dass bisher in etwa 93,5 Prozent aller Unfallgeschehen menschliche Fehler zum Unfall geführt haben³. Weiter gibt es Einflüsse von Umwelt und Wetter (4,6 %), technische Fehler (0,7 %) und „sonstige Ursachen“. Maurer et al. nehmen weiter an, dass im Falle autonomer Fahrzeuge technische Fehler das

Unfallgeschehen dominieren werden. Es drängt sich die Frage auf, ob mögliche falsche Reaktionen der Software eines autonomen Fahrzeuges nicht u. U. doch wieder auf „menschliche Fehler“ bei der Programmierung zurückgeführt werden können. Prognosen des zukünftigen Unfallgeschehens sehen Maurer et al. (2015, S. 368) als schwierig, da für eine Abschätzung des Sicherheitspotenzials autonomer Fahrzeuge bis dato zahlreiche noch unbelegbare Annahmen zu treffen sind. Den bereits existierenden Analysen zum Sicherheitspotenzial autonomer Fahrzeuge auf der Basis von Unfalldaten schreiben sie folglich lediglich eine beschränkte Aussagekraft zu.

3 Einen ähnlichen Wert von 94 Prozent dokumentieren Favarò et al. (2017, S. S. 8).

Auf Basis von kalifornischen Daten zu 53 Unfällen mit autonomen Fahrzeugen in den Jahren 2015 bis 2017 zeigen Petrović et al. (2020, S. 161–168, S. 167), dass die Kollisionsarten „Seitenaufprall“ und „Fußgänger“ bei autonomen Fahrzeugen seltener auftreten. Weiter sind autonome Fahrzeuge teilweise in der Lage, Fehler von Fahrern konventioneller Fahrzeuge hinsichtlich von Vorfahrtsregelungen auszugleichen. Die Einführung von autonomen Fahrzeugen erhöht jedoch den Anteil von Auffahrunfällen. Der Grund hierfür ist, dass die Fahrer konventioneller Fahrzeuge nicht ausreichend an die dynamischen Eigenschaften autonomer Fahrzeuge bei Beschleunigung und Verzögerung im Konvoi gewöhnt sind (Petrović/Mijailović/Pešić 2020, S. 161–168, S. 167). Auch Favarò et al. (2017, S. 11) dokumentieren auf Basis kalifornischer Daten zu 26 Unfällen der Jahre 2014 bis 2017 einen hohen Anteil von Unfällen, in denen ein konventionelles Fahrzeug von hinten auf ein autonom fahrendes Fahrzeug auffährt. In 62 Prozent der Unfälle, in denen ein autonomes Fahrzeug in Unfälle verwickelt ist, wird dieses hinten beschädigt, in weiteren 23 Prozent kommt es zu einem seitlichen Schaden (Favarò et al. 2017, S. 11). Auch die Tatsache, dass bei vielen der untersuchten Unfälle das autonome Fahrzeug deutlich langsamer als das Konventionelle war oder sogar still stand, spricht dafür, dass es eher die konventionellen Fahrzeuge sind, die hier die Verantwortung tragen (Favarò et al. 2017, S. 12). Dennoch ist festzuhalten, dass autonome Fahrzeuge in der sehr kleinen und schon in frühen Entwicklungsjahren entstandenen Datenbasis von Favarò et al. bezogen auf die Anzahl der Unfälle pro Fahrzeug wie auch bezogen auf gefahrene Strecke etwa 10 mal *häufiger in Unfälle verwickelt* waren als konventionelle Fahrzeuge.

Interessant ist auch eine Analyse des US-amerikanischen Insurance Institute for Highway Safety, das ein Sample von 5.471 repräsentativ ausgewählten Unfällen konventioneller Fahrzeuge analysierte (Mueller/Cicchino/Zuby 2020). 33,1 Prozent der hier untersuchten Unfälle führen sie auf menschliche Sensorik und die (Un-)Fähigkeit zum angemessenen Handeln zurück. Sie gehen davon aus, dass ein autonomes Fahrzeug diesen Anteil der Unfälle voraussichtlich vermeiden könnte. Weitere 61,4 Prozent der Unfälle hängen jedoch an Fragen des Planens und Entscheidens bzw. der Vorhersage von Situationen (Mueller/Cicchino/Zuby 2020, S. 9). Wesentlich für solche Unfälle ist z. B. die „Entscheidung“, zu schnell zu fahren oder in einer riskanten Situation einen Spurwechsel durchzuführen. Solche Entscheidungen können grundsätzlich auch einem autonomen Fahrzeug „vorgegeben“ werden und würden u. U. dann ebenfalls zu Unfällen führen. Vermeidbar wären sie nur, wenn sich autonome Fahrzeuge in jeder Situation an die Verkehrsregeln halten würden, also z. B. nie die Höchstgeschwindigkeit überschreiten

oder riskante Spurwechsel durchführen würden. Hierfür müssten den Fahrzeugnutzenden zahlreiche Entscheidungen entzogen werden. Es wäre zu vermuten, dass die Verbreitung des autonomen Fahrens in diesem Falle deutlich langsamer erfolgen würde.

2.3.3 Exkurs: Sicherheit des Tesla Autopilot

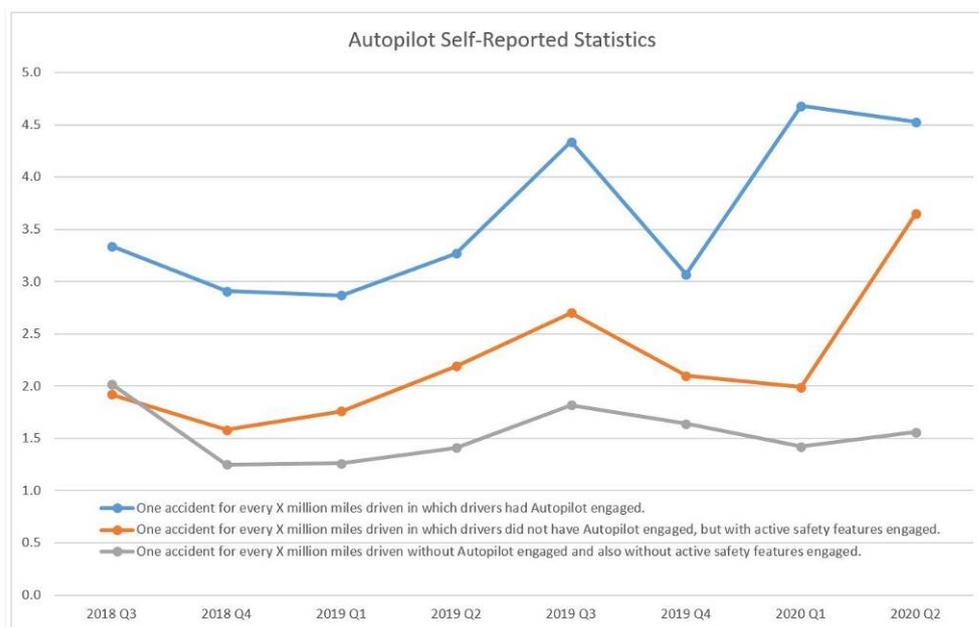
Durch die hohe Konnektivität der in Betrieb befindlichen Flotte von Tesla verfügt Tesla über eine breite Datenbasis für die Analyse von Unfällen. Tesla beschreibt die Datenbasis wie folgt (Tesla 2019, S. 24):

„Because every Tesla car made since October 2016 is equipped with the necessary sensor suite for full self-driving, each of these cars also support our autonomous driving development. Tesla’s vertical integration and scale provides the company with billions of miles of global real-world data that is gathered as Tesla vehicles are driven. This helps us identify edge cases, train our autonomous driving system, and test how a feature would perform in the real-world, without actually activating them.“

Da Tesla zwischen Oktober 2016 und Juni 2020 ca. 973.000 Fahrzeuge gebaut hat (Hanley 2020), ist die „Testflotte“ mittlerweile beachtlich und wächst in jedem Quartal um ca. 100.000 Fahrzeuge an. Der Tesla Impact Report deutet auf dieser Grundlage eine vergleichsweise höhere Sicherheit von Tesla Automobilen an (Tesla 2019, S. 24): Im Jahr 2019 traten in den USA bei Tesla-Fahrzeugen mit aktivem Autopilot nur 0,3 Unfälle pro Million gefahrener Meilen auf. Der allgemeine US-Durchschnitt (aller Automobile) lag mit 2,0 Unfällen pro Million gefahrener Meilen ungefähr 7-mal höher. Zudem hatten auch jene Tesla Fahrzeuge, in denen nur die aktiven Sicherheitsfunktionen aktiviert waren, 2019 eine etwa 4,5-mal niedrigere Kollisionsrate als der US-Durchschnitt.

Wikipedia (2020b) hat die eigenberichteten Daten aus dem Tesla Safety Report (Tesla 2020) ausgewertet und grafisch dargestellt.

Abbildung 4: Tesla-Statistik zu Unfällen mit Autopilot



Quelle: Wikipedia (2020b)

Die Zahlen zeigen zweierlei: Erstens ist die Entfernung zwischen zwei Unfällen (in Millionen Meilen) mit eingeschaltetem Autopilot (blau) in allen Quartalen, für die Daten vorliegen, deutlich größer, als wenn nur die aktiven Sicherheitsfunktionen eingeschaltet sind (orange) oder gar beide Systeme deaktiviert sind (grau). Zweitens steigen – mit einigen Rückschlägen – die blaue wie die orangene Kurve langfristig an, was einen Erfolg des Lernens der Systeme vermuten lässt.

3. Waymo

„We're building the World's Most Experienced Driver™“ (Waymo 2020a).

Das Unternehmen Waymo, Teil der Alphabet-Holding, zu der auch Google gehört, gilt laut Navigant Research (Navigant Research 2019) als Technologieführer des autonomen Fahrens. Waymo ist wie Tesla als Unternehmen ein „Produkt“ des Silicon Valley. Auch Waymo startete mit selbstgebaute Automobilen. Erwartbar ist aktuell jedoch, dass sich Waymo eher in ein Schlüsselunternehmen der Zulieferindustrie entwickeln könnte. Als Software-Tech Unternehmen der Digitalbranche mit dem finanziellen Hintergrund von Google hat Waymo beträchtliches Potenzial, ein starker Branchenveränderer zu werden.

3.1 Hintergrund und Rahmenbedingungen der Gründung

Im Silicon Valley sind in den letzten 60 Jahren ca. 1,7 Millionen Arbeitsplätze entstanden (Silicon Valley Institute for Regional Studies 2020). Das Valley ist heute ein riesiges Cluster der IT, welches sich auf Unternehmertum, Initiative, Netzwerke und Wissenschaft stützt (Gandenberger/Clausen/Grimm 2020). Im Vergleich zu etablierten Technologieregimen ist das Silicon Valley auf permanenten Wandel programmiert und weist eine durchgängig hohe Zahl von Gründungen auf. Der große Erfolg vieler dieser Gründungen ist einer der Gründe dafür, dass Risikokapital im Silicon Valley erheblich leichter verfügbar ist als in Deutschland (Gandenberger/Clausen/Grimm 2020)

Eine Gruppe von Unternehmensgründern wurde im Silicon Valley seit den 1990er Jahren unvorstellbar reich. Hierzu gehören der Apple-Gründer Steve Jobs, aber auch Facebook-Gründer Marc Zuckerberg sowie die Google Gründer Larry Page und Sergey Brin. Aus der Gruppe der Tech-Gründerinnen und Gründer sowie Managerinnen und Manager führt die Website „Inside Philanthropy“ (2020) beachtliche 281 Menschen bzw. Paare auf, die durch große Stiftungen oder Spenden wohltätige Zwecke fördern. Neben Bill Gates mit seiner weltweit bekannten Bill and Melinda Gates Foundation und der Witwe von Steve Jobs finden sich hier auch der Mitbegründer von Google, Sergey Brin, als Geber für medizinische Forschung, als Unterstützer für russische Migranten, sowie für die Bekämpfung von Armut und Antisemitismus. Elon Musk als Mitbegründer von PayPal und Tesla Motors konzentriert seine Spenden auf erneuerbare Energien, Wissenschafts- und Ingenieurausbildung und

Gesundheitsvorsorge. Google-Mitbegründer Page scheint aus Sicht von „Inside Philanthropy“ (2020) die meisten seiner philanthropischen Interessen durch die Spenden des Unternehmens zu kanalisieren. Hier ist anschlussfähig, dass der bei Google für das Driverless Car verantwortliche Sebastian Thrun das Ziel des Driverless Car Project im Jahr 2010 wie folgt beschrieb (Thrun 2010):

„Our goal is to help prevent traffic accidents, free up people’s time and reduce carbon emissions by fundamentally changing car use.“

Ganz knapp auf den Punkt gebracht kann die Vermutung aufgestellt werden, dass die Google Gründer Page und Brin von der Idee eines durch Big Data getriebenen Computers, der autonom fahrende Autos steuert, sowohl technisch fasziniert waren als sich dadurch auch einen positiven Impuls für die Verkehrssicherheit und im Kontext des Klimawandels erhofften. Vor dem Hintergrund ihrer beachtenswerten finanziellen Ressourcen, konnten sie diese Herausforderung ohne Verzögerung angehen.

3.2 Das Gründungsteam und sein Umfeld

Eine der wichtigsten Gründungen im Silicon Valley war das 1998 von Larry Page und Sergey Brin ins Leben gerufene Unternehmen Google. Google wurde gegründet, um die Google-Suchmaschine zu vermarkten, die sich seitdem zur meistgenutzten webbasierten Suchmaschine entwickelt hat. 2020 überschritt die Marktkapitalisierung der 2016 gegründeten Google-Holding Alphabet erstmals die Marke von einer Billion Dollar. Nur der Wert von Apple, Microsoft und Amazon wird an den Börsen noch höher bewertet.

Die Services von Google umfassen seit vielen Jahren auch geografische Informationen, da ein wesentlicher Anteil der Suchanfragen einen geografischen Charakter hat. Nach einer Reihe von Entwicklungsprojekten und Akquisitionen waren Google Earth und Google Maps in ersten Versionen 2004 bzw. 2005 verfügbar. Das in Europa teils recht umstrittene Google Street View wurde in den USA 2007 eingeführt. Es war von daher naheliegend, den sich aufhäufenden Bestand an geografische Daten und insbesondere auch die detaillierten Straßeninformationen aus Street View in den Kontext der Automobilität zu setzen.

Der deutsche Computerfachmann Sebastian Thrun und der französische Ingenieur Anthony Levandowski stießen 2007 zu Google und sollten eine virtuelle Karte des Landes erstellen. Die Idee kam von Larry Page als einem der Gründer des Unternehmens (Bilger 2013).

Im Februar 2008 erhielt Levandowski dann einen Anruf von einem Produzenten der Discovery-Channel-Serie „Prototype This!“. Die Fernsehserie wünschte sich einen selbstfahrenden Pizzalieferwagen (Bilger 2013). Innerhalb von fünf Wochen hatten Levandowski und ein Team von Berkeley-Absolventen und anderen Ingenieuren einen Toyota-Prius zu diesem Zweck umgerüstet. Sie nannten das Gefährt „PriBot“, stellten ein Leitsystem zusammen und überredeten die kalifornische Autobahnpolizei, den Wagen über die Bay Bridge von San Francisco fahren zu lassen. Es war das erste Mal, dass ein unbemanntes Auto legal auf amerikanischen Straßen fuhr (Bilger 2013). Das Ereignis gab Google, das sich bei der Aktion im Hintergrund gehalten hatte, den nötigen Impuls. Innerhalb weniger Monate gaben Larry Page und Sergey Brin grünes Licht für ein Projekt für fahrerlose Autos. Thrun berichtet (Bilger 2013): „Sie sprachen nicht einmal über das Budget, sie haben nur gefragt, wie viele Leute ich brauche und wie ich sie finden kann.“

3.3 Investoren und Beteiligungen

Vom Beginn im Jahr 2009 bis zur offiziellen Gründung von Waymo 2016 und auch seitdem bis ins Frühjahr 2020 wurden sämtliche Kosten von Google finanziert.

Erst dann läutete Waymo eine erste externe Finanzierungsrunde ein. Waymo – als Spin-Out der Google Holding Alphabet – hat in dieser Finanzierungsrunde von verschiedenen Investoren wie Silver Lake, dem Canada Pension Plan Investment Board und der Mubadala Investment Company (Staatsfonds von Abu Dhabi), 2,25 Milliarden Dollar eingenommen. Weitere Investoren sind Magna International, Andreessen Horowitz und AutoNation sowie Alphabet selbst (Hawkins 2020). Nach Angaben von Waymo, diente diese Finanzierungsrunde vor allem dazu, die Kommerzialisierung der autonomen Taxi-Dienstleistung Waymo One zu beschleunigen (Hawkins 2020).

3.4 Strategie und Ziele

Wie bereits erwähnt, beschrieb Sebastian Thrun das Ziel des Driverless Car Project, das er leitete, im Jahr 2010 wie folgt (Thrun 2010):

„Our goal is to help prevent traffic accidents, free up people’s time and reduce carbon emissions by fundamentally changing car use.“

Der Ausgangspunkt der heute offiziellen Waymo-Strategie ist die Annahme, dass ein durch einen Computer gesteuertes Auto sicherer ist als ein durch einen Menschen gesteuertes Automobil. Aus dieser Annahme ergibt sich auch die Mission (Waymo 2020a):

„Waymos mission is to make it safe and easy for people and things to get where they're going. The Waymo Driver can improve the world's access to mobility while saving thousands of lives now lost to traffic crashes.“

Aber für Waymo zählt nicht nur die Sicherheit. Das autonome Fahren eröffnet, wie der Imagefilm zeigt, auch Blinden und Minderjährigen die Möglichkeit, unbegleitet Auto zu fahren (Waymo 2020a):

„Fully self-driving vehicles hold the promise to improve road safety and offer new mobility options to millions of people. Whether they're helping people run errands, commute to work, or drop off kids at school, fully self-driving vehicles hold enormous potential to transform people's lives.“

Die Titelzeile der Waymo Website lautet „We're building the World's Most Experienced Driver™“ (Waymo 2020a). Sie erlaubt die Annahme, dass das zentrale Ziel von Waymo keine Produkt- sondern vielmehr eine Softwareentwicklung ist.

Auch Goulding verweist auf seinem Blog im Kontext der Finanzierungsrunde Anfang 2020 auf eine Erklärung des CEOs von Waymo, John Krafcik. In dieser Erklärung legte Krafcik dar, dass der zukünftige Fokus von Waymo auf der fahrerlosen Technologie liegen könnte und Waymo den Rest der Autoproduktion anderen in der Branche überlassen würde (Goulding 2020). Diese mögliche Entwicklung erinnert Goulding an das Geschäftsmodell von „Intel Inside“. Der Vorteil dieser Strategie würde darin liegen, dass Waymo so die über 100-jährige Erfahrung der traditionellen Autobauer nutzen könnte (Goulding 2020). Ob dabei die Erfahrung in Konstruktion und Bau von Automobilen gemeint ist oder die Erfahrung des Lobbyings im politischen Raum bleibt offen. Da eine der großen Herausforderungen für das autonome Fahren, die Unterstützung und Genehmigung von Regierungen und Regulierungsbehörden auf Bundes-, Landes- und lokaler Ebene ist, wäre die Fähigkeit zur Beeinflussung von Regierungsentscheidungen zumindest eine potenziell sehr wichtige Kompetenz.

Neben dem Verkauf von Soft- und Hardware an Automobilunternehmen läge eine zweite Möglichkeit der Kommerzialisierung im Angebot von Dienstleistungen mit selbstfahrenden Taxis oder LKWs. Mit dem Fokus auf den Transportservice Waymo One wurde auch die Finanzierungsrunde im Frühjahr 2020 begründet.

Nimmt man die Titelzeile der Waymo Website „We’re building the World’s Most Experienced Driver™“ ernst, dann dürfte die Kernstrategie von Waymo ein langfristig angelegtes Projekt zur Entwicklung einer Softwarelösung sein, die letztlich aber von der erforderlichen Hardware wie z. B. Lidar („Light Detection And Ranging“ – Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung) nicht getrennt werden kann (Waymo 2020a). Das Angebot selbst konstruierter und produzierter Automobile scheint dagegen nicht (mehr) das Ziel von Waymo zu sein.

3.5 Das Produkt

Eine Software für das autonome Fahren kann nur entwickelt werden, wenn reale Automobile zur Verfügung stehen. Nachdem die ersten Testfahrzeuge umgebaute Toyota Prius waren (Bilger 2013), stellte Google 2014 einen selbstentwickelten kleinen elektrischen Zweisitzer vor (Auto Bild 2018). Durch diesen Wagen entstand die Erwartungshaltung, Google würde nicht nur die Software, sondern auch die dazu passenden Fahrzeuge produzieren und vermarkten. Im Jahr 2016 stellte Google die Pläne für ein eigenes Auto aber offenbar ein (Auto Bild 2018). Seither konzentriert sich das im Dezember 2016 gegründete Spin-Out Waymo auf die Entwicklung der für autonomes Fahren nötigen Software. Hierfür war jedoch auch eine Hardwareentwicklung notwendig. Dies beschreibt der Leiter des Lidar Teams im Jahr 2019 (Verghese 2019):

„For over a decade, Waymo has been developing self-driving technology with a mission to make it safe and easy for people and things to move around. In the earliest days of our program, we developed our own software, but purchased off-the-shelf sensors to power our self-driving vehicles. As our testing matured, we quickly learned that existing sensors simply didn’t serve our needs. So in 2011, we began developing our own set of sensors from the ground up, including three different types of lidars – the sophisticated sensors that measure distance with pulses of laser light.“

Im Frühjahr 2019 begann Waymo, diese Sensoren am Markt anzubieten. Interessenten wurden u. a. in der Robotik, der Sicherheitstechnik und der Agrartechnik vermutet (Verghese 2019). Die Waymo 3D-Lidar-Sensoren werden als „Laser Bear Honeycomb“ vertrieben, allerdings nicht an Kunden aus dem Automobilssektor verkauft (Verghese 2019). Mitte 2020 war der konkrete Kundenkreis des Systems noch nicht bekannt (Yoshida 2020). Die Absicht zum Verkauf der Hardware-Technologie begründet Yoshida damit, dass durch erfolgreichen Verkauf sowohl Skalen- als auch Lerneffekte erhofft werden, die das System

preiswerter machen, und die Anwendung in unterschiedlichen Anwendungskontexten ermöglichen (Yoshida 2020).

Neben den Sensoren sind die Software, „the World’s Most Experienced Driver™“, und die mit diesem Fahrer möglichen Dienstleistungen die zentralen Produkte des Unternehmens.

3.6 Produktionszahlen

Das Produktionsniveau von Waymo Systemen zum autonomen Fahren ist auch elf Jahre nach dem Beginn des Driverless Car Projects durch Google noch niedrig. Das erste Projekt „Chauffeur“ wurde fast zwei Jahre lang unentdeckt auf der Straße anhand von sieben Toyota-Prius-Fahrzeugen getestet, bevor die New York Times am 9. Oktober 2010 seine Existenz enthüllte (Markoff 2010). Google berichtete noch am selben Tag über seinen Blog zu seiner Initiative für selbstfahrende Autos. In den folgenden Jahren gab es weitere Entwicklungsschritte und immer neue Testfahrzeuge.

2014 stellte Google dann ein selbst entwickeltes elektrisches Fahrzeug vor, welches für weitere Erprobungen eingesetzt wurde (Google 2014).

Abbildung 5: Das Google Car



Quelle: Grendelkhan (2016)

Ende 2014 berichtet „The Mercury News“ aus San Jose im Silicon Valley von insgesamt sieben Testflotten autonomer Fahrzeuge, wobei Google mit 25 Fahrzeugen die größte Flotte betrieb (O'Brien 2014). Den folgenden sieben Unternehmen hatte das Department of Motor Vehicles des Staates Kalifornien die Genehmigung erteilt, selbstfahrende Autos auf öffentlichen Straßen zu testen (O'Brien 2014):

Tabelle 3: Testflotten autonomer Fahrzeuge in Kalifornien Dezember 2014

Unternehmen	Zahl Fahrzeuge	Zahl Fahrer
Google	25	107
Volkswagen/Audi	3	25
Mercedes-Benz	3	12
Nissan	3	9
Delphi Automotive	2	9
Bosch	2	2
Tesla	1	2

Quelle: O'Brien (2014)

Im Jahr 2017 kam es zu einer Kooperation zwischen Fiat Chrysler Automobiles und Waymo. Im Rahmen dieser Partnerschaft entstand eine Flotte von zunächst 100 autonom fahrenden Chrysler Pacifica Minivans (DeBord 2018). Die Flotte wurde noch im selben Jahr auf ca. 600 Fahrzeuge vergrößert (Lynch 2017).

Auf der New York Auto Show Anfang 2018 verkündete Waymo zusammen mit Jaguar die Absicht, eine Flotte von 20.000 vollelektrischen Jaguar I-Pace auf die Straße zu bringen (DeBord 2018; Waymo 2018a).

Im Januar 2019 kündigte Waymo an, die weltweit erste Fabrik für die Massenproduktion von autonomen Level-4-Fahrzeugen zu eröffnen (Waymo 2019). Ausgewählt wurde eine ehemalige Fabrik der American Axle & Manufacturing in Detroit. Waymo setzte darauf, in Detroit gelernte Arbeitnehmer der Autobranche gewinnen zu können, deren Arbeitsplätze in der konventionellen Automobilindustrie in den Jahren zuvor verloren gegangen waren (Waymo 2019). Im März 2020 meldete Waymo, dass aus dieser Fabrik die ersten umgebauten Fahrzeuge ausgeliefert worden seien (Waymo 2020b). Die Meldung bildete auf dem begleitenden Foto vor der Fabrik den Chrysler Pacifica, den Jaguar I-Pace und einen Peterbilt Truck ab (Waymo 2020b).

Gegenwärtig scheint nicht wahrscheinlich, dass Google eine eigenständige Produktion von Automobilen anstrebt. Ebenso scheint es nicht

so zu sein, dass die Google Hard- und Software für das autonome Fahren bereits heute ein verkaufsfertiges Produkt darstellen würde, welches durch andere Hersteller wie z. B. die Partner Fiat-Chrysler und Jaguar, ein Unternehmen, welches zum indischen Tata-Konzern gehört, eigenständig in ihre Fahrzeuge eingebaut werden könnte. Vielmehr zeigt die Eröffnung der „Umbaufabrik“ in Detroit, dass Waymo Strukturen schafft, mit denen in den nächsten Jahren mittlere Stückzahlen von Fahrzeugen für Testflotten umgebaut werden können.

3.7 Absatz- und Beschaffungsmärkte

Waymo scheint die umgerüsteten Fahrzeuge bisher nicht zu verkaufen, sondern sie mit unterschiedlichen Geschäftsmodellen in Testflotten zu betreiben. Es kann daher keine fundierte Aussage über die Absatzmärkte getroffen werden.

Im Testgebiet in Phoenix ist der dort von Waymo betriebene fahrerlose Beförderungsservice Waymo One bisher kostenlos. Es wird aber offenbar über einen Preis nachgedacht (Lewalter/Wiesmüller 2019). Die von Waymo umgebauten LKW werden gegenwärtig im Google Fuhrpark eingesetzt (Waymo 2018b).

Waymo soll Alphabet fast 1 Milliarde Dollar im Jahr kosten und bringt mit seinem begrenzten kommerziellen Taxidienst Waymo One in den Vororten von Phoenix, Arizona, bestenfalls einen dürftigen Betrag an Einnahmen ein (Hawkins 2020). Ein wesentlicher Absatzmarkt existiert also bisher nicht.

Beschaffungsmärkte umfassen einerseits die Partner von Waymo, die Rohfahrzeuge zuliefern. Im PKW-Bereich sind dies Fiat-Chrysler und Tata-Jaguar. Im LKW-Bereich baut Waymo Via Fronthauber-Lastwagen des amerikanischen Herstellers Peterbilt um. Über eine formelle Partnerschaft ist aber bisher nichts bekannt (Auto Motor und Sport 2020a).

Hinzu kommt die Beschaffung von Rechnern und Sensoren, soweit diese nicht von Google selbst gebaut werden. Die konkreten Zulieferer konnten im Rahmen dieser Fallstudie nicht identifiziert werden.

3.8 Tech-Unternehmen, Arbeit und Gewerkschaften

Die Bevölkerung im Silicon Valley ist von ca. 500.000 Einwohner*innen im Jahr 1950 über ca. 1,8 Millionen im Jahr 1970 auf heute knapp 3 Millionen gestiegen (Silicon Valley Institute for Regional Studies 2015). Die Zahl der Arbeitsplätze lag Mitte 2019 bei etwa 1,7 Millionen (Silicon Valley Institute for Regional Studies 2020). Eine herausragende Fähigkeit der dort angesiedelten Tech-Unternehmen besteht darin, Innovationen nicht nur hervorzubringen, sondern auch zu skalieren und damit dazu beizutragen, dass neue Jobs entstehen. Allein Google beschäftigt heute über 100.000 Menschen an 170 Standorten in 60 Ländern (Google 2020). Viele dieser Stellen erfordern eine hohe Qualifikation. So verlangen 16 Prozent der Stellenangebote von Google eine Promotion; bereits 2015 gab es bei Google 34.000 Stellen, die mit Promovierten besetzt waren (Hess 2017). Zudem hat die Tech-Branche des Silicon Valleys sehr viele ihrer Gründer*innen und Führungskräfte reich gemacht. Heute leben 76.000 Millionär*innen oder Milliardär*innen im Silicon Valley (Human Rights Institute 2020).

Aber der seit den 1960er Jahren andauernde Job-Boom hat auch seine Schattenseiten. Eine davon ist eine Ungleichverteilung zwischen den unterschiedlichen ethnischen Gruppen: Während das jährliche Durchschnittseinkommen von Angestellten europäischer Abstammung im Valley bei 82.810 Dollar liegt, erreichen die Asian-Americans nur 63.136 Dollar, die afroamerikanischen Angestellten 40.886 Dollar und jene mit lateinamerikanischer Abstammung nur 28.860 Dollar (Human Rights Institute 2020). Der Mindestlohn in den stark von diesen Gruppen bewohnten Gemeinden Saratoga und Los Gatos liegt bei nur 12 Dollar (ca. 10 Euro).

Die andere Schattenseite ist eine für europäische, und im Besonderen deutsche Verhältnisse ausgesprochen schwach ausgeprägte Kultur der Mitbestimmung. Die 2014 gegründete *Tech Workers Coalition* dokumentiert nichtsdestotrotz eine lange Reihe von kollektiven und gewerkschaftlichen Initiativen rund um Tech-Unternehmen (Tech Workers Coalition 2020). Für das Mutterunternehmen von Waymo, Google, liegen allerdings lediglich zwei Einträge vor. So entschieden sich z. B. im November 2019 ca. 2.300 Angestellte eines Cateringunternehmens von Google, sich einer Gewerkschaft anzuschließen:

„Approximately 2,300 contract workers employed in food service at Google have voted to unionize under a local chapter of Unite Here. Workers expressed dissatisfaction with their low wages, which start at \$35,000 in the Bay Area, and lack of benefits compared to full-time Google employees. Some reported inci-

dents of discrimination and bullying. The workers are officially employed by Compass Group, a third party contractor. The vote followed a two year effort.“ (Eintrag vom 19.11.2019 auf Tech Workers Coalition 2020)

Im Dezember 2019 wurden vier direkte Google-Angestellte entlassen, die sich für eine gewerkschaftliche Arbeitnehmervertretung eingesetzt hatten (Tech Workers Coalition 2020). Einträge über das Tochterunternehmen Waymo finden sich im Archiv der Tech Workers Coalition nicht (Tech Workers Coalition 2020). Dies gilt auch für die Website der United Automobile, Aerospace and Agricultural Implement Workers of America (UAW, www.uaw.org), auf der durchaus kritische Einträge über Wettbewerber wie Tesla zu finden sind.

Ohne an dieser Stelle in die Tiefe zu gehen, ist festzuhalten, dass Tech-Unternehmen aus dem Silicon Valley aus einer Geschichte eher neoliberalen Unternehmertums heraus zwar gut darin sind, Innovationen zu skalieren und Jobs zu schaffen, aber eine Kultur der Mitbestimmung oder der gewerkschaftlichen Aktivität vermissen lassen. Mit einem stärkeren Eindringen dieser Tech-Unternehmen auch in Europa ist damit für die Gewerkschaften das Dilemma verbunden, dass dies mit dem Blick auf dringend benötigte gut bezahlte Arbeitsplätze zwar zu begrüßen ist, in Bezug auf die Frage der gewerkschaftlichen Interessenvertretung aber eine große Herausforderung darstellt.

3.9 Einfluss auf die Autobranche

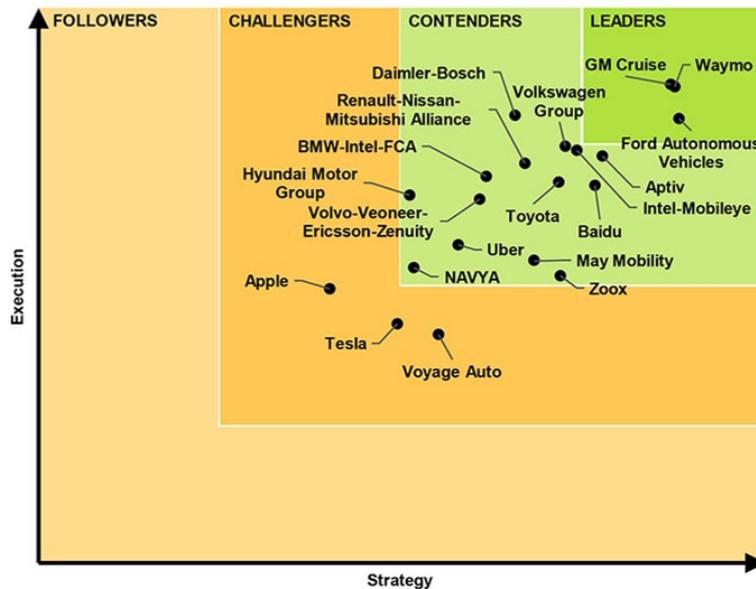
Gegenwärtig wird in unterschiedlichen Kooperationen an der Verbesserung und Erprobung der Technologie des autonomen Fahrens gearbeitet. Waymo wird z. B. mit Fiat Chrysler an leichten Nutzfahrzeugen mit der Fähigkeit zu Level 4 autonomem Fahren arbeiten, um die Beförderung von Waren zu ermöglichen (Breana 2020). Eine weitere Partnerschaft zur Entwicklung von Level 4 Fahrzeugen wurde von Waymo und Volvo angekündigt (Herger 2020). Auch eine Kooperation von Waymo mit Tata-Jaguar wäre mit Blick auf den Bau der Testflotte von 20.000 Jaguar i-Pace naheliegend (DeBord 2018; Waymo 2018a).

Deutsche Konzerne scheinen sich dagegen nicht in Richtung Waymo zu orientieren. Daimler kooperiert mit Nvidia in der Hardwareentwicklung (Daimler 2020) und seit mehreren Jahren mit Bosch (Navigant Research 2019) bei der Entwicklung des autonomen Fahrens. Eine 2019 begonnene Kooperation mit BMW wurde 2020 mit Hinweis auf die hohen Kosten wieder beendet (Manager Magazin 2020), was im Hinblick auf die notwendige langfristige Orientierung solcher strategischer Projekte zumindest überrascht.

Volkswagen kooperiert beim autonomen Fahren, bei Elektroautos und leichten Nutzfahrzeugen mit Ford (Harris 2020). Zudem gaben Volkswagen und das Autonomous Driving Start-up AutoX in China eine strategische Zusammenarbeit in der Autonomous Driving Demonstration Zone in Jiading, Shanghai, bekannt. Volkswagen wird Verkehrsportale für die Flotte und AutoX eine Technologieplattform bereitstellen (Wang 2020).

Die verschiedenen Kooperationen werden durch Navigant Research seit einigen Jahren an ihrem Erfolg gemessen und verglichen (Navigant Research 2019). Die drei „Leader“ sind hier Waymo, GM und Ford. Die deutsche Automobilindustrie findet sich in der sehr dichten sogenannten „Verfolgergruppe“: Zu den Verfolgern gehört Volkswagen, deren Kooperation mit Ford die Aussichten von Volkswagen nochmals verbessern könnte. Auch Daimler-Bosch wie auch BMW-Intel-FCA. Abbildung 7 stellt diesen Vergleich grafisch dar.

Abbildung 6: Navigant Research Bestenlistenraster



Quelle: Navigant Research (2019)

Eine Auswirkung der durch Waymo maßgeblich gesetzten Agenda des autonomen Fahrens ist neben der dadurch früher oder später zu erwartenden Markteinführung autonomer Fahrzeuge die notwendige Investition hoher Milliardensummen in Soft- und Hardware für die gesamte Autobranche. Zudem stellt sich die Frage, ob notwendige Hardware für autonomes Fahren bereits heute eingebaut werden sollte, um damit das autonome Fahren durch nachträgliche Updates Stück für Stück realisie-

ren zu können. Aufgrund des verzögerten Nutzens könnte diese Ausstattung jedoch nur eingeschränkt im Verkaufspreis abgebildet werden. Volkswagen gab 2019 an, dass der VW ID3 für das autonome Fahren auf Level 4 ausgelegt sei (Volkswagen 2019). Auf Goingelectric wurde vermutet, dass einer der drei ICAS Hochleistungsrechner im VW ID.3 ausschließlich für Fahrerassistenzsysteme bestimmt sei, und dass damit ein Fahren auf Level 3 möglich sein könnte (Musikhattu 2018). Für teilautonome Fahrfunktionen wie in einem Tesla Model 3 reichen wohl jedoch die Sensoren nicht: Der ID.3 bietet zwar Funktionen wie einen Spurhalteassistenten, einen Notbremsassistenten mit Fußgängererkennung und Ähnliches, aber eher keine autonomen Fahrfunktionen (electrive.net 2019a).

4. Build Your Dreams (BYD)

China war in den Jahren 2018 und 2019 mit jeweils knapp einer Million verkaufter batterieelektrischer Autos der größte Absatzmarkt für Elektroautos weltweit. Im Jahr 2019 kamen zu den 972.000 BEV nochmals 232.000 Plug-In-Hybride (PHEV) hinzu (Kane 2020). Mit 19 Prozent hält das Privatunternehmen BYD den höchsten Marktanteil auf dem chinesischen Markt für Elektroautos, von dem 94 Prozent des Umsatzes durch chinesische Unternehmen generiert werden (Müller/Schenk Müller 2018). Auf dem zweiten und dritten Platz liegen die Staatskonzerne SAIC mit 14 Prozent und BAIC mit 13 Prozent (Kane 2020).

Für diese Fallstudie wurde BYD als Marktführer ausgewählt. Im Rahmen der vergleichenden Fallstudie ist das Unternehmen auch dahingehend von besonderem Interesse, da es im Jahr 2003 in die Automobilproduktion einstieg, das Jahr in dem auch Tesla gegründet wurde, und eine ähnlich hohe unternehmerische Dynamik zeigt.

4.1 Die Entwicklung des Unternehmens

Nach der Gründung im Jahr 1995 stellte BYD wiederaufladbare Nickel-Cadmium Batterien her (Kasperk/Wilhelm/Wagner 2011). 1997 begann BYD dann die Produktion von Lithium-Ionen Akkus und wurde im Jahr 2000 Hauptlieferant von Motorola und im Jahr 2002 von Nokia (BYD 2011). Im Januar 2003 übernahm BYD die Tsinchuan Automobile Company Limited (BYD 2011), um so an eine Lizenz für die Automobilproduktion zu kommen (Kasperk/Wilhelm/Wagner 2011). BYD war im Autogeschäft neu, erwies sich aber als schnell lernfähig. Im April 2005 begann die Produktion einer BYD-Limousine namens F3 (BYD 2011) und schon im Jahr 2006 wurde erfolgreich ein Prototyp des F3e mit Lithium-Eisenphosphat-Batterie produziert (BYD 2011). In schneller Folge wurden Fabriken und Niederlassungen in anderen Staaten gegründet. In Europa wurden 2006 Verkaufsniederlassungen in Dänemark und Ungarn sowie 2007 in Rumänien eröffnet (BYD 2011). 2008 nahm BYD die Produktion von Solarbatterien auf und führte mit dem „F3 Dual Mode“ einen ersten Plug-in Hybrid in den Markt ein (BYD 2011). Im Mai 2009 wurde der BYD e6 erstmals öffentlich vorgestellt und BYD vereinbarte eine Kooperation mit Volkswagen mit Fokus auf Batterien und Elektrofahrzeuge (BYD 2011). In nur einem Jahr stieg der Automobilabsatz von BYD von ca. 170.000 im Jahr 2008 auf ca. 450.000 im Jahr 2009 (Demandt 2020a), womit sich BYD als mittelgroßer Hersteller etabliert hatte.

Der Absatz schwankt seit 2009 jedes Jahr stabil um die 500.000 Wagen (Demandt 2020a).

2010 wurde mit Daimler vereinbart, gemeinsam elektrische Autos für den chinesischen Markt zu produzieren und das Unternehmen *Shenzhen BYD Daimler New Technology Co., Ltd.* gegründet, welches Autos unter dem Namen „Denza“ vermarktet (BYD 2011). Die Marke verkaufte 2014 die ersten 132 Automobile. Der Absatz stieg 2017 auf 4.685 und sank bis 2019 wieder auf 2.089 Autos (Demandt 2020b). Die Absatzzahlen deuten darauf hin, dass das Joint Venture bisher weder für Daimler noch für BYD eine wesentliche kommerzielle Bedeutung hat, sondern ein strategisches Zukunftsprojekt ist.

2010 wurde mit dem K9 auch der erste batterieelektrische Bus produziert. Der BYD e6 erhielt 2010 eine Zulassung in den Niederlanden (BYD 2011). 2011 begann die Erprobung des Elektrobusses K9 in Shenzhen und Changsha (BYD 2011). 2013 wurde in den USA eine Fabrik für Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien eröffnet (Masiero et al. 2016).

Die zunächst langsame und zum Juli 2019 deutliche Reduktion der chinesischen Subventionen für BEV wirkten sich auch auf BYD aus. Im Mai 2020 kündigte BYD dann an, dass es mit der Expansion nach Europa beginnen werde, zunächst nach Norwegen (Page 2020).

Gegenwärtig macht BYD mit 229.000 Beschäftigten einen Umsatz von 17,6 Milliarden Dollar (Forbes 2020a).

4.2 Hintergrund und Rahmenbedingungen der Gründung

Die Förderung von F&E für die Schlüsseltechnologien elektrischer Autos begann in China bereits in der Periode des 8. Fünfjahresplanes (1991–1995) und wurde im Rahmen des 9. Fünfjahresplans fortgesetzt (Tyfield et al. 2014). Die chinesische Regierung hatte erkannt, dass die chinesische Automobilindustrie mit der auf die Verbrennertechnologie fokussierten Konkurrenz aus dem Ausland nicht mithalten konnte. Durch den Systemwechsel hin zum Elektroantrieb sah man eine Chance, diesen bestehenden Knowhow-Abstand zu verkleinern und nach Möglichkeit sogar durch „Leapfrogging“ in einen Vorsprung zu wandeln (Sun 2012). Dabei ist die vergleichsweise noch niedrige Motorisierungsrate in China ein Vorteil, da so der Massenmarkt noch nicht langfristig auf den Verbrennungsmotor festgelegt ist (Beigang/Clausen 2017).

Die langfristige Politik zur Förderung des Elektroantriebs begann sich im Jahr 2014 erstmals deutlich auf die Verkaufszahlen auszuwirken.

War die Zahl der verkauften BEV bis zu diesem Zeitpunkt langsam und kontinuierlich auf 14.604 im Jahr 2013 gestiegen, so stieg sie 2014 auf 45.048, 2015 auf 247.482, 2016 auf 409.000, 2017 auf 652.000 und erreichte im Jahr 2018 mit 984.000 vorerst ein Maximum. 2019 wurden 972.000 BEV abgesetzt (Kane 2020).

Die Dynamik der Absatzzahlen wurde durch eine Reihe von Kaufanreizen und anderen Maßnahmen der nationalen Regierung und von Lokalregierungen getragen (Masiero et al. 2016, S. 8). In Kombination verschiedener Programme kam es zu Förderungsvolumina von bis zu maximal 120.000 CNY (ca. 16.000 Euro) für BEV. Diese Subventionen machten vielfach einen großen Anteil des Fahrzeugpreises aus, der für viele Fahrzeuge bei 100.000 bis 220.000 CNY (ca. 13.500 – 30.000 Euro) liegt (Fulton et al. 2012, S. 11). Parallel wurde seit 2012 auch erheblich in Ladeinfrastrukturen investiert (Beigang/Clausen 2017, S. 12).

Neben der finanziellen Förderung spielt auch das Ordnungsrecht eine entscheidende Rolle. In einigen chinesischen Städten gibt es sogenannte Nummernschild-Lotterien oder -Auktionen, von denen BEV teilweise befreit waren. Statt jahrelang auf eine Zulassung hoffen zu müssen, war also der Kauf eines BEV eine Möglichkeit, schnell an ein zugelassenes Auto zu kommen (Müller/Schenk Müller 2018). Die chinesische Regierung beschloss zudem 2017, landesweit grüne Nummernschilder für „New Energy Vehicles“ (NEV) einzuführen, die den Fahrzeughaltern verschiedene Vorteile verschaffen (Müller/Schenk Müller 2018).

Mitte 2019 wurde angekündigt, die hohen Subventionen für BEV deutlich zurückzufahren, gleichzeitig aber allen Kommunen zu untersagen, die Kontingentierung von Neuzulassungen zukünftig auch auf New Energy Vehicles anzuwenden (electrive.net 2019b). Ähnlich wie in letzter Zeit auch Norwegen reduziert China damit jene Förderungen, die die Staatskasse stark belasten zugunsten einer Förderpolitik, die auf Basis des Ordnungsrechts wirkt.

4.3 Das Gründungsteam und sein Umfeld

Wang Chuan-Fu wurde 1966 auf einem Bauerndorf in einer der ärmsten Provinzen Chinas geboren. Seine Eltern starben, als er noch klein war, und er wurde von seinem älteren Bruder und seiner älteren Schwester aufgezogen (Forbes 2020b). Wang Chuan-Fu schaffte den Sprung auf die Central South University of Technology und studierte weiter am Beijing Non-Ferrous Research Institute (Bloomberg 2020), wo er sich im Bereich Batterietechnologie ausbilden ließ (Forbes 2020b). Im Februar 1995 gründete Wang Chuan-Fu zusammen mit seinem Cousin Lu Xi-

angyang das Unternehmen Build Your Dreams (BYD) in Shenzhen, China (Forbes 2020b; BYD 2011). Lu hatte zuvor als Bankier gearbeitet und baute parallel zu BYD eine Investmentfirma auf (Forbes 2020c). Der Chemiker Wang brachte etwa 300.000 Dollar von Verwandten auf und begann mit 20 Beschäftigten wiederaufladbare Batterien herzustellen (Masiero et al. 2016). Schon im September siedelte BYD in ein größeres Objekt um und beschäftigte 300 Menschen (BYD 2011). Wang ist Mitglied der chinesischen kommunistischen Partei und wird seit 2012 in der Forbes Rich People List aufgeführt (Bloomberg 2020). Aktuell schätzt Forbes sein Vermögen auf 7,1 Milliarden Dollar (Forbes 2020b), dass von Cousin Lu Xiangyang auf 4,5 Milliarden Dollar (Forbes 2020c).

Das unternehmerische Geschick von Wang zeigte sich auch in der Corona-Krise. Er rief im Januar 2020 eine Arbeitsgruppe aus 3.000 Ingenieur*innen und Techniker*innen ins Leben, die neue Produktionslinien zur Herstellung von Gesichtsmasken und Handdesinfektionsmitteln entwerfen und bauen sollte (BYD Care 2020). Heute gibt der in Shenzhen ansässige Hersteller von Elektrofahrzeugen an, der weltweit größte Hersteller von chirurgischen Masken zu sein und täglich 5 Millionen Stück zu produzieren (Fortune 2020).

4.4 Investoren und Beteiligungen

Wang Chuan-Fu und weitere Familienangehörige waren die ersten Eigenkapitalgeber des Unternehmens (Masiero et al. 2016). Über weitere Finanzierungsquellen von BYD ist wenig bekannt. Die einzige im Finanzportal Crunchbase (2016) dokumentierte Finanzierungsrunde wurde als Post-IPO-Equity-Runde am 18.07.2016 durchgeführt. Samsung Electronics beteiligte sich mit 450 Millionen Dollar. Weitere Einnahmen wurden durch die Ausgabe von Aktien erzielt. 2002 ging BYD an die Börse in Hongkong (BYD 2011). Die Aktien verteilen sich heute auf die Gründer sowie auf institutionelle Investoren und die allgemeine Öffentlichkeit. Der Gründer Wang Chuan-Fu hält 18,83 Prozent des ausgegebenen Aktienkapitals, sein Cousin Lu Xiangyang 14,73 Prozent und der BYD Direktor Xia Zuo-quan 3,72 Prozent. Die drei Direktoren des Unternehmens kommen gemeinsam auf 37,28 Prozent des Aktienkapitals (BYD 2020, S. 42). Als externe Investoren besitzen Warren Buffett's Berkshire Hathaway eine Beteiligung von 8,25 Prozent, Youngy Investment 5,96 Prozent, die LL Group 2,76 Prozent und die Citigroup 1,93 Prozent (BYD 2020, S. 42).

BYD ist an zahlreichen Unternehmen beteiligt, die rund um das Thema „New Energie Vehicles“ F&E, Service, Finanzierung oder Leasing

anbieten (BYD 2020, S. 116ff). Besonders ins Auge fällt die Beteiligung an der Shenzhen Denza New Energy Automotive Co., Ltd., die BYD gemeinsam mit Daimler besitzt und in die trotz sehr niedrigen Produktionszahlen auch in 2019 wieder gemeinsam investiert wurde (IT Times 2019). Im Jahr 2010 stellte Denza ein großes SUV, den Denza X, vor. Ein mögliches Ziel dieses Joint-Ventures könnte es sein, die Mercedes Luxusklasse in China unter einem lokalen Namen zu etablieren (Zipser 2019). Im Jahr 2019 kam auch eine Beteiligung an der BYD Toyota EV Technology Co., Ltd. hinzu, die ebenfalls auf die Entwicklung von Elektroautos für den chinesischen Markt abzielt (Hebermehl 2020).

4.5 Strategie und Ziele

Die initiale Strategie von BYD war eindeutig, den Kostenwettbewerb zu gewinnen. Wang Chuan-Fu ersetzte die in anderen Ländern üblichen Maschinen durch die in China sehr billigen Arbeitskräfte und realisierte so niedrigere Produktionskosten als die internationale Konkurrenz (Kasperk/Wilhelm/Wagner 2011, S. 10). Damit folgte er mit seinem Unternehmen nicht den „im Westen“ etablierten Unternehmen sondern ging einen explizit chinesischen Weg (Wang/Kimble 2010, S. 77, S. 83).

Durch eine starke Fragmentierung der Arbeitsprozesse erreichte BYD sehr stark vereinfachte Arbeitsprozesse. Überdies wurde gezielt die Strategie der vertikalen Integration verfolgt. Bis 2011 hatte BYD insgesamt knapp 200 Unternehmen erworben, um so immer mehr auf interne Stärken und Synergien setzen zu können (Kasperk/Wilhelm/Wagner 2011, S. 10). Einen hohen Stellenwert genießt auch die interne Entwicklung der Produktionsprozesse. So arbeiten zwei Drittel aller Ingenieure für Batterietechnologie bei BYD am Design der Prozesse (Kasperk/Wilhelm/Wagner 2011, S. 10). Im Jahr 2008 erwirtschaftete BYD 30 Prozent des Umsatzes mit IT, 25 Prozent mit Automobilen und 23 Prozent mit Batterien. Es war schon damals Ziel von Wang, 2015 der größte Automobilhersteller von China zu sein und 2025 die Weltmarktführerschaft zu erreichen (Kasperk/Wilhelm/Wagner 2011, S. 10). Recht ähnlich beschreiben auch Zheng et al. (2013) die Elemente der BYD Strategie.

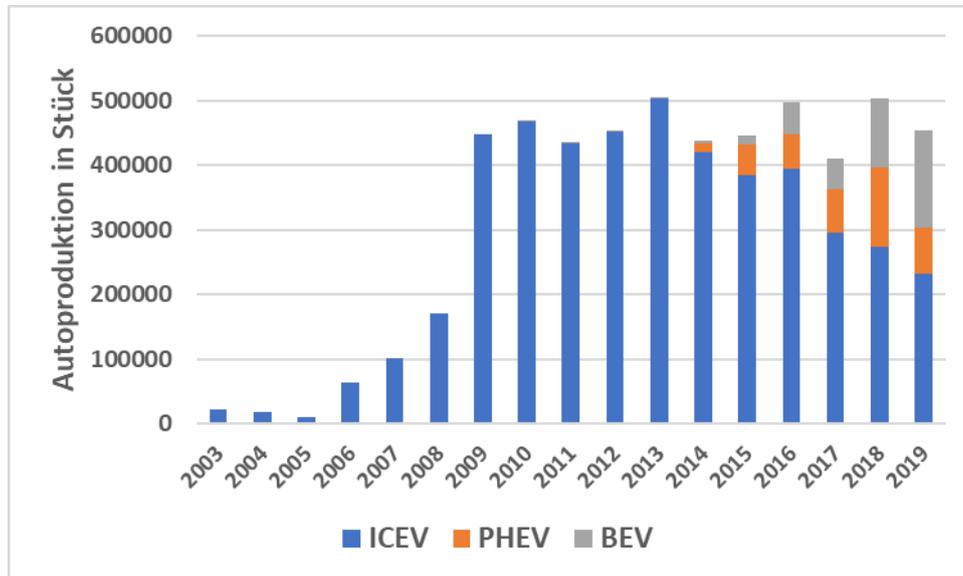
2015 stellte BYD die 7+4+1 Marktstrategie vor (BYD 2015). Sie bestand darin, nacheinander alle derzeit von fossilen Brennstoffen abhängigen Verkehrsmittel zu elektrifizieren. Die 7 bezieht sich dabei auf den Straßentransport (Taxis, private PKW, Stadt- und Überlandbusse, Müllwagen, Güterlogistik und Baulogistik). Die 4 bezieht sich auf Off-Road-Umgebungen (Häfen, Lagerhäuser, Bergbau und Flughäfen). Die 1 steht für Zugfahrzeuge wie Sattelzüge.

Nachdem BYD 2019 mit der beschriebenen Strategie größter Hersteller von BEV in China geworden ist (Kane 2020) deutet sich gegenwärtig eine leichte Strategieanpassung an: das Vorantreiben des Exports. Noch 2019 berichtete Kane (2019) von Exportzahlen von 543 Bussen, 50 Lastwagen und 100 Gabelstaplern. Bezogen auf fast 230.000 produzierte BEV und PHEV sind dies äußerst niedrige Zahlen, die Kane damit begründet, dass bis Mitte 2019 die erhebliche Nachfrage aus dem Inland kaum befriedigt werden konnte. Nachdem aber Mitte 2019 die beschriebenen wesentlichen Einschnitte in der Förderpolitik erfolgten (Müller/Schenk Müller 2018) ist davon auszugehen, dass nicht nur BYD zur Erschließung weiterer Wachstumsmöglichkeiten stärker auf Export setzen wird. Mehrere Autor*innen berichten denn gegenwärtig auch, dass BYD den Einstieg in den europäischen Markt vorbereitet (Page 2020; Leichsenring 2020).

4.6 Produkte und Produktionszahlen

In den ersten drei Jahren nach der Übernahme von Tsinchuan Automobile Company Limited durch BYD und Umbenennung in BYD Auto Company Limited produzierte das Unternehmen nur kleine Stückzahlen an Automobilen mit Verbrennungsmotor und 2006 einen ersten elektrischen Prototyp. Nach dem Jahr 2005, in dem nur 1.000 Wagen produziert wurden, stieg der Absatz dann rasant auf 448.000 Wagen mit Verbrennungsmotor in 2009. Nachdem in China politische Maßnahmen zur Förderung von New Energy Vehicles ab 2013 wirksam wurden (Beigang/Clausen 2017), verkaufte BYD zunehmend PHEV und BEV. In 2019 erreichte der Absatz von BEV und PHEV dann knapp die Hälfte der Produktion von BYD. Der Absatz an Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor sinkt seit 2013 kontinuierlich. Der Autoabsatz (alle Antriebe) machte in 2019 49 Prozent des Umsatzes von BYD aus (BYD 2020, S. 3).

Abbildung 7: Jährliche Produktion von BYD nach Plug-In-Hybride (PHEV), Elektroautos (BEV) und mit Verbrennungsmotor (ICEV)



Quelle: Zahlen bis 2009 Demandt (2020), Zahlen ab 2010 BYD (Xie 2020)

Mit dem neuesten Produkt von BYD, dem BYD Han, scheint BYD Tesla Konkurrenz machen zu wollen. Der Wagen wird genau wie das Tesla Model 3 mit Zweirad- und mit Allradantrieb angeboten und erreicht eine ebenbürtige Reichweite von 610 km nach dem Neuem Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) (Leichsenring 2020). Ähnlich wie mit dem Tesla Autopilot soll auch mit dem Assistenzsystem „DiPilot“ teilweise autonom gefahren werden (Leichsenring 2020).

Gemeinsam mit dem chinesischen Fahrdienstvermittler Didi hat BYD unlängst den D1 vorgestellt, optisch quasi ein chinesischer ID.3 (Handelsblatt 2020). Der Wagen soll primär an Fahrer von Didi vermittelt werden. Schon bald wird er in Produktion gehen und für 2021 sind 100.000 Exemplare vorgesehen (Handelsblatt 2020).

Schon der erste Prototyp des Elektroautos von BYD, der BYD e6, war nicht mit einer klassischen Lithium-Ionen Batterie ausgerüstet, sondern mit einer Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie. Auch Masiero et al. weisen 2016 darauf hin, dass die BYD-Elektroautos mit Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien ausgerüstet sind (Masiero et al. 2016, S. 7). Für das Jahr 2020 hat BYD eine Verachtfachung der Produktion eines neuen Typs seiner Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie (LFP) auf eine Kapazität von 11 GWh im Jahr angekündigt (Zheng/Lu 2020). Der von BYD als „Blade Batterie“ bezeichnete Batterietyp ist billiger in der Herstellung und hält

höheren Temperaturen stand als konventionelle Lithiumbatterien. Auch Tesla stattet seine in Shanghai gebauten Modell-3-Limousinen mit LFP Batterien aus (Zheng/Lu 2020). BYD wird seine Batterien in Zukunft auch an andere Fahrzeughersteller verkaufen und so dem größten chinesischen Hersteller CATL Konkurrenz machen (Zheng/Lu 2020). Auto Motor und Sport schreibt über den neuen Batterietyp, den das neue BYD-Unternehmen FinDreams vermarkten soll (Auto Motor und Sport 2020b):

„In Tests wurde die Batterie mit Nägeln beschossen. Angaben von BYD zufolge hätte eine herkömmliche Lithium-Batterie bei dieser Beanspruchung Temperaturen von über 500 Grad erreicht. Die ‚Blade Battery‘ hat sich dabei nur auf 30 bis 60 Grad erwärmt.“

Der offenbar sehr rasche Ausbau der Kapazitäten zur Herstellung der neuen sicheren und preisgünstigen Batterien, wie auch hochwertigerer Elektroautos, lässt erwarten, dass BYD in den nächsten Jahren einen zügigen Expansionskurs in Europa einschlagen könnte.

4.7 Absatz- und Beschaffungsmärkte

Über mehrere Jahre bis 2019 war BYD größter Hersteller von BEV in China (Kane 2020). Ein Export erfolgte aufgrund der starken Inlandsnachfrage kaum. Noch 2019 berichtete Kane (2019) von sehr niedrigen Exportzahlen von 543 Bussen, 50 Lastwagen und 100 Gabelstaplern, eine bezogen auf fast 230.000 produzierte BEV und PHEV äußerst niedrige Zahl. Mehrere Autoren berichten aber im Frühjahr 2020 davon, dass BYD den Einstieg in den europäischen Markt nunmehr vorbereitet (Page 2020; Leichsenring 2020).

Die Struktur der Beschaffungsmärkte von BYD unterscheidet sich deutlich von jenen europäischer Automobilhersteller. So zeichnet sich BYD durch eine sehr ausgeprägte vertikale Integration und insoweit insgesamt durch ein geringes Volumen an Zulieferungen aus. Mehr als 70 Prozent der Wertschöpfung findet innerhalb des Unternehmens statt, was in einer Branche, in der typischerweise mehr als zwei Drittel der Wertschöpfung bei den externen Lieferanten liegt, sehr ungewöhnlich ist (Wang/Kimble 2010, S. 77; Kasperk/Wilhelm/Wagner 2011). Die große Fertigungstiefe zusammen mit der Strategie, preiswerte humane Arbeitskräfte statt Maschinen einzusetzen, führt zu einem sehr hohen Beschäftigungsniveau. BYD erzielt einen Umsatz von 17,6 Milliarden Dollar mit 229.000 Beschäftigten (Forbes 2020a), Tesla beschäftigt

48.000 Menschen und erzielt einen Umsatz von 26 Milliarden Dollar (Forbes 2020d).

Über Lieferanten ist nicht sehr viel bekannt. Das chinesische Unternehmen Shenzhen Kedali Industry liefert Teile für den Batteriebau (Flannery 2017). 2018 veranstaltete BYD seine erste Zulieferertagung überhaupt in seinem Werk in Ungarn, zu der über 100 Zulieferer erschienen (Supply Chain Movement 2018). Ziel der Tagung war es, lokale Zulieferung zu den europäischen Werken zu entwickeln und F&E-Partnerschaften mit Zulieferern anzubahnen.

4.8 Arbeitsbedingungen und Gewerkschaften

Der hohe Anteil der Wertschöpfung innerhalb des eigenen Unternehmens, in Verbindung mit der „Menschen statt Maschinen“- Strategie bedingt offenbar deutliche Anstrengungen in Personalmanagement und -führung. Mehrere wissenschaftliche Studien beschreiben die Personalpolitik äußerst positiv. Um z. B. in der Lage zu sein, hochqualifizierte Mitarbeiter anzuziehen und zu halten, hat BYD ein ehrgeiziges Bildungs- und Weiterbildungssystem für alle Organisationsebenen entwickelt. Wang und Kimble berichten zudem von einem umfassenden Sozialfürsorgesystem innerhalb des Unternehmens, das bewusst auf dem sozialen, kulturellen und politischen Umfeld der chinesischen Wirtschaft aufbaut (Wang/Kimble 2010, S. 85). Der Gründer Wang Chuan-Fu soll einmal gesagt haben (Wang/Kimble 2010, S. 85):

„BYD not only builds products, it is also good at building people, converting university graduates into engineering teams. BYD recruits several thousands of graduates, because we know the manufacturing of cars starts with manufacturing of talent, then equipment, then cars.“

Die Löhne und Gehälter bei BYD werden als lokal überdurchschnittlich bezeichnet, jedoch berichten Wang und Kimble (2010, S. 86) auch, dass die Beschäftigten über die hohe Arbeitsbelastung klagen, und beispielsweise im Jahr 2010 einen 12-Stunden-Tag und nur zwei freie Tage pro Monat hatten. Um die Beschäftigten zu halten, hat BYD ein eigenes Bildungssystem aufgebaut (Kindergärten, Schulen und Berufsschulen) und stellt den Mitarbeitenden günstige Schlafsäle oder Wohnungen zur Verfügung. Weiter gibt es Kantinen, Lebensmittelläden sowie Sport- und Erholungskomplexe für die Beschäftigten (Wang/Kimble 2010).

Neben diesen positiven Stimmen existiert auch ein Bericht von der Organisation China Labor Watch, einer im Jahr 2000 in New York ge-

gründeten Organisation zur Verteidigung von Arbeitnehmendenrechten in China, aus dem Jahr 2011. China Labor Watch beschreibt in diesem Bericht eine Reihe von Problemen auf Grundlage einer Datenerhebung zwischen August 2009 und März 2010 (China Labor Watch 2011). Die insgesamt schlechten Arbeitsbedingungen werden von China Labor Watch direkt mit der Kostenstrategie von BYD in Verbindung gebracht (China Labor Watch 2011). Um einen Überblick zu geben, wird der Management Summary hier vollständig wiedergegeben:⁴

„Rekrutierung: Der Baolong-Campus bemüht sich in erster Linie um die Rekrutierung weiblicher Arbeitskräfte; männliche Arbeitskräfte können oft nur durch Bestechung Arbeit finden. Auf den Campus Pingshan und Dayawan werden sowohl schwangere Bewerberinnen als auch Bewerber mit Narben oder Tätowierungen diskriminiert. Auf dem Baolong-Campus besagen die Regeln, dass Arbeiter, die nach weniger als 3 Monaten Arbeit bei BYD gekündigt werden oder freiwillig kündigen, in Zukunft nie wieder bei BYD eingestellt werden dürfen. Auf dem Dayawan-Campus ist es Arbeitnehmenden, die nach weniger als einem Monat gekündigt werden oder freiwillig kündigen, untersagt, wieder eingestellt zu werden. Der Dayawan-Campus verlangt von den Arbeitnehmenden, dass sie für eine körperliche Untersuchung während des Einstellungsverfahrens bezahlen. Obwohl das Kündigungsverfahren von BYD den gesetzlichen Bestimmungen entspricht, empfanden es die Beschäftigten auf dem Pingshan- und dem Dayawan-Campus während unserer Studie als äußerst schwierig. Grundsätzlich konnten sie nur im Rahmen eines Verfahrens kündigen, das bis zu einem Monat länger dauert, als es die Vorschriften empfehlen und erfordern.

Löhne und Sozialleistungen: Der Basislohn in jeder der drei in dieser Studie untersuchten Fabriken betrug 1.320 RMB [ca.158 Euro – Anmerkung der Autoren]. Sie zahlen damit den örtlichen Mindestlohn, welcher jedoch nicht einem existenzsichernden Lohn entspricht. Infolgedessen sind Überstunden in jeder der drei Fabriken ein notwendiger Bestandteil fast jedes Arbeitstages. Die Manager auf dem Campus Huizhou genehmigen im Allgemeinen keine Urlaubsanträge. Alle befragten Arbeiterinnen und Arbeiter berichteten, dass sie zwar jeden Monat eine Lohnabrechnung erhalten, sich aber nicht darüber im Klaren sind, wie die Löhne tatsächlich berechnet werden. Infolgedessen können nur wenige Arbeiterinnen und Arbeiter überprüfen, ob die ihnen gezahlten Löhne korrekt berechnet werden, sondern müssen den ausgewiesenen Betrag schlicht akzeptieren. Die Basislöhne auf dem Campus Pingshan sind in 26 Stufen unterteilt. Arbeitnehmende müssen mindestens sechs Monate in der Fabrik beschäftigt sein, bevor sie in die nächste Stufe befördert werden können. Einige Arbeiterinnen und Arbeiter werden jedoch selbst nach vielen Jahren in der Fabrik nie befördert. Andere Arbeitnehmende berichten, dass es grundsätzlich sehr schwierig ist, eine Beförderung zu erhalten, wenn nicht ‚Guanxi‘ eingesetzt werden kann, d. h. sie brauchen Verbindungen zu jemandem, der in der Fabrik weiter oben steht.

Arbeitszeiten: Beschäftigte bekommen in der Hochsaison oft weniger als drei Tage frei, manchmal sogar gar keine, je nach Produktionsgeschwindigkeit des jeweiligen Arbeitenden. Auf dem Baolong-Campus arbeiten die Arbeiterinnen und Arbeiter durchschnittlich 144 Überstunden pro Monat. Die monatliche Arbeitszeit erreicht somit 320 Gesamtstunden. In der Hochsaison arbeiten die Arbeiterinnen und Arbeiter z. T. 14 Tage hintereinander. An den Standorten

4 Übersetzt von den Autor*innen.

Pingshan und Huizhou müssen die Arbeiterinnen und Arbeiter vor Beginn ihrer täglichen Arbeit an einer 15–20-minütigen Sitzung vor der Schicht teilnehmen. Die bei dieser Sitzung verbrachte Zeit wird auf dem Gehaltsscheck eines Arbeiters nicht berücksichtigt. Die Arbeitnehmenden auf dem Pingshan-Campus werden zudem nicht für ihre Überstunden an gesetzlichen Feiertagen bezahlt. Zudem müssen die Beschäftigten in der Fabrik am Baolong-Campus eine ‚Karte‘ mit sich führen, wenn sie zur Toilette oder Wasser trinken gehen. Diese Trink- oder Toilettenpausen dürfen nicht länger als 10 Minuten dauern. Die Arbeiterinnen und Arbeiter auf dem Dayawan-Campus müssen während der Toiletten- oder Trinkpausen von jemandem vertreten werden. Auch hier und trotz Vertretung dürfen die Pausen nicht länger als 15 Minuten dauern.

Arbeitsintensität: Die Beschäftigten an der Stanzerei auf dem Pingshan-Campus müssen eine Produktionsquote von 3.000 Stück pro Tag erreichen. 30 Arbeitende arbeiten jeden Tag in drei Schichten und jeweils mindestens 8 Stunden pro Tag. Um die erforderliche Quote zu erfüllen, muss ein Stanzstück in 30 Sekunden oder weniger fertig gestellt werden. Zudem müssen die Arbeitenden auf dem Huizhou-Campus manchmal von 12:30 Uhr bis 18:00 Uhr ohne Pause durcharbeiten.

Gesundheit und Sicherheit: In den BYD-Fabriken gab es bisher nur wenige schwere Verletzungen oder Unfälle. Beschäftigte, die mit toxischem Material in Kontakt kamen, wurde die weitere medizinische Versorgung nach ihrer Kündigung jedoch versagt. Medizinische Untersuchungen werden ansonsten nur vor der erstmaligen Arbeitsaufnahme durchgeführt. Auf dem Campus von Huizhou gab es im Jahr 2010 90 arbeitsbedingte Unfälle.

Urlaub und krankheitsbedingte Abwesenheit: Das Genehmigungsverfahren für Urlaub und krankheitsbedingte Abwesenheit ist bei BYD sehr streng. Zum einen ist es für die Beschäftigten sehr schwierig, Anträge genehmigt zu bekommen. Zum anderen fehlt ein System der Lohnfortzahlung bei Abwesenheit.

Verpflegungs- und Unterbringungsbedingungen: Die Beschäftigten an den Standorten Baolong und Pingshan erhalten kostenlose Verpflegung und Unterkunft. Der Wert dieser Verpflegung beträgt im Monat etwa 150 RMB. Auf dem Huizhou-Campus gibt es diese kostenlose Verpflegung allerdings nicht. Grundsätzlich werden die Arbeiterinnen und Arbeiter mit Lebensmitteln versorgt, deren Qualität ist jedoch eher gering. Die Wohnheime sind akzeptabel.

Belohnungen und Strafen: Arbeitende an den Standorten Baolong und Huizhou können auf Basis eines undurchsichtigen Systems zu Geldstrafen verurteilt werden. Belohnungen daneben werden nur selten vergeben.

Beschwerdemechanismen: Zwei Arbeiterinnen auf dem Baolong-Campus begingen 2009 Selbstmord, nachdem sich die Gewerkschaft ihrer Fälle nicht angenommen hatte. Auf dem Huizhou-Campus sind sich die Beschäftigten zudem ausgesprochen unsicher über die Funktion und die Verantwortlichkeiten der Gewerkschaft.“

Die insgesamt schlechten Arbeitsbedingungen werden von China Labor Watch direkt mit der Kostenstrategie von BYD in Verbindung gebracht. Da das Unternehmen versucht, Mechanisierung durch gering bezahlte menschliche Arbeit zu substituieren, ist es quasi gezwungen, die oben beschriebenen Probleme immer neu hervorzubringen. Wenn BYD nicht damit beginnt, dieses System der Herstellung von mehr Waren für weni-

ger Lohn zu reformieren, wird es keine Möglichkeit geben, die anhaltenden Arbeitsprobleme von BYD zu lösen (China Labor Watch 2011).

Sowohl der aus wissenschaftlicher Distanz geschriebene Bericht von Wang und Kimble (2010) wie auch die Untersuchung von China Labor Watch sind bereits 10 Jahre alt; ein Zeitraum, für den bei einem jungen dynamischen Unternehmen wie BYD deutliche Verschiebungen in beide Richtungen möglich sind.

Ob und wie lange BYD die Strategie „viele Menschen, wenig Maschinen“ noch aufrechterhält ist unklar. Schon 2017 kündigten BYD und Huawei an, eine standardisierte intelligente Fabrik zu schaffen. Hierfür wurden zeitgemäße Ziele definiert:

- Optimierung der Produktionsprozesse zur nahtlosen Integration von Werkstätten und Lagern
- Automatisierte Verwaltung der Produktionslinien, um die gesamte Produktionseffizienz der Produktionslinien zu verbessern
- Rückverfolgbare Produktionsdaten im gesamten Prozess, wodurch die Transparenz des Produktionsprozesses realisiert wird (Huawei 2017)

Zusammen mit Siemens kündigt BYD 2020 eine weitere umfassende Digitalisierungsoffensive in Entwicklung und Produktion an. So plant BYD die Einführung des Siemens-Xcelerator-Portfolios einschließlich NX™ Software für computergestütztes Design, Siemens-Teamcenter® Software als PLM-Plattform (Product Lifecycle Management) und Simcenter™ Software für Simulation und Tests (Siemens 2020). Um eine nahtlose Kommunikation zwischen dem digitalen Produkt und der digitalen Produktion mit Industrie 4.0 zu schaffen ist auch geplant, mit dem „digitalen Zwilling“ zu arbeiten (Siemens 2020).

4.9 Alleinstellungsmerkmale

Ein klares Alleinstellungsmerkmal von BYD ist die hohe Zahl von Beschäftigten und der geringe Maschineneinsatz. BYD erzielt einen Umsatz von 77.000 Dollar pro Beschäftigtem, Tesla mit deutlich geringerer Fertigungstiefe und höchstem Automatisierungsgrad erzielt 520.000 Dollar pro Person (Tesla Inc. 2020), Volkswagen ca. 447.000 Dollar (Volkswagen AG 2020). Letztlich wird abzuwarten sein, ob die BYD-Strategie der vielen und billigen Arbeitskräfte im europäischen Markt zu besonders wettbewerbsfähigen Angeboten führt oder nur ein anderer Weg sein wird.

Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal ist die Lithium-Eisen-Phosphat Batterie mit ihren günstigen Kosten, der hohen Sicherheit und dem unter Umwelt- wie auch Sozialkriterien wichtigen Verzicht auf Nickel und Kobalt. Wie sich diese Batterie im Wettbewerb schlagen wird, wird ebenfalls abzuwarten sein, genauso wie eine vergleichende Bewertung dieses neuen Batterietyps in Umwelt- und Sozialbilanzen.

4.10 Wirkung auf Absatzmärkte und Wettbewerber

Die Wirkung von BYD auf Absatzmärkte und Wettbewerber ist mit Blick darauf, dass ein Wettbewerb in den USA oder Europa bisher kaum stattfindet, schwer abzuschätzen. Zwei Aspekte könnten von Bedeutung sein:

Sollte sich die Lithium-Eisen-Phosphat Batterie aufgrund ihrer günstigen Kosten gegenüber den klassischen Lithium-Ionen Batterien durchsetzen, kann dies die ganze Branche der Batteriehersteller verändern und die relative Position von BYD deutlich stärken. Wahrscheinlicher scheint aber, dass beide Batterietypen für eine gewisse Zeit nebeneinander existieren werden. Zudem ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren weitere serienreife Batterien mit verschiedenen Eigenschaften (Sicherheit, Rohstoffe, Schnellladefähigkeit, Kapazität pro Gewicht) in den Markt eingeführt werden. Vorhersagen der weiteren Entwicklung sind damit schwierig. Klar scheint aber zu sein, dass es der Markt in Zukunft mit verschiedenen Batterietypen zu tun haben wird.

Eine klare Wirkung auf den Absatzmarkt wird der Markteintritt von BYD in Europa haben. Dabei wird das Daimler-BYD Joint Venture Denza allerdings eher keine Rolle spielen, in das zwar auch in 2019 wieder gemeinsam investiert wurde (IT Times 2019), das aber eher darauf abzielt, die Mercedes Luxusklasse in China unter einem lokalen Namen zu etablieren. Beispiel hierfür ist der neue Denza X, ein sehr großes SUV nach Daimler-Vorbild. Interessant ist in diesem Kontext auch die jüngst vereinbarte Kooperation von BYD und Toyota, die aber ebenfalls auf die Produktion von Autos für den chinesischen Markt abzielt (Hebermehl 2020). BYD strebt den Markteintritt in Europa also, soweit dies beobachtet werden kann, zunächst mit eigenen Produkten wie dem BYD Han an und nicht mit Produkten der Kooperationsunternehmen. Dieser Markteintritt wird sich aller Voraussicht nach auch deswegen deutlich auf den europäischen Absatzmarkt auswirken, weil er nicht allein stattfindet. Das chinesische Unternehmen Geely hat bereits 2013 Volvo übernommen (Reuters 2020a) und startet bereits im Herbst

2020 mit dem Oberklassefahrzeug Polestar die Vermarktung in Europa. Geely produziert schon heute jährlich 2 Millionen Fahrzeuge und entwickelt gegenwärtig zusammen mit Volvo standardisierte Fahrzeugplattformen für kleine und mittlere Fahrzeuge, mit denen eine große Zahl von Modellen schnell entwickelt und aufgrund von Skaleneffekten preiswert hergestellt werden kann (Reuters 2020a). Zusammen mit Daimler wird Geely auch den Smart zukünftig in China produzieren (Zipser 2019). Auch die Marke MG befindet sich bereits seit 2007 in chinesischer Hand und ist heute Teil von SAIC. SAIC und MG bereiten gegenwärtig mit Fokus auf England und Österreich den Markteinstieg in Europa vor. Unter anderem soll ein elektrischer Kombi der Mittelklasse aus dem Programm von SAIC in Europa angeboten werden (Conrad 2020). Zudem beginnt SAIC Volkswagen im Herbst 2020 mit der Produktion von Elektrofahrzeugen auf Basis des Modularen Elektrobaukastens MEB von Volkswagen im neu errichteten Werk Anting sowie in einem zweiten Werk in Foshan (Volkswagen AG 2019):

„Gleichzeitig mit dem Werk in Anting ist geplant, die Produktion von ID. Modellen in einem weiteren Werk von FAW-Volkswagen in Foshan aufzunehmen, was zu einer Gesamtkapazität von 600.000 Einheiten pro Jahr führt.“

Volkswagen folgt aber auch in China der Strategie einer hochautomatisierten Industrie 4.0 Produktion. „Unter anderem sollen mehr als 1.400 4.0-Industrieroboter zum Einsatz kommen, ebenso Technologien mit AI-, AR- und VR-Schwerpunkt“ (Volkswagen AG 2019). Auch *Tesla* produziert bereits in seiner Gigafactory in Shanghai, ebenfalls hochautomatisiert. Insbesondere mit Blick auf die in den letzten Jahren nicht mehr so stark steigenden Absatzzahlen im chinesischen Automarkt kann letztlich vermutet werden, dass China mehr und mehr in das weltweite Exportgeschäft einsteigt und in China produzierte Automobile unter verschiedenen Namen auch in Europa vertrieben und gefahren werden. Dabei setzt BYD mit seiner Strategie der wenig automatisierten Fertigung auf andere Vorteile als die meisten seiner Wettbewerber. Es wird abzuwarten sein, welche Strategie sich als erfolgreicher erweist.

5. Sono Motors

„Wir glauben an eine von Erdöl unabhängige Mobilität. Wir glauben an eine Zukunft, in der jedes Auto elektrisch fährt und geteilt wird.“ (Sono Motors 2020b)

Neben den beiden Unternehmen aus dem Silicon Valley (Tesla und Waymo) und dem chinesischen Unternehmen BYD soll im Rahmen der vorliegenden Studie bewusst auch ein deutsches Start-up beleuchtet werden. Im Sommer 2020 kommen dabei, da das Unternehmen Streetscooter gerade von der Deutschen Post abgewickelt wird, nur noch zwei junge Unternehmen in Frage: Das von Günther Schuh, der auch Streetscooter ins Leben rief, gegründete Start-up eGo-Mobile AG sowie die Sono Motors GmbH. Die Unternehmen grenzen sich durch deutliche Unterschiede voneinander ab. Während die eGo-Mobile AG ein aus der RWTH-Aachen heraus gegründetes Industrie 4.0 Start-up ist, fußt Sono Motors auf den Idealen einer (letztlich auch antikapitalistischen) nachhaltigen Wirtschaft. Aufgrund der radikalen Transparenz, der fast an eine Genossenschaft grenzenden Struktur und der weitgehenden Finanzierung durch die späteren Kund*innen, hebt sich Sono Motors – auch international – besonders hervor. Im Folgenden wird das junge Unternehmen daher im Rahmen dieser Fallstudie analysiert.

5.1 Hintergrund und Rahmenbedingungen der Gründung

Die Zeit der Entstehung von Sono Motors fällt in die frühen 2010er Jahre und damit in die Zeit der schwarz-gelben Koalition, in der Philipp Rösler (FDP) Wirtschaftsminister und Peter Altmeyer (CDU) Umweltminister war. Zwar war durch zahlreiche Berichte des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) das Wissen um die Klimakrise bei jungen Menschen vorhanden, das Vertrauen auf eine der Klimakrise angemessene Politik hingegen war niedrig.

Mit Blick auf das Gründungsumfeld wird zwar von überdurchschnittlicher physischer Infrastruktur und öffentlicher Förderung in Deutschland berichtet (Sternberg/Vorderwühlbecke/Brixy 2015), die gesellschaftlichen Werte und Normen bezüglich Unternehmertum und Gründung zu dieser Zeit jedoch als eher negativ beurteilt. Zudem war die schulische und – im geringeren Maß – außerschulische Gründungsausbildung noch sehr schwach ausgeprägt und von eingeschränkter Qualität (Sternberg/Vorderwühlbecke/Brixy 2015). Letztlich zeigten die Finanzierungsangebote für Gründungen deutliche Schwächen in Bezug auf Umweltin-

novationen und die Investition in risikoreiche Grundlageninnovationen. Auch waren die Finanzierungsvolumina vergleichsweise niedrig (Bordestep Institut 2014).

Die Idee, in dieser Zeit ein Automobilunternehmen zu gründen, kann mit einiger Plausibilität als wenig aussichtsreich beurteilt werden. 2016 formulierte Elon Musk, immerhin schon 13 Jahre nach der Gründung von Tesla und nach über 100.000 verkauften Autos: „Starting a car company is idiotic and an electric car company is idiocy squared“ (Musk 2016). Welche Menschen haben sich in dieser Zeit also dazu hinreißen lassen, dass Unmögliche dennoch zu versuchen?

5.2 Das Gründungsteam und sein Umfeld

Laurin Hahn und Jona Christians waren in der Abiturklasse der Rudolf-Steiner Schule München Schwabing (Elaine 2018) als sie ihr Projekt „Elektroauto“ 2012 begannen. Der Waldorfschüler Laurin Hahn berichtet: „Überhaupt gab es kaum Elektroautos auf dem deutschen Markt. Jona und ich wollten wissen, warum das so lange dauert, und haben es einfach selbst probiert“ (Visser 2017). Zunächst tüftelten die beiden drei Jahre lang in der elterlichen Garage (Das Goetheanum 2020; Elaine 2018). „Wir haben dann angefangen zu studieren, nebenbei. Wir hatten aber bereits andere Gründungen, um das Projekt zu finanzieren“ (Visser 2017). Laurin und Jona hielten ihr Projekt lange geheim. In drei Jahren gelang es ihnen, erste Prototypen zu entwickeln. Dann stieß die studierte Kommunikationsdesignerin Navina Pernsteiner zu ihnen, die mit Laurin in einer WG wohnte (Future Woman 2018). Sie war von der Idee, ein Elektroauto zu bauen begeistert und am 16.01.2016 gründete dieses Dreierteam Sono Motors.

Das Team setzte im Anschluss direkt eine Idee von Navina um: eine Crowdfundingkampagne für die Finanzierung. Der Gedanke dahinter: „Dann wissen wir auch sofort, ob die Menschen ein Solarauto überhaupt haben wollen“ (Future Woman 2018).

Die Zusammenstellung des Gründungsteams und seiner Kompetenzen war damit vergleichsweise ungewöhnlich. Während in den Gründungsteams deutscher Start-ups mehr als acht von zehn Gründer*innen einen Hochschulabschluss haben (19 % Bachelor, 20 % Diplom, 31 % Master und 14 % Promotion) (Kollmann et al. 2020), traf dies bei Sono Motors auf nur eine Gründerin zu. Während 85 Prozent der Gründenden mit akademischen Abschluss entweder ein MINT- oder ein wirtschaftswissenschaftliches Fach studiert haben (Kollmann et al. 2020), vertrat die Sono-Gründerin Navina jene 2 Prozent der deutschen Start-up-

Gründer*innen mit einem künstlerischen Studienabschluss. Daneben hatte keines der Teammitglieder nennenswerte Arbeitserfahrung oder Netzwerke im Sektor Mobilität. Eine Tatsache, die es nicht davon abhielt, Erfolge zu verzeichnen, die in Deutschland in dieser Form äußerst selten sind.

In den vergangenen drei Jahren hat sich das Kernteam zudem im Hinblick auf anfängliche Lücken bei Kompetenzen, Erfahrung und Netzwerken entscheidend verstärkt. Im Jahr 2018 stieß Katja Tschakert zum Team. Sie leitet seitdem mit ihrer Erfahrung in der internationalen PV-Branche und im Klimaschutz das Business Development. Ebenfalls seit dem Jahr 2018 leitet Mathieu Baudrit als erfahrener PV-Spezialist die Solar-Integration. Seit 2019 führt zudem der MIT-Absolvent und ehemalige Mitarbeiter von Drive Now Henrik Mitsch die Mobility IT-Services.

5.3 Investoren und Beteiligungen

Über die Finanzierung des Vorhabens vor 2015 ist wenig bekannt. Die eigentliche Geschichte der Finanzierung von Sono Motors beginnt mit der 2016 von Navina vorgeschlagenen Crowdfunding-Kampagne auf der Plattform Indiegogo. Die Kampagne endete am 5. September 2016 und erbrachte ein Kapital von 549.995 Euro, das von 1.686 Personen gezeichnet wurde. Auf der Website von Sono Motors wird für diese erste Finanzierungsrunde ein insgesamt gezeichnetes Kapital von ca. 1 Millionen Euro angegeben, zu dem neben dem Crowdfunding noch Freunde und Familie beigetragen haben (Sono Motors 2020a). Weitere eineinhalb Millionen Euro investierte ein Business Angel (Sono Motors 2020a).

Schon 2017 kam es zu einer weiteren Crowdfunding-Kampagne auf der Plattform Seedrs. Das Ziel war eine Million Euro. Die Kampagne erbrachte 1.846.676 Euro, die von 1.022 Personen gezeichnet wurden (Seedrs 2017). Das Unternehmen wurde zu diesem Zeitpunkt schon mit 59 Millionen Euro bewertet (Seedrs 2017; Sono Motors 2020a). Eine zweite Kampagne auf Seedrs erbrachte im Jahr 2018 dann 5.771.903 Euro, die von 762 Personen gezeichnet wurden (Seedrs 2018). Ende 2018 wurde der Unternehmenswert bereits mit 110 Millionen Euro angegeben (Seedrs 2018; Sono Motors 2020a).

Für die weitere Finanzierung wurde, aufgrund der benötigten hohen Summen im zwei- und dreistelligen Millionenbereich, nach klassischen Investierenden gesucht, die zur Unternehmenszielsetzung und -kultur passen. Diese Suche gestaltete sich aber als schwierig. Zwei der Gründenden beschreiben das Dilemma wie folgt (Sono Motors 2019):

„Wir haben in den letzten Monaten immer wieder feststellen müssen, dass unsere Ziele in völligem Widerspruch zu denen klassischer Finanzinvestoren stehen“,

sagt Laurin Hahn, CEO und Mitgründer von Sono Motors.

„Aggressives Wachstum und schnelle Profite lassen sich kaum mit einem nachhaltigen Unternehmens- und Fahrzeugkonzept vereinbaren, das den Zugang zu bezahlbarer und klimafreundlicher Elektromobilität in der Breite ermöglichen soll. Zusätzlich funktioniert die Bereitstellung von Wagniskapital für Start-Ups mit kapitalintensiven Geschäftsmodellen in Deutschland weder in der Früh- noch in der Wachstumsphase. Hätten wir uns nur auf Fördermaßnahmen oder das deutsche Marktumfeld verlassen, gäbe es Sono Motors in der heutigen Form wahrscheinlich nicht. Hier besteht dringender Handlungsbedarf auf Seiten der Politik. Es muss möglich sein, ein solches Zukunftsprojekt in Deutschland umzusetzen und in den wirtschaftlichen Erfolg zu führen. Wir werden in jedem Fall weiterkämpfen. Für eine klimafreundliche Mobilität und für unsere Reservierer“,

ergänzt Hahn.

So begann im Dezember 2019 eine der größten Kampagnen in der Geschichte des europäischen Crowdfundings. Die Kampagne wurde direkt auf der eigenen Website von Sono Motors gehostet und erbrachte nach Verlängerung Investments und Anzahlungen von ca. 53 Millionen Euro von über 10.000 Personen. Rund 75 Prozent des Geldes stammen aus Reservierungen, 19 Prozent von bestehenden und neuen Investierenden und rund 6 Prozent haben die Form von Darlehen und Spenden (Sono Motors 2020c).

Bis zum Produktionsstart benötigt Sono nach eigenen Angaben weitere 205 Millionen Euro. Davon sollen rund 70 Millionen Euro in Form von Fremdkapital, also über Bankkredite, Fördermittel oder private Kredite aufgenommen werden. Nach der Produktion der ersten Serien-Prototypen sollen zudem weitere Käufer*innen gewonnen und dadurch Anzahlungen für Reservierungen eingenommen werden (Sono Motors 2020a). Auch von Verhandlungen mit potentiellen Investierenden, die die Werte und Ziele von Sono Motors mittragen und zu den Bedingungen von Sono einsteigen wollen, berichtet Sono Motors auf seiner Webseite.

5.4 Strategie und Ziele

Die Vision des Unternehmens wird auf der Webseite folgendermaßen formuliert (Sono Motors 2020d):

„Wir glauben an eine von Erdöl unabhängige Mobilität. Wir glauben an eine Zukunft, in der jedes Auto elektrisch fährt und geteilt wird. Aus dieser Vision ent-

stand 2016 das Unternehmen Sono Motors. Heute entwickelt und baut ein erfahrenes Kompetenzteam aus Ingenieuren, Designern, Technikern und Industrieexperten ein zukunftsweisendes und alltagstaugliches Elektroauto mit integrierten Solarzellen und innovativen Mobilitätsdienstleistungen.“

„Wir dürfen die Ressourcen unseres Planeten nicht weiter verschwenden. CO₂-Emissionen müssen reduziert werden. Aus diesem Grund machen wir nachhaltige Mobilität einfach und bezahlbar für jeden. Für dich. Für zukünftige Generationen.“

Zur Frage, wie sich Sono Motors den Verkehr in den Städten der Zukunft vorstellt, äußert sich Laurin in einem Interview wie folgt (Visser 2017):

„Ganz klar über Sharing. Der Individualverkehr wird immer mehr zurückgedrängt werden einfach aus dem Grund, weil es immer weniger Platz gibt. Das ist eine ganz einfache Rechnung. Das Auto hat nur eine Zukunft, wenn es effizienter genutzt wird. Deswegen integrieren wir von Anfang an drei verschiedene Mobilitätsservices im Sion, die zusammengefasst sind in unserer Gosono-App: Carsharing, Ridesharing und Powersharing.“

Mit „Powersharing“ bezeichnet Sono die Idee, neben der Ladesteckdose in der Fronthaube des Sono einen Typ 2 Stecker sowie eine Schuko-Steckdose einzubauen. Die Batterie des Sono kann damit als Energiequelle für unterwegs genutzt werden. Über ein Ladekabel kann zudem auch Starthilfe für andere liegen gebliebene Elektroautos gegeben werden.

Das wichtigste Ziel für das laufende Jahr 2020 ist es, die beiden neuen seriennahen Prototypen fertig zu bauen, zu präsentieren und durch zahlreiche Probefahrten weitere Bestellungen (und damit Kapital) zu generieren (Sono Motors 2020e). Die Prototypen entstehen bei der Roding Automobile GmbH im bayerischen Roding (Sono Motors 2020e). Die Serienproduktion des Sion soll in Schweden in einer ehemaligen Saab Fabrik am Standort Trollhättan erfolgen (Donath 2019).

Sono Motors strebt auf absehbare Zeit nicht an, eigene Autowerke aufzubauen (Sono Motors 2020e). Sono sieht sich damit strategisch an der digitalen Schnittstelle zwischen Automobilen und Kund*innen, sowie bei Entwurf, Konstruktion und Vermarktung; nicht aber in der eigenen Produktion.

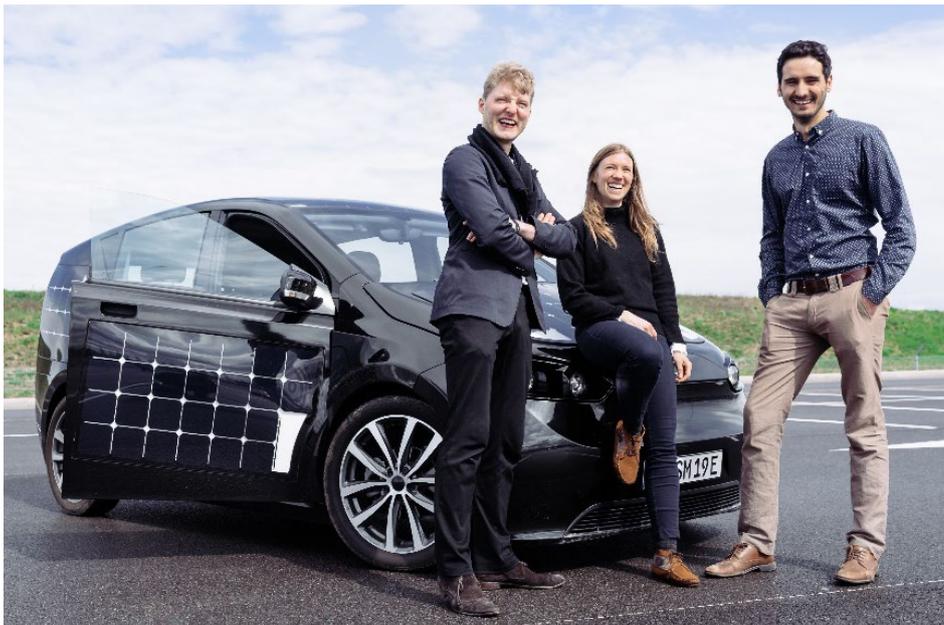
5.5 Produkte und Produktionszahlen

Die Sono Motors GmbH beabsichtigt, im Herbst 2021 die Serienfertigung ihres ersten Modells, des Sion aufzunehmen.

Der Sion wird ein geräumiges Elektroauto mit einer Reichweite von bis zu 250 Kilometern, auf dessen Karosserie 6 m² Solarzellen befestigt sind, und das sich so zumindest teilweise bei Sonneneinstrahlung selbst lädt.

Der Sion wird mit einer 35 kWh Lithium-Ionen-Batterie ausgestattet, die nach WLTP-Zyklus⁵ eine Reichweite von 255 km ermöglicht. Hinzu kommt je nach Wetterlage eine zusätzliche „solare Reichweite“ von bis zu 34 km täglich. Wird der Sion also täglich nur zu kurzen Fahrten, z. B. für die durchschnittliche Pendelstrecke von bis zu 15 km genutzt, dann kann das Fahrzeug theoretisch von April bis September genutzt werden, ohne eine Ladesäule oder Steckdose zu benötigen. Für die Langstrecke ermöglicht die Ladeleistung von 50 kW das Aufladen des Akkus auf 80 Prozent in ca. 30 Minuten.

Abbildung 8: Jona Christians, Navina Pernsteiner und Laurin Hahn, das Kerngründungsteam von Sono Motors, vor dem Modell Sion



Quelle: Sono Motors

Originell und innovativ ist das Wartungskonzept von Sono Motors. Es baut zunächst darauf, dass Halter*innen des Sions mechanische Probleme selber lösen können. Hierfür wird bei der Entwicklung bewusst ein Fokus auf eine einfache Konstruktion gelegt (Sono Motors 2020f). Zu-

⁵ Worldwide Light-Duty Vehicles Test Procedure: Eine Messung, die auf realen Fahrdaten basiert.

dem ermöglicht die Offenlegung des Werkstatthandbuchs eine Reparatur in unabhängigen Werkstätten. Für Reparaturen im Hochvolt- und Karosseriebereich soll mit einem namhaften, bisher aber noch nicht benannten Serviceanbieter aus Europa kooperiert werden (Sono Motors 2020f).

Zudem nutzt Sono Motors die Möglichkeiten des 3D-Drucks und Open Design für mehr Nachhaltigkeit in den Lieferketten: Ausgewählte CAD Daten werden kostenfrei online zur Verfügung gestellt. Diese können von den Fahrzeughalter*innen und Werkstätten mit einem 3D Drucker oder von einem Anbieter von CNC Milling ausgedruckt und verwendet werden. Dieser Ansatz unterstützt eine bessere soziale Gerechtigkeit, da sie eine Wertschöpfung auch bei kleinen Akteuren und ohne geografische Einschränkung ermöglicht. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass die Möglichkeit, sich im Rahmen von Open Design am Produkt aktiv zu beteiligen, sowie die – durch den 3D-Druck – direkte Verfügbarkeit der Fahrzeugteile, in bestimmten Marktsegmenten zu einem Wettbewerbsvorteil führen könnten (Beltagui/Kunz/Gold 2020). Jene Teile, die nicht auf diese Weise zur Verfügung gestellt werden (können), können von Zuliefernden und Werkstätten nachbestellt und weiterverkauft werden, ohne eine gesonderte Lizenz zu erwerben.

Der vorgesehene Fertigungsstandort in Trollhättan wird heute von dem mehrheitlich chinesischen Unternehmen National Electric Vehicle Sweden (NEVS) betrieben (Donath 2019). Dort wird der Sion ausschließlich unter Einsatz erneuerbarer Energien produziert werden. Der dort ursprünglich geplante Produktionsstart Ende 2019 ist jetzt für Ende 2021 vorgesehen. Sono Motors hat bei NEVS den Aufbau einer Kapazität von 43.000 Wagen jährlich geplant und peilt den Bau von 260.000 Fahrzeugen in acht Jahren an. Damit plant Sono Motors mittelfristig ein kleiner, aber sehr innovativer und nachhaltigkeitsorientierter Autohersteller zu werden.

5.6 Absatz- und Beschaffungsmärkte

Da die Produktion des Sion noch nicht aufgenommen wurde, kann noch nicht von einem Absatzmarkt im klassischen Sinne gesprochen werden. Auf der von Unterstützer*innen betriebenen Webseite „Siondriver“ findet sich aber eine Karte der geografischen Verteilung der Sion-Vorbestellungen mit dem Stand 31.01.2019. Die Karte weckt die durchaus plausible Erwartung, dass sich Sion in Deutschland ähnlich wie Tesla in den USA und BYD in China zunächst als nationaler Autohersteller entwickeln könnte.

Abbildung 9: Karte der vorbestellten Sions (Stand 31.01.2019)



Quelle: Siondriver (2019)

Für die Betrachtung des Beschaffungsmarktes ist zunächst noch einmal festzuhalten, dass Sono Motors nicht die Absicht hat, ein Autohersteller mit hoher Fertigungstiefe zu werden. Fast die gesamte Produktion soll vielmehr an Zuliefernde und Auftragsfertigende vergeben werden. Dies wirkt sich auch auf die Konstruktion und Auswahl der Fahrzeugkomponenten aus, über die Laurin berichtet (Visser 2017):

„Wir nutzen so viele Carry-over-Parts wie möglich, also Komponenten, die von Zulieferern bereits entwickelt wurden und dort frei nutzbar im Regal liegen. Diese Teile müssen wir nicht neu entwickeln und sie sind schon abgenommen. Die deutschen Hersteller definieren sich über das Design. Das machen wir nicht. Wir entwickeln nur das neu, was unsere Alleinstellungsmerkmale sind, also die Solarpanele und unser Instandhaltungssystem natürlich, aber so etwas wie Lenkrad oder Schalthebel nicht.“

Die Beschaffungsstrategie von Sono Motors fokussiert sich genauso wie diejenige der etablierten Hersteller des Regimes auf die Nutzung bereits fertig entwickelter Teile, Komponenten oder Baukästen. Auf der Sono-Webseite sind einige Lieferantenkooperationen benannt, so z. B. eine Kooperation mit Elringklinger zu Batteriesystemen, mit Bosch im Kontext von Connected Car, mit Continental beim Elektroantrieb. Die Entwicklung der strukturellen Crash- und Insassensicherheit erfolgt zusammen mit ARRK Engineering, und die Serienproduktion bei National Electric Vehicle Sweden (NEVS) (Rudschies 2020; Sono Motors 2020b).

Mit dem Anspruch, die CO₂-Emissionen der Produktionslogistik niedrig zu halten, liegt der Fokus auf Zulieferunternehmen in geografischer Nähe. Der größte Teil der Sono-Wertschöpfungskette liegt in Deutschland und dem näheren europäischen Raum (Sono Motors 2020a).

5.7 Arbeitsbedingungen und Gewerkschaften

Sono Motors hat den Anspruch, innerhalb des Unternehmens und in der Lieferkette auf gute Arbeitsbedingungen, hohe soziale Standards und Klimaschutz zu setzen (Sono Motors 2020a). Die geografische Verteilung der Hauptlieferanten wird im September 2020 wie folgt angegeben (Sono Motors 2020a):

- Deutschland: 31 Zuliefernde und 65,5 Prozent der Kosten
- Italien: 4 Zuliefernde und 8,6 Prozent der Kosten
- Norwegen: 1 Zulieferer und 4,5 Prozent der Kosten
- Türkei: 4 Zuliefernde und 4,2 Prozent der Kosten
- Spanien: 4 Zuliefernde und 2,7 Prozent der Kosten
- Schweden: 1 Zulieferer und 2,5 Prozent der Kosten
- Frankreich: 1 Zulieferer und 0,5 Prozent der Kosten
- Finnland: 1 Zulieferer und 0,1 Prozent der Kosten
- Schweiz: 1 Zulieferer und 0,1 Prozent der Kosten

In Summe verteilen sich so 87,7 Prozent der Kosten bzw. des Beschaffungswertes auf Zulieferunternehmen aus dem europäischen Raum und der Türkei. Hinzu kommt die Endmontage in Schweden, die den Anteil der Wertschöpfung in Schweden nochmals steigern dürfte und in den oben genannten 2,5 Prozent eher nicht enthalten ist. Über die tatsächlichen Arbeitsbedingungen in einem noch nicht produzierenden Unternehmen kann keine belastbare Aussage getroffen werden. Der hohe europäische Wertschöpfungsanteil lässt aber erwarten, dass im Bereich der Arbeitnehmerrechte wie auch der Arbeitssicherheit vergleichsweise hohe Standards zu erwarten sind.

Im aktuellen Team von Sono Motors, das im Gegensatz zur Lieferkette bereits voll operabel ist und betrachtet werden kann, dürfen wir eine Start-up typische Aufbruchstimmung vermuten, die sich auch in einigen Zitaten auf der Sono-Webseite unter Karriere widerspiegelt (Sono Motors 2020g):

„Wer wir sind: Wir sind eine sehr bunte Mischung aus Erfahrenen und Einsteigern, deutschen und internationalen Experten, Krawatten- und Kapuzenpulli-Liebhabern. Uns alle eint, dass wir für das brennen, wofür Sono Motors steht.

Und die Welt mit unserer Arbeit ein wenig besser machen wollen. Dabei hat die Arbeit jedes Einzelnen einen großen Einfluss auf unseren Erfolg.

Unsere Vision: Gemeinsam arbeiten wir daran eine neue Technologie mit einem neuen Denken zu verbinden – das Beste aus Elektromobilität, Solarenergie und Shared Economy. Für uns selbst, unsere Nachbarn aber vor allem für unseren Planeten. Denn es ist höchste Zeit!

Unsere Arbeitsweise: Unsere Räumlichkeiten sind ebenfalls sehr Sono Motors: Funktional, refurbished, einfach, gemütlich, kommunikativ, grün, papierlos. Wir arbeiten bspw. mit Google, Slack, Trello. In München sind wir nah am technologischen Puls, Arbeitnehmermarkt und ICE-Bahnhof aber auch an Almen, Skihängen, Seenlandschaften und der Wiesn.

Team Spirit: Da in unserer Kultur oftmals ähnlich gedacht wird, fällt es uns leicht, gemeinsam zu essen, trinken, lachen oder Sport zu treiben. Daher sind wir alle per du und kommunizieren offen und ohne Vorbehalte miteinander. Bei uns zählen Ergebnisse, nicht Anwesenheit – wir vertrauen auf die Motivation und Leistung des Einzelnen und lassen dafür viel freie Hand – aber auch niemanden allein, wenn es zu viel wird.

Gehalt: Natürlich sind wir ein junges Unternehmen und können bzw. wollen nicht mit Gehältern jahrzehntealter Automobilhersteller konkurrieren. Aber ohne Frage zahlen wir marktgerecht, auch mit Blick auf die Lebenshaltungskosten in München. Zudem haben wir eine transparente, faire und strukturierte Gehaltspolitik, die Berufs- und Führungserfahrung sowie soziale Umstände (Kinder, Pflege von Angehörigen, etc.) berücksichtigt. Und: Es gibt kein Gefälle zwischen Abteilungen oder Geschlechtern. Außerdem bekommt jedes neue Teammitglied derzeit die Chance über unser Mitarbeiterbeteiligungsprogramm zukünftig an dem Unternehmenserfolg der Sono Motors beteiligt zu werden.

Deine Bewerbung macht vielleicht nicht so viel Sinn, wenn Du eher der 9:00 – 17:00 Typ bist, dich über dein Gehalt und Titel definierst, du deine Meinung gerne gegen alle Widerstände durchsetzt und dir Umweltaspekte grundsätzlich unwichtig sind.“

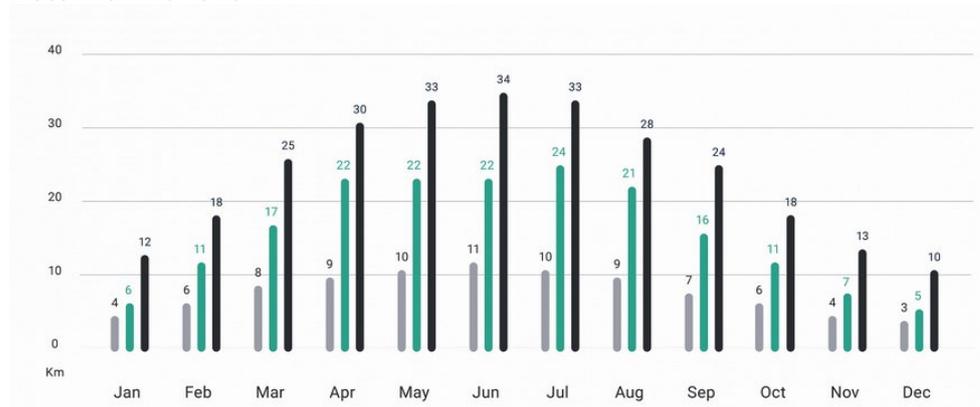
Im Nachhaltigkeitsbericht 2019 berichtet Sono Motors über die Struktur der Beschäftigten, deren Altersverteilung, die Fluktuation und das Gender Pay Gap (5 % zugunsten der männlichen Beschäftigten) (Sono Motors 2020h). Unabhängige Quellen über die Arbeit bei Sono Motors konnten nicht identifiziert werden.

5.8 Alleinstellungsmerkmale

Der Sion von Sono Motors verfügt über verschiedene Charakteristika, die für Elektroautos von Grund auf neu und daher für das Geschäftsfeld sehr innovativ sind. Das erste und zentrale Alleinstellungsmerkmal ist dabei sicher die *Solar-Integration*, also die Einbettung von Solarzellen nicht nur in das Dach, sondern auch in die Hecktür, die Türen, die Kotflügel und die Motorhaube (Michael 2020). Sono Motors hebt hervor, dass die Polymerbeschichtung der Solarzellen nicht splittert und die so

gebauten Module sehr leicht sind, was im Fahrzeugbau von hoher Bedeutung ist (Sono Motors 2020i). Insgesamt werden 6 m² Solarmodule verbaut. Über das Jahr verteilt sollen sie bis zu 5.800 km „solare Reichweite“ bereitstellen können. Die theoretische Verteilung dieser solaren Reichweite über das Jahr gibt Sono Motors wie folgt an (Sono Motors 2020i):

Abbildung 10: Reichweitenprognose basierend auf meteorologischen Daten für München



Quelle: Sono Motors (2020i)

Anmerkung: grau: bewölkter Himmel, grün: Durchschnitt, schwarz: klarer Himmel

Es wurde aber nicht nur eine neuartige Technologie zur Integration der Zellen in die Karosserieteile entwickelt, sondern auch die dafür notwendige Regelelektronik. Dieses Gerät nennt das Unternehmen „MPPT Central Unit“. MPPT steht dabei für die in der Photovoltaik gängige Bezeichnung Maximum Power Point Tracking (Michael 2020). Entwicklungspartner war das Unternehmen Tecnalía aus Bilbao (Spanien). Das Gerät sorgt dafür, dass sich die Ladeelektronik anschaltet, wenn es morgens hell wird, sie verhindert das Überladen und schaltet die Ladeelektronik bei Eintritt von Dunkelheit wieder ab.

Ein weiteres unter Elektroautos bisher einzigartiges Merkmal ist das *Power-Sharing*. Hierfür baut Sono Motors neben der Ladesteckdose in der Fronthaube des Sion einen Typ 2 Stecker sowie eine Schuko-Steckdose ein. Die Batterie des Sion kann damit auch als Energiequelle genutzt werden.

Das dritte innovative Alleinstellungsmerkmal ist organisatorischer bzw. digitaler Art und zielt auf das *digitale Sharing von Fahrzeug und Strom*: „Mit dem Sion und seiner integrierten goSono App. Mit ein paar Klicks hast du deinen Strom abgegeben, eine Mitfahrgelegenheit ange-

boten oder deinen Sion geteilt. So wird Sharing einfach und problemlos möglich“ (Sono Motors 2020f). Sono Motors setzt also auf eine App, mit der Mitfahrgelegenheiten angeboten oder das Auto als Carsharingfahrzeug vermietet werden kann. Auch Strom kann abgegeben werden. Dass dieses dritte Merkmal bei Aufnahme der Serienproduktion noch einen Alleinstellungscharakter haben wird, ist – zumindest für das Mitfahren und das Carsharing – nicht wahrscheinlich. Zum einen hat Elon Musk die Sharing-Funktion schon 2016 im zweiten Teil seines Master Plans angekündigt: „Enable your car to make money for you when you aren't using it“ (Musk 2016). Zum anderen kann ohnehin jedes Automobil und seine Sitzplätze über einschlägige Apps am Ridesharing oder am privaten Carsharing teilnehmen.

Unter dem Strich bleiben damit die Solar-Integration und das Power-Sharing als klare Hardware-basierte Alleinstellungsmerkmale.

5.9 Einfluss auf die Autobranche

Mit Blick darauf, dass Sono Motors das mit Abstand jüngste der in dieser Studie betrachteten Start-ups ist, ist sein Einfluss auf die Autobranche noch gering und Aussagen zu einem möglichen Einfluss haben letztlich spekulativen Charakter.

Es erscheint allerdings wahrscheinlich, dass sich zumindest die Solar-Integration als wegweisende Technologie herausstellen könnte. Die in den Sommermonaten bereitgestellten ca. 30 km an solarer Reichweite entsprechen ziemlich genau der Entfernung, die das durchschnittliche Auto in Deutschland täglich fährt. Unter Umständen ist also für viele Kurzstreckenpendler*innen über fünf volle Monate ein Autofahren ohne Tanken, aber auch ohne Laden, möglich. Nicht nur in Deutschland, gerade auch in südlicheren Ländern könnte dieses Merkmal ein zentrales Verkaufsargument werden. Vor allem bis zum 40. Breitengrad dürfte die tägliche solare Reichweite fast das ganze Jahr für – auf eher kurzen Strecken genutzte – Fahrzeuge ausreichen. Solar-Integration wird folgerichtig auch bereits beim niederländischen „Lightyear One“, einem eher hochpreisigen Automobil, das gerade in der Entwicklung ist, integriert (Lightyear 2020).

Der Wert des Power-Sharings muss sich noch herausstellen. Die von Sono aufgeführten Nutzungsbeispiele zielen dem Anschein nach alle auf eher kleine Zielgruppen:

- Die Abgabe von Strom an Netz und Batterie eines nicht an das Stromnetz angeschlossenen Gebäudes zielt auf die sehr kleine Ziel-

gruppe von Menschen, die ein solches, nicht mit dem Stromnetz verbundenes Gebäude besitzen.

- Die Abgabe von Strom zu Campingzwecken zielt nur auf die vermutlich kleine Gruppe von Reisenden, die weder auf Campingplätzen (mit Stromanschluss) übernachtet noch ein (im Regelfall mit Batterie ausgerüstetes) Wohnmobil nutzt.
- Die Abgabe von Strom an Geräte und Maschinen für Arbeiten an Orten ohne Netzanschluss ist für bestimmte Gruppen in der Land- und Forstwirtschaft oder im Handwerk mit Sicherheit interessant; zumal der Betrieb von benzingetriebenen Generatoren sehr teuer ist.
- Letztlich ist die Abgabe von Strom an liegengeliebene Elektrofahrzeuge anderer zwar für diese sehr nützlich, nützt aber zunächst nicht den Fahrzeughalter*innen eines Sion selbst. Zudem ist unsicher, wie groß die Zahl mit leerer Batterie liegenbleibender Fahrzeuge im Zeitalter zahlreicher digitaler Unterstützungsangebote wirklich sein wird.

Es bleibt letztlich also abzuwarten, wie groß und auf welchem Gebiet, Sono Motors die Autobranche beeinflussen wird. Die außergewöhnliche Geschichte des Unternehmens lässt jedoch darauf schließen, dass sich hier ein Angebot entwickelt, das Kundengruppen bisher auf dem Fahrzeugmarkt vermisst haben, und daher unter der Inkaufnahme von Risiko finanziell unterstützen möchten.

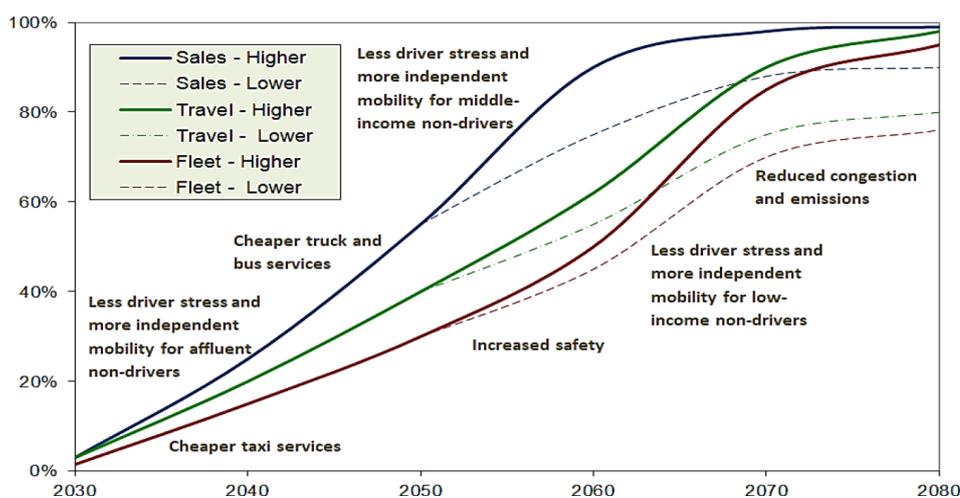
6. Fazit

6.1 Einfluss des autonomen Fahrens auf die Autobranche

Es ist festzuhalten, dass sich hinter dem Begriff des autonomen Fahrens eine Vielzahl unterschiedlicher Grade an Automatisierung bündelt, die einer differenzierten Betrachtung bedürfen. Die aktuelle Datenlage lässt eine solche Betrachtung noch nicht zufriedenstellend zu. Die existierenden empirischen Studien sowie die selbstberichteten Erkenntnisse von Tesla (2020) deuten jedoch darauf hin, dass das autonome Fahren eine eher positive Wirkung auf die Gesellschaft (vor allem in Hinblick auf die Verkehrssicherheit und Stauvorkommen) und auf die natürliche Umwelt (z. B. durch weniger Treibstoffverbrauch und Luftverschmutzung) hat. Diese Annahmen gilt es, durch fundierte wissenschaftliche Begleitung der weiteren Entwicklungen zu prüfen.

Ab wann eine größere Anzahl von Systemen für das autonome Fahren in Automobile eingebaut werden wird ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch weitgehend unklar. Eine kanadische Studie (Litman 2020) rechnet auf Basis einer Markteinführung von voll autonomen Fahrzeugen (Level 5) um das Jahr 2030 mit einem sukzessiv steigenden Anteil am Automobilbestand, der um das Jahr 2080 den Gesamtbestand umfassen würde.

Abbildung 11: Erwarteter Anteil autonomer Level-5-Fahrzeuge am Verkauf (Sales), an den gefahrenen km (Travel) und im Bestand (Fleet)



Quelle: Litman (2020, S. 28)

Eine andere (mit Förderung durch die Hans-Böckler-Stiftung) erstellte „Technologie-Roadmap für das autonome Autofahren“ geht dagegen von einer noch späteren Realisierbarkeit aus: Level 4 ab 2045 und Level 5 ab 2050 (Roos/Siegmann 2020).

Neben der Reife der Software ist für das autonome Fahren auch ein mit der richtigen und leistungsfähigen Hardware (Rechner, Sensoren) ausgerüsteter Fahrzeugbestand erforderlich. Zudem müssen Regierungen weltweit dahingehend beeinflusst werden, die entsprechenden Genehmigungen zu erteilen. Zum heutigen Zeitpunkt ist nur sicher, dass diese Voraussetzungen noch nicht gegeben sind.

Anders sieht es mit dem teilautonomen Fahren aus. In bestimmten Verkehrssituationen wie z. B. auf der Autobahn kann mit Spurhalteautomatik, Bremsassistent und Tempomat bereits heute quasi automatisch gefahren werden. Weitere Möglichkeiten bestehen auf privatem Gelände. So rechnen Betriebsräte von Volkswagen schon bald mit fahrerlosen Staplern oder der Fähigkeit, fertig montierter Autos, selbstständig aus der Halle hinaus auf den Parkplatz zu fahren (de Vries/Sprute 2020). Weiter wäre es vorstellbar, dass Autos von alleine auf Transportschiffe fahren, wie sie z. B. im Export in die USA eingesetzt werden. Schon allein durch diese Funktionen würden im Volkswagen Werk Emden zahlreiche Arbeitsplätze verloren gehen (de Vries/Sprute 2020).

Neben der Frage, ab wann welche Fahrzeuge in welchen Verkehrssituationen teil- oder vollautonom fahren können, ist eine zweite Frage von Bedeutung: Welche Kombination aus Soft- und Hardware wird in der F&E-Phase das Rennen machen. Wird es die bisher im Wesentlichen durch Simulationen und eher kleinen Testflotten entwickelte Software von Waymo mit ihren Lidarsystemen sein, oder wird die auf Kameras, Ultraschallsensoren und Radar basierende Tesla-Lösung mit ihrem permanenten Praxistest in hunderttausenden von Kundenfahrzeugen und niedrigeren Kosten (O’Kane 2018) sich durchsetzen? Auch diese Frage ist noch nicht beantwortet. Neben allen technischen Argumentationen könnte die Entscheidung hier letztlich davon abhängen, welches System statistisch die niedrigere Unfallrate generiert. Hier Vorhersagen zu treffen ist kaum möglich.

6.2 China als neuer Akteur der Transformation

Nicht nur BYD arbeitet wie zahlreiche andere chinesische Automobilhersteller an der Skalierung der Produktion von Elektrofahrzeugen. In China sind seit einigen Jahren auch IKT-Giganten und Tech-Start-ups aktiv

und engagieren sich zunehmend in der Automobilbranche. Schon seit dem Frühjahr 2017 ist das chinesische Internetunternehmen Tencent an Tesla beteiligt (Riecke 2017). Tencent war auch ein früher Investor des Elektroauto-Start-ups NextEV (jetzt NIO), das auch einen US-Hauptsitz im Silicon Valley hat. Weiter investierte das solvente Unternehmen Tencent auch in Didi Chuxing, das nach Uber weltweit zweitgrößte Unternehmen für Ride-Sharing, sowie in Lyft, den Rivalen von Uber in den USA (Boyden 2017).

Mit Alibaba und Huawei zeigen zwei weitere IKT-Technikgiganten aus China Ambitionen, in die Automobilindustrie im Zuge der Transformation zu elektrischen und digitalisierten Fahrzeugen einzusteigen (Liao 2020). Schon 2015 investierten Alibaba und SAIC gemeinsam in internetfähige Autos. Alibaba hat seitdem die Banma-Plattform entwickelt, die von sprachaktivierter Navigation bis hin zu ebenfalls sprachgesteuerten Kaffeebestellungen vieles ermöglicht und mit dem Alipay e-Wallet verbunden ist. Ende 2020 startete SAIC einen neuen Elektrofahrzeugzweig namens Zhiji, an dem Alibaba Minderheitsaktionär ist (Liao 2020).

Auch an der 2014 gegründeten Autofirma Xpeng wird die Vernetzung der IKT-Giganten in China mit der neuen Autobranche deutlich. Zu den ersten Unterstützern gehörten He Xiaopeng, Gründer von UCWeb und früher bei Alibaba beschäftigt, sowie auch Lei Jun, Gründer von Xiaomi. Sowohl Alibaba wie auch Xiaomi und Foxconn trugen zur Finanzierung von Xpeng bei und 2018 trat Alibabas Vizepräsident Joseph Tsai in den Unternehmensvorstand von Xpeng ein (Lin 2018; Reuters 2018). Der 2010 gegründete und schnell wachsende Smartphonehersteller Xiaomi hat auch bereits in BYD Semiconductor investiert um sein Geschäft mit Automobilkomponenten auszubauen (Sean 2020).

Und auch Huawei wird gegenwärtig aktiv, will aber keine eigenen Autos herstellen, sondern sich auf die Entwicklung von IKT für die Autobranche konzentrieren (Liao 2020).

Eine andere Strategie scheint Foxconn zu verfolgen, bekannt für seine Partnerschaft mit Apple. Foxconn hat schon 2014 angekündigt, in eine Produktionsstätte für Elektroautos zu investieren (White 2014). Foxconn produzierte damals bereits einen Lithium-Ionen-Akku für den BAIC E150 EV und hat auch mit Tesla bei der Entwicklung seiner Touchscreen-Panels zusammengearbeitet (White 2014). Gegenwärtig plant der Auftragshersteller eine Reihe von Komponenten für Elektrofahrzeuge herzustellen und sich als Systemzulieferer zu etablieren. Im Mittelpunkt von Foxconn's Elektromobilitätsoffensive steht eine Elektroauto-Plattform namens MIH, die Batterie- und Fahrzeug-Internetdienste für Dritte umfasst (Randall 2020). Foxconn hat Anfang 2020 bereits eine Kooperation mit FIAT-Chrysler vereinbart, um elektrische und mit dem In-

ternet verbundene Automobile in China zu produzieren. Foxconn hat weiter das Ziel, als Zulieferer für 3 Millionen Elektroautos in 2027 Teile zu liefern und so an 10 Prozent des Elektroautomarktes beteiligt zu sein (Reuters 2020b)

Und einige Akteure setzen auch auf autonomes Fahren. Das Shanghai-Start-up Neolix beginnt gegenwärtig für den Kunden Huawei mit der Produktion vollautonomer Kleinlieferfahrzeuge für den Einsatz in einfachen und übersichtlichen Orten wie Industrieparks oder Wohngebieten (The Brake Report 2020).

Die Informationen lassen insgesamt keinen klaren Schluss zu, eher stehen sie für eine Wolke am Horizont. Dass China technologisch mit dem Westen zunehmend ebenbürtig ist zeigt sich immer wieder, und die Staatsstrategie, den Wettbewerb im Automobilsektor nicht bei den alten Technologien der Verbrennungsmaschinen aufzunehmen sondern in der Elektromobilität (Beigang/Clausen 2017), zeigt sichtbare Wirkung. Mit dem Polestar und dem BMW iX3 sind zwei der ersten in China hergestellten Elektroautos in Europa angekommen. Demnächst folgt der E-Smart, dessen Produktion bei Geely erfolgen wird. Andere werden folgen. Hinter den Herstellern steht ein riesiger technisch-industrieller Komplex von enormer Kapitalstärke, dessen Fähigkeit zur Skalierung verkaufsfähiger Produkte kaum überschätzt werden kann. Zudem sollte auch die Stärke der großen chinesischen Internet- und IKT-Unternehmen nicht unterschätzt werden. Hochdigitalisierte Produkte der chinesischen Automobilhersteller aus der „China AG“ sind zu erwarten. Die zentrale offene Frage wird sein, wie schnell den chinesischen Unternehmen unter eigenen Markennamen (z. B. BYD) oder unter europäischen Namen (z. B. Volvo) die erfolgreiche Vermarktung großer Stückzahlen in Europa gelingt.

Ob und wenn ja, wie schnell, die Möglichkeiten der Digitalisierung sich auf die Nutzung des Automobils als autonomes Fahrzeug oder im Ride-Sharing oder Carsharing auswirken, ist für die chinesischen Anbieter genauso schwer vorherzusagen wie für europäische oder amerikanische Anbieter – einschließlich Tesla.

6.3 Einfluss der Start-ups Waymo, BYD und Sono Motors auf die Autobranche

Während Tesla gegenwärtig in einer Phase ist, in der das Unternehmen als Gamechanger wirksam wird, ist der Einfluss der in den hier vorliegenden drei Fallstudien fokussierten drei Unternehmen weit unsicherer.

Waymo wird sich, so zeigt die Untersuchung, eher nicht zu einem Automobilzulieferer, sondern eher zu einem Zulieferer von Hard- und Softwarekomponenten des autonomen Fahrens entwickeln. Wann sich aber das vollautonome Fahren im Fahrzeugbestand nennenswert verbreiten wird, das wurde in Abschnitt 6.1 gezeigt, ist weitgehend unklar. Damit kann auch über die Frage, wann und wie sich Waymo auf die Autobranche auswirken wird, zum jetzigen Zeitpunkt bestenfalls spekuliert werden.

Ähnlich verhält es sich auch mit BYD. Hier zeigt Abbildung 7 zwar eindeutig, dass der Autohersteller BYD sich rasch auf die Elektromobilität fokussiert, aber seine Auswirkung auf die europäische Branche ist offen. Da BYD in China wie auch weltweit mit einem Produktionsvolumen von ca. einer halben Million Fahrzeuge pro Jahr bestenfalls zu den mittelgroßen Unternehmen zählt, ist seine Wirkung auf die Branche von der Stückzahl her gegenwärtig und solange nicht zusätzliche Fabriken eröffnet werden noch begrenzt. Der angekündigte Export des neuen Spitzenmodells „BYD Han“ nach Europa ist in Bezug auf seine marktverändernde Wirkung schwer einzuschätzen. Bisher hat es unserer Kenntnis nach noch kein chinesisches Unternehmen geschafft, unter dem eigenen Markennamen in Europa große Zahlen von Automobilen abzusetzen. Ob dies ausgerechnet BYD gelingen wird, ist ex ante kaum zu beantworten. Auch der Preis des BYD Han in Deutschland ist bisher nicht bekannt geworden.

Anders könnte es sich mit der BYD-Batterietechnologie der Lithium-Eisen-Phosphat Batterie mit ihren geringen Kosten, der hohen Sicherheit und dem unter Umwelt- wie auch Sozialkriterien wichtigen Verzicht auf Nickel und Kobalt verhalten. Aber wie sich diese Batterie im Wettbewerb wirklich schlagen wird, ist ebenfalls abzuwarten, genauso, wie eine vergleichende Bewertung dieses neuen Batterietyps in Umwelt- und Sozialbilanzen.

Bleibt als letztes Unternehmen die Sono Motors aus München. Sono setzt auf Solar-Integration und Power Sharing, geht aber auch mit Blick auf soziale Aspekte der Produktion einen neuen Weg. Sono Motors hat den Anspruch, innerhalb des Unternehmens und in der Lieferkette auf gute Arbeitsbedingungen, hohe soziale Standards und Klimaschonung zu setzen (Sono Motors 2020a). Die geografische Verteilung der Hauptlieferanten fokussiert auf Mitteleuropa (Sono Motors 2020a). Gerade aus gewerkschaftlicher Sicht könnte Sono Motors ein Lichtblick im Umfeld des globalisierten Kapitalismus sein. Aber auch hier dominiert heute noch Unsicherheit. Die Schwierigkeiten des Produktionshochlaufs („production hell“), durch die Tesla hindurchgekommen ist, steht Sono Motors noch bevor. Und die Frage, ob sich Solar-Integration und soziale Ver-

antwortung in der Lieferkette außerhalb einer kleinen Nische als verkaufsfördernde Argumente erweisen, ist nicht ex-ante zu beantworten.

Letztlich ist den drei Start-ups Waymo, BYD und Sono Motors eines gemeinsam: Sie stehen jedes für sich für Kräfte, die die Autobranche verändern könnten. Waymo steht für die Möglichkeiten der Digitalisierung, BYD für die chinesische Exportstärke und Sono Motors für einen ökologisch-sozialen Neuaufbruch der unternehmerischen Verantwortung. In allen drei Fällen ist nicht nur die Größe, sondern auch der Zeitpunkt eines relevanten Einflusses auf die Autobranche unklar. Aber diese Start-ups sind dennoch wichtig. Sie zeigen, „change is possible“. Start-ups wie diese zu beobachten dürfte für OEMs wie Gewerkschaften wichtig sein, um die Zukunft der Branche richtig einschätzen zu können. Wohin es führt, sie nur als Pleitekandidaten abzutun, hat das Beispiel Tesla gezeigt.

7. Literaturverzeichnis

- Acatech/DFKI/Fraunhofer IEM (2018): Studie „Autonome Systeme“. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 13-2008. München, Kaiserslautern, Paderborn. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/175555/1/1015315232.pdf> (Abruf am 5.9.2020).
- ADAC (2019): Elektroautos brauchen die Energiewende: Die Klimabilanz. <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/co2-treibhausgasbilanz-studie/> (Abruf am 7.9.2019).
- Auto Bild (2018): So sieht das „Google Car“ die Straße.
- Auto Motor und Sport (2020a): Waymo Via entwickelt autonome Riesen-Lkw. <https://www.auto-motor-und-sport.de/neuheiten/selbstfahrende-peterbilt-trucks-autonome-lkw-von-waymo-via/> (Abruf am 27.8.2020).
- Auto Motor und Sport (2020b): Neue sichere Batterie für günstige Limousine Han. <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/byd-blade-battery-han-ev/> (Abruf am 11.9.2020).
- Barera, Michael (2012): Langenburg Jul 2012 23 (Deutsches Automuseum – 1995 EL Trans AS Mini EL). [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Langenburg_Jul_2012_23_\(Deutsches_Automuseum_-_1995_EL_Trans_AS_Minis_EL\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Langenburg_Jul_2012_23_(Deutsches_Automuseum_-_1995_EL_Trans_AS_Minis_EL).jpg) (Abruf am 16.11.2020).
- Beigang, Alina/Clausen, Jens (2017): Elektromobilität in China. Fallstudie im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy. Berlin: Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit. https://evolution2green.de/sites/evolution2green.de/files/documents/2017-04-e2g-fallstudie_emobilitaet_china_borderstep_0.pdf (Abruf am 23.3.2017).
- Beltagui, Ahmad/Kunz, Nathan/Gold, Stefan (2020): The role of 3D printing and open design on adoption of socially sustainable supply chain innovation. In: International Journal of Production Economics, 221.
- Bienge, Katrin/Clausen, Jens/Suski, Paul/Schmitt, Martina (2019): Ecological and socio-technical assessment of collaborative consumption: resource efficiency potentials. In: Nachhaltigkeits ManagementForum/Sustainability Management Forum, 27, S. 139–149.
- Bienge, Katrin/Suski, P./Schmitt, Martina (2016): Ressourceneffizienzpotenzialanalyse Materialband: Individualmobilität. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.
- Bilger, Burkhard (2013): Auto Correct. Has the self-driving car at last arrived? In: The New Yorker.

- Bloomberg (2020): Wang Chuan-Fu. <https://www.bloomberg.com/profile/person/4945309> (Abruf am 10.9.2020).
- Boguang, Wang/Ling, Xia/Lei, Zhou/Hao, Wang/Chunlin, Zhang (2014): A Health Risk Assessment of Carbonyl-containing Volatile Organic Compounds in the Atmosphere of Chinese Megacities. In: Social Sciences in China, 35, H. 3, S. 143–157.
- Borderstep Institut (2014): Das Unterstützungssystem für grüne Unternehmensgründungen in Deutschland. Strategien und Empfehlungen zur Stärkung des Gründungsfeldes Green Economy.: Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit. http://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2014/11/Unterstuetzungssystem_fuer_gruene_Unternehmensgruendungen_in_Deutschland_2014.pdf (Abruf am 14.01.2021).
- Boyden (2017): Industrie Einblicke: China's self-driving ambitions. <https://www.boyden.com/de/media/chinas-self-driving-ambitions-1793591/index.html> (Abruf am 30.11.2020).
- Breana, Noble (2020): FCA, Waymo extend autonomy partnership to commercial, future products. In: The Detroit News. <https://eu.detroitnews.com/story/business/autos/chrysler/2020/07/22/fca-waymo-extend-autonomy-partnership-commercial-future-products/5482177002> (Abruf am 5.9.2020).
- Brest, Paul/Born, Kelly (2013): When Can Impact Investing Create Real Impact?: Leland Stanford Jr. University. Stanford Social Innovation Review. <https://community-wealth.org/sites/clone.community-wealth.org/files/downloads/article-brest-born.pdf> (Abruf am 13.3.2019).
- Buchal, Christoph/Karl, Hans-Dieter/Sinn, Hans-Werner (2019): Kohlemotoren, Windmotoren und Dieselmotoren: Was zeigt die CO2-Bilanz? In: ifo-Schnelldienst, 72, S. 3–17.
- Buch-t (2012): Pöhlmann 1984 schräg. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:P%C3%B6hlmann_1984_schr%C3%A4g.JPG (Abruf am 19.8.2020).
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) (2012): Fahraufgaben des Fahrers nach Automatisierungsgrad. Bergisch Gladbach. https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Publikationen/Foko/2013-2012/2012-11.html (Abruf am 25.8.2020).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2019): Wie klimafreundlich sind Elektroautos? Berlin. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/e_mob_klimabilanz_2017_bf.pdf (Abruf am 5.4.2019).
- BYD (2011): BYD Milestones. <https://bydcompany.wordpress.com/milestones/> (Abruf am 10.9.2020).

- BYD (2015): BYD Powering the Future. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/19111Powering%20the%20Future%20BYD.pdf> (Abruf am 11.9.2020).
- BYD (2020): BYD Annual Report 2019. Shenzhen. <http://www.byd-electronics.com/u/cms/www/202004/212306349dw3.pdf> (Abruf am 14.1.2021).
- BYD Care (2020): About Us. In: BYD Care. <https://www.byd.care/#shopify-section-1588809076938> (Abruf am 10.9.2020).
- California Air Resources Board (1990): Final Regulation Order. Low-Emission Vehicles and Clean Fuels. California Exhaust Emission Standards and Test Procedures for 1988 and Subsequent Model Passenger Cars, Light-Duty Trucks, and Medium-Duty Vehicles. Los Angeles.
- China Labor Watch (2011): BYD Company limited investigative report. <http://www.chinalaborwatch.org/report/55> (Abruf am 14.1.2021).
- Clarke-Sather, Abigail R./Hutchins, Margot J./Zhang, Qiong/Gershenson, John K./Sutherland, John W. (2011): Development of social, environmental, and economic indicators for a small/medium enterprise. In: International Journal of Accounting & Information Management, 19, H. 3, S. 247–266.
- Clausen, Jens (2004): Umsteuern oder Neugründen? Die Realisierung ökologischer Produktpolitik in Unternehmen. Norderstedt: Books on demand.
- Clausen, Jens (2017): Elektromobilität in Norwegen. Fallstudie im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy. Berlin: Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit. https://evolution2green.de/sites/evolution2green.de/files/documents/2017-05-e2g-fallstudie_emobilitaet_norwegen_borderstep_0.pdf (Abruf am 23.3.2017).
- Clausen, Jens (2019): Verbreitung radikaler Systeminnovationen Fallbeispiel Stromversorgung Deutschland. Berlin: Borderstep Institut.
- Clausen, Jens/Fichter, Klaus (2019): The diffusion of environmental product and service innovations: Driving and inhibiting factors. In: Environmental Innovation and Societal Transitions, 31, S. 64–95.
- Clausen, Jens/Olteanu, Yasmin (2020): Tesla als Start-up in der Automobilbranche. Vom Pleitekandidat zum Gamechanger. Düsseldorf: Hans Böckler Stiftung, Working Paper Nr. 199. https://www.boeckler.de/de/faust-detail.htm?sync_id=HBS-07901 (Abruf am 14.1.2001).

- Cleantechnica (2020): #1 Tesla Model 3 = 14 % of World's Electric Vehicle Sales in 2019. <https://cleantechnica.com/2020/02/06/1-tesla-model-3-14-of-worlds-electric-vehicle-sales-in-2019/> (Abruf am 7.7.2020).
- Clifford, J./Hehenberg, M./Fantini, M. (2014): Proposed approaches to social impact measurement in European Commission legislation and in practice relating to: EuSEFs and the EaSI.
- Conrad, Bernd (2020): Aus China nach England. Und dann Europa? In: Auto Motor und Sport. <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/mg-elektro-kombi-england/> (Abruf am 12.9.2020).
- Crunchbase (2016): BYD Company. In: Crunchbase. https://www.crunchbase.com/organization/byd-company/company_financials (Abruf am 12.9.2020).
- Daimler (2020): Mercedes-Benz und Nvidia: Software-definierte Fahrzeugarchitektur für künftige Fahrzeugflotte. <https://www.daimler.com/innovation/produktinnovation/autonomes-fahren/mercedes-benz-und-nvidia-planen-zusammenarbeit.html> (Abruf am 4.9.2020).
- Das Goetheanum (2020): Gewalt, gewonnen. <https://dasgoetheanum.com/gewagt-gewonnen/> (Abruf am 21.9.2020).
- de Vries, Herbert/Sprute, Christian (2020): Interview mit Herbert de Vries und Christian Sprute, BR Volkswagen Emden.
- DeBord, Matthew (2018): Waymo could be worth as much \$175 billion – here's a brief history of the Google Car project. In: Business Insider. <https://www.businessinsider.com.au/google-car-project-history-2018-8> (Abruf am 14.1.2021).
- Deloitte (2019): Urbane Mobilität und autonomes Fahren im Jahr 2035. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Innovation/Datenland%20Deutschland%20-%20Autonomes%20Fahren_Safe.pdf (Abruf am 23.8.2020).
- Demandt, Bart (2020a): BYD China Sales Figures. Data & Charts for Total Build Your Dreams Brand Sales in China. <https://carsalesbase.com/china-byd/> (Abruf am 8.9.2020).
- Demandt, Bart (2020b): Denza Sales Data & Trends for the Chinese Automotive Market. In: carsalesbase.com. <https://carsalesbase.com/china-denza/> (Abruf am 10.9.2020).
- Donath, Andreas (2019): Elektroauto Sion wird von chinesischer Firma gebaut. In: Golem. <https://www.golem.de/news/saab-fabrik-elektro-auto-sion-wird-von-chinesischer-firma-gebaut-1904-140733.html> (Abruf am 22.9.2020).

- Elaine (2018): Zwei ehemalige Waldorfschüler entwickeln das Solarauto Sion. In: Frei Waldorschule Erfurt. https://waldorfschule-erfurt.de/aktuelles/zwei_ehemalige_waldorfschueler_entwickeln_das_solarauto_sion-465.html (Abruf am 21.9.2020).
- electrive.net (2019a): Weltpremiere des VW ID.3: „Es ist das Auto, das man jetzt von uns erwartet.“ <https://www.electrive.net/2019/09/09/weltpremiere-des-vw-id-3-er-ist-das-auto-das-man-jetzt-von-uns-erwartet/> (Abruf am 6.9.2020).
- electrive.net (2019b): China schafft Nummernschild-Kontingente für E-Autos ab. <https://www.electrive.net/2019/06/07/china-schafft-nummernschild-kontingente-fuer-e-autos-ab/> (Abruf am 10.9.2020).
- Esser, Klaus/Kurte, Judith (2018): Autonomes Fahren. Aktueller Stand, Potentiale und Auswirkungsanalyse. Studie für den Deutschen Industrie- und Handelskammertag e.V. <https://www.dihk.de/resource/blob/3924/b1d16ab3418ee25133fe2efdfa04c832/studie-autonomes-fahren-data.pdf> (Abruf am 25.8.2020).
- Favarò, Francesca M./Nader, Nazanin/Eurich, Sky O./Tripp, Michelle/Varadaraju, Naresh (2017): Examining accident reports involving autonomous vehicles in California. In: Plos One, 12, H. 9.
- Fichter, Klaus/Clausen, Jens (2016): Diffusion Dynamics of Sustainable Innovation – Insights on Diffusion Patterns Based on the Analysis of 100 Sustainable Product and Service Innovations. In: Journal of Innovation Management, 4, H. 2, S. 30–67.
- Figenbaum, Erik/Kolbenstvedt, Marika (2013): Electromobility in Norway - experiences and opportunities with Electric vehicles. Oslo. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=33828> (Abruf am 15.11.2016).
- Flannery, Russel (2017): BYD Supplier Becomes New China Billionaire. In: Forbes. <https://www.forbes.com/sites/russellflannery/2017/03/19/byd-supplier-becomes-new-china-billionaire/#4e1cbfee6139> (Abruf am 11.9.2020).
- Forbes (2020a): BYD. <https://www.forbes.com/companies/byd/#3fb14de43526> (Abruf am 12.9.2020).
- Forbes (2020b): #401 Wang Chuanfu. <https://www.forbes.com/profile/wang-chuanfu/#7e6ddf451793> (Abruf am 10.9.2020).
- Forbes (2020c): #648 Lu Xiangyang. <https://www.forbes.com/profile/lu-xiangyang/#57fff9177b55> (Abruf am 10.9.2020).
- Forbes (2020d): Tesla. <https://www.forbes.com/companies/tesla/#3854893248d4> (Abruf am 12.9.2020).
- Fortune (2020): Wang Chuanfu. <https://fortune.com/worlds-greatest-leaders/2020/wang-chuanfu/> (Abruf am 10.9.2020).

- Fraunhofer IAO (2015): Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – Industriepolitische Schlussfolgerungen. Stuttgart. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/H/hochautomatisiertes-fahren-auf-autobahnen.pdf%3F_blob%3DpublicationFile%26v%3D1 (Abruf am 25.8.2020).
- Fulton, Mark/Carboy, Michael/Cotter, Lucy/Capalino, Reid/Cao, Jane (2012): China's Green Move – Vehicle Electrification Ahead.: Deutsche Bank Groups. DB Climate Change Advisors. https://www.db.com/cr/en/docs/China_GreenCars_080712.pdf (Abruf am 14.1.2021).
- Future Woman (2018): Navina Pernsteiner. Creative Director und Mit-Gründerin bei Sono Motors. <https://www.futurewoman.de/de/futurewoman/pernsteiner-navina.php> (Abruf am 14.1.2021).
- Gandenberger, Carsten/Clausen, Jens/Grimm, Anna (2020): Theoretische Grundlagen für die Analyse von Transformationsprozessen auf Branchenebene und Anwendung auf die Automobilbranche. Düsseldorf: Hans Böckler Stiftung, Working Paper Nr. 192. https://www.boeckler.de/de/faust-detail.htm?sync_id=9085 (Abruf am 14.1.2021).
- Geels, Frank W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. In: Research Policy, 31, H. 8–9, S. 1257–1274.
- Google (2014): Video: A first drive. <https://www.youtube.com/watch?v=CqSDWoAhvLU&list=PLcNF6lhx2JoUoNKe4PxLqEcZMM0QW2yG-> (Abruf am 27.8.2020).
- Google (2020): Google Diversity Annual Report 2020. Palo Alto. <https://kstatic.googleusercontent.com/files/25badfc6b6d1b33f3b87372ff7545d79261520d821e6ee9a82c4ab2de42a01216be2156bc5a60ae3337ffe7176d90b8b2b3000891ac6e516a650ecef0e3f866> (Abruf am 6.9.2020).
- Gossen, Maike/Pentzien, Jonas/Peuckert, Jan (2019): What use is it really for sustainability? Potentials and impacts of peer-to-peer sharing in the domains of accommodation and mobility. In: NachhaltigkeitsManagementForum | Sustainability Management Forum, 27, H. 2, S. 125–138.
- Goulding, Charles (2020): Waymo's Driverless Car \$30 Billion Valuation and Business Model. In: Fabbaloo. <https://www.fabbaloo.com/blog/2020/4/11/waymosdriverless-car-30-billionnbspvaluation-and-business-model> (Abruf am 27.8.2020).

- Grendelkhan (2016): Google driverless Car at intersection https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Google_driverless_car_at_intersection.gk.jpg (Abruf am 2.2.2021).
- Hajek, Stefan (2019): Was Hans-Werner Sinn bei seiner Elektroauto-Studie übersehen hat. In: Wirtschaftswoche. <https://www.wiwo.de/technologie/mobilitaet/ist-das-e-auto-ein-rueckschritt-was-hans-werner-sinn-bei-seiner-elektroauto-studie-uebersehen-hat/24237236.html> (Abruf am 2.9.2019).
- Handelsblatt (2020): BYD und Didi enthüllen eigenes Elektroauto – und es sieht aus wie der VW ID.3. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/flottenmanagement/design-plagiat-byd-und-didi-enthuelen-eigenes-elektroauto-und-es-sieht-aus-wie-der-vw-id-3/26631124.html?ticket=ST-4084152-nXCAgk2vfdC6qoUaGj3e-ap6> (Abruf am 30.11.2020).
- Hanley, Steve (2020): Tesla Delivers 95,200 Cars In Q2, Crushes Wall Street Estimates. In: Cleantechnica. <https://cleantechnica.com/2019/07/02/tesla-delivers-95200-cars-in-q2-crushes-wall-street-estimates/> (Abruf am 6.9.2020).
- Harris, Theodore (2020): Volkswagen and Ford establish partnership in autonomous driving. In: Whellsjoint.com. <https://www.wheelsjoint.com/volkswagen-and-ford-establish-partnership-in-autonomous-driving/> (Abruf am 5.9.2020).
- Hawkins, Andrew J. (2020): Waymo rakes in \$2.25 billion in self-driving unit's first external fundraising. A milestone for the Google spinoff. In: The Verge. <https://www.theverge.com/2020/3/2/21162061/waymo-outside-investment-amount-autonation-magna-silver-lake> (Abruf am 16.8.2020).
- Hebermehl, Gregor (2020): BYD und Toyota forschen gemeinsam. In: Auto Motor und Sport. <https://www.auto-motor-und-sport.de/elektroauto/byd-toyota-forschen-gemeinsam-elektroautos-2020/> (Abruf am 12.9.2020).
- Herger, Mario (2020): Two A-Players As Partners: Volvo and Waymo. In: The Last Driver License Holder. <https://thelastdriverlicenseholder.com/2020/06/25/two-a-players-as-partners-volvo-and-waymo/> (Abruf am 5.9.2020).

- Hess, Abigail (2017): This tech company has the most highly-educated employees. In: Yahoo. https://sports.yahoo.com/tech-company-most-highly-educated-143147743.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAA C-Qm4LS-bisOqFXUDkeT1vkF8Pndo_aS_fPu1g3G8Gtvv-qNans1j8i0Qml0fLwzsjYyX9QSsKxl43E53wyBSVQUVUNVhjUiNUpO8Br2NmAKdf8y7m_bg1RYTM6Ykhssw-M0p030ELy3Jo5hxTENRJOgHrbNuaN9FgNC2t1X (Abruf am 6.9.2020).
- Hockerts, Kai/Wüstenhagen, Rolf (2010): Greening Goliaths versus emerging Davids – Theorizing about the role of incumbents and new entrants in sustainable entrepreneurship. In: Journal of Business Venturing, 25, H. 5, S. 481–492.
- Huawei (2017): BYD Builds a Standardized, Smart Factory. <https://e.huawei.com/topic/leading-new-ict-en/byd-smart-factory-case.html> (Abruf am 30.11.2020).
- Inside Philanthropy (2020): Tech Philanthropists. <https://www.insidephilanthropy.com/tech-philanthropy-guide> (Abruf am 28.8.2020).
- International Energy Agency (2019): Global EV Outlook 2019. Scaling up the transition to electric mobility. Technology report. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019> (Abruf am 21.4.2020).
- IT Times (2019): BYD investiert in das Daimler Elektroauto-Joint Venture Denza. <https://www.it-times.de/news/byd-investiert-in-das-daimler-elektroauto-joint-venture-denza-131102/> (Abruf am 13.9.2020).
- Judl, Jáchym/Mattila, Tuomas/Manninen, Kaisa/Antikainen, Riina (2015): Life cycle assessment and ecodesign in a day. Lessons learned from a series of LCA clinics for start-ups and small and medium enterprises (SMEs). Reports of the Finnish Environment Institute 18. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/155402/SYKEEre_18_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Abruf am 14.1.2021).
- Kane, Mark (2019): Let's Look At How Many Electric Vehicles BYD Exports Out Of China. In: InsideEVs. <https://insideevs.com/news/379037/byd-export-evs-china/> (Abruf am 4.7.2020).
- Kane, Mark (2020): Chinese NEVs Market Slightly Declined In 2019: Full Report. In: InsideEVs. <https://insideevs.com/news/396291/chinese-nevs-market-slightly-declined-2019/> (Abruf am 10.9.2020).
- Kasperk, Garnet/Wilhelm, Jan/Wagner, Wolfgang (2011): National Competitive Advantage of China in Electric Mobility: The Case of BYD. Aachen: RWTH Aachen.

- Kollmann, Tobias/Jung, Philipp Benedikt/Kleine-Stegemann, Lucas/Ataee, Julian/De Cruppe, Katharina (2020): Deutscher Startup Monitor 2020. Berlin: Bundesverband Deutsche Startups e. V.
- Kraftfahrtbundesamt (KBA) (2020): Neuzulassungen: Umwelt. Flensburg. https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/neuzulassungen_node.html (Abruf am 12.6.2020).
- Kurz, Bettina/Kubek, Doreen (2018): Kursbuch Wirkung: Das Praxishandbuch für alle, die Gutes noch besser tun wollen. 5. Auflage. Berlin: Phineo gemeinnützige AG.
- Leichsenring, Stefan (2020): BYD Han (2020): Die Elektrolimousine kommt angeblich auch nach Europa. In: Motor1.com. <https://de.motor1.com/news/423772/byd-han-2020-elektrolimousine-europa/> (Abruf am 11.9.2020).
- Lemme, Helmuth (1988): Tanken an der Steckdose. In: ELO Die Welt der Elektronik, H. 10, S. 22–29.
- Lewalter, Udo/Wiesmüller, Max (2019): Waymo: Google entwickelt am autonomen Fahren – Infos, News. In: Computer Bild. <https://www.computerbild.de/artikel/cb-News-Connected-Car-Waymo-One-autonom-Taxi-Jaguar-Chrysler-Renault-Nissan-Los-Angeles-19710735.html> (Abruf am 28.8.2020).
- Liao, Rita (2020): Alibaba views a piece of Chinas booming EV market. In: Techcrunch. https://techcrunch.com/2020/11/26/alibaba-saic-ev-brand/?guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xILmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAANATEM4MlIS1Nnlx_BecfXIHT7pB5F9bZpkhc_nQ8AGqCZtn_8D90FOeuAhAQ5unDZyu_HbujZ7aNtyezKMfPflsRgg_NUz8hG_5szCkgQhvjGoitFA7lyHAQCCpF_0ft-VJYGVi-x9TCmsMg_WD6U_uhJ7QbvmX1dpwMJlzw5l5Xw&guccounter=2 (Abruf am 30.11.2020).
- Lightyear (2020): Lightyear One. Designed for independence. <https://lightyear.one/lightyear-one> (Abruf am 17.11.2020).
- Lin, Liza (2018): Alibaba, Foxconn Invest in Chinese Electric-Vehicle Maker. E-commerce giant Alibaba is making its first big investment in a car maker. In: Wallstreet Journal. <https://www.wsj.com/articles/alibaba-foxconn-invest-in-chinese-electric-vehicle-maker-1517193868> (Abruf am 30.11.2020).
- Litman, Todd (2020): Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute. <https://www.vtpi.org/avip.pdf> (Abruf am 24.8.2020).
- Lynch, Jim (2017): Waymo retires Firefly test cars, focuses on Pacificas. In: The Detorit News. <https://eu.detroitnews.com/story/business/autos/mobility/2017/06/13/waymo-retires-firefly-test-cars-focuses-pacificas/102818318/> (Abruf am 27.8.2020).

- Manager Magazin (2020): BMW und Mercedes stoppen Kooperation für autonomes Fahren. <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/autonomes-fahren-bmw-und-mercedes-beende-kooperation-a-1307833.html> (Abruf am 5.9.2020).
- Markoff, John (2010): Google Cars Drive Themselves, in Traffic. In: New York Times. <https://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html> (Abruf am 27.8.2020).
- Masiero, Gilmar/Ogasavara, Mario Henrique/Jussani, Ailton Conde/Risso, Marcelo Luiz (2016): Electric vehicles in China: BYD strategies and government subsidies. In: RAI Revista de Administração e Inovação, 13, H. 1.
- Maurer, Markus/Gerdes, J. Christian/Lenz, Barbara/Winner, Hermann (Hrsg.) (2015): Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Berlin: Springer Vieweg.
- Messagie, Maarten (2017): Life Cycle Analysis of the Climate Impact of Electric Vehicles. Brüssel. Transport & Environment. <https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/TE%20-%20draft%20report%20v04.pdf> (Abruf am 14.1.2021).
- Michael (2020): Was hinter der Integration von Solarzellen beim Sono Sion steckt. In: Elektroauto-News. <https://www.elektroauto-news.net/2020/was-hinter-der-integration-von-solarzellen-beim-sono-sion-steckt> (Abruf am 22.9.2020).
- Morris, Rhett/Penido, Mariana (2014): How did Silicon Valley become Silicon Valley? Three Surprising Lessons for Other Cities and Regions. New York. <http://endeavor.org.tr/wp-content/uploads/2016/01/How-SV-became-SV.pdf> (Abruf am 30.10.2018).
- Mueller, Alexandra S./Cicchino, Jessica B./Zuby, David S. (2020): What humanlike errors do autonomous vehicles need to avoid to maximize safety? Arlington: Insurance Institute for Highway Safety. <https://www.iihs.org/topics/bibliography/ref/2205> (Abruf am 20.9.2020).
- Müller, Nicolai/Schenk Müller, Stephanie (2018): Elektromobilität: China baut Vorsprung aus. In: Stiftung Energie und Klimaschutz. <https://www.energie-klimaschutz.de/elektromobilitaet-china-baut-vorsprung-aus/> (Abruf am 10.9.2020).
- Musikhattu (2018): Level 3 autonomes Fahren. In: Goinelectric. <https://www.goinelectric.de/forum/viewtopic.php?t=51731&start=10> (Abruf am 6.9.2020).
- Musk, Elon (2016): Master Plan, Part Deux. In: Tesla. https://www.tesla.com/de_DE/blog/master-plan-part-deux?redirect=no (Abruf am 5.9.2020).
- Navigant Research (2019): Navigant Research Leaderboard Report: Automated Driving.

- O'Brien, Matt (2014): Google's 'goofy' new self-driving car a sign of things to come. In: The Mercury News. <https://www.mercurynews.com/2014/12/22/googles-goofy-new-self-driving-car-a-sign-of-things-to-come/> (Abruf am 27.8.2020).
- OECD/IEA (International Energy Agency) (2013): Global EV Outlook. Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020. Paris. https://www.iea.org/publications/globalevoutlook_2013.pdf (Abruf am 27.5.2016).
- O'Kane, Sean (2018): How Tesla and Waymo are tackling a major problem for self-driving cars: data. In: The Verge. <https://www.theverge.com/transportation/2018/4/19/17204044/tesla-waymo-self-driving-car-data-simulation> (Abruf am 5.9.2020).
- Olteanu, Yasmin/Fichter, Klaus (2020): Green Startup Monitor 2020. Berlin: Borderstep Institut, Bundesverband Deutsche Startups.
- Page, Felix (2020): Chinese firm BYD to begin European expansion in Norway. In: Autocar. <https://www.autocar.co.uk/car-news/new-cars/chinese-firm-byd-begin-european-expansion-norway> (Abruf am 10.9.2020).
- Paine, Chris (2006): Film: Who killed the Electric Car?: Plinyminior. <https://vimeo.com/281506059> (Abruf am 26.8.2020).
- Petrović, Đorđe/Mijailović, Radomir/Pešić, Dalibor (2020): Traffic Accidents with Autonomous Vehicles: Type of Collisions, Manoeuvres and Errors of Conventional Vehicles' Drivers. In: Transportation Research Procedia, 45, S. 161–168.
- Pontes, José (2013a): USA Full Year 2012. In: EV Sales. <http://ev-sales.blogspot.com/2013/01/usa-full-year-2012.html> (Abruf am 22.6.2020).
- Pontes, José (2013b): Netherlands November 2012. In: EV Sales. <http://ev-sales.blogspot.com/2013/01/netherlands-november-2012.html> (Abruf am 22.6.2020).
- Randall, Chris (2020): Foxconn presents electric car platform. In: electrive.net. <https://www.electrive.com/2020/10/19/foxconn-presents-electric-car-platform/> (Abruf am 30.11.2020).
- Reuters (2018): Alibaba, Foxconn lead \$350 million funding in electric car startup. <https://www.reuters.com/article/us-china-ev-funding-idUSKBN1FI0T1> (Abruf am 30.11.2020).

- Reuters (2020a): Geely, with Volvo's help, plans to grow into a global auto giant. In: Autoblog. https://www.autoblog.com/2020/08/10/geely-volvo-global-expansion/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAANfhEFWgkZZ9VFnDnmidFx68UoL_dkDAXKyacVS8A6TQ8JtQn_0ES1-SzptfyMzSPFPzZoJloEbaBICHhbLt02qWGdbbHEIUqJSTWBQrg2ScIjmaNLGdNarIIUp5SaYr6QNKwd9O7uWHMedX14SYFq2_0YtteMCI4IBMihE-wvLt (Abruf am 12.9.2020).
- Reuters (2020b): Apple assembler Foxconn aims to supply to about 3 million EVs by 2027. <https://www.reuters.com/article/us-foxconn-technology/apple-assembler-foxconn-aims-to-supply-to-about-3-million-evs-by-2027-idUKKBN2710GW> (Abruf am 30.11.2020).
- Riecke, Christoph (2017): Tencent steigt bei Tesla ein: Musk verbrüdernd sich mit Chinesen. In: n-tv.
- Ries, Eric/Bischoff, Ursula (2012): Lean Startup: schnell, risikolos und erfolgreich Unternehmen gründen. München: Redline.
- Roos, Michael/Siegmann, Marvin (2020): Technologie-Roadmap für das autonome Autofahren. Düsseldorf: Hans Böckler Stiftung, Working paper Nr. 188. https://www.boeckler.de/de/faust-detail.htm?sync_id=8977 (Abruf am 24.8.2020).
- Rudschies, Wolfgang (2020): Sion von Sono Motors: Crowdfunding im Ziel. In: ADAC. <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/sono-motors/sono-motors-sion/> (Abruf am 22.9.2020).
- SAE International (2014): Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/ (Abruf am 25.8.2020).
- Schaltegger, Stefan/Wagner, Marcus (2011): Sustainable entrepreneurship and sustainability innovation: categories and interactions. In: Business Strategy and the Environment, 20, H. 4, S. 222–237.
- Schmidt, Ulrich (2020): Elektromobilität und Klimaschutz: Die große Fehlkalkulation. Policy Brief. Institut für Weltwirtschaft, Kiel. https://www.ifw-kiel.de/fileadmin/Dateiverwaltung/IfW-Publications/-ifw/Kiel_Policy_Brief/KPB_143.pdf (Abruf am 30.6.2020).
- Schumpeter, Joseph A. (1997): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmerrisiko, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus. 9. Auflage. Berlin: Duncker & Humblot.

- Schwierz, Peter (2019): Experten entlarven Elektroauto-“Studie“ von Hans-Werner Sinn als unwissenschaftliche Meinungsmache. In: electrive.net. <https://www.electrive.net/2019/04/20/experten-entlarven-elektroauto-studie-von-hans-werner-sinn-als-unwissenschaftliche-meinungsmache/> (Abruf am 2.9.2019).
- Sean (2020): Xiaomi to expand its automotive component business through investment in BYD Semiconductor. In: Gizmochina. <https://www.gizmochina.com/2020/06/19/xiaomi-to-expand-its-automotive-component-business-through-investment-in-byd-semiconductor/> (Abruf am 30.11.2020).
- Seedrs (2017): Sono Motors. <https://www.seedrs.com/sono-motors> (Abruf am 21.9.2020).
- Seedrs (2018): Sono Motors1. <https://www.seedrs.com/sono-motors1> (Abruf am 21.9.2020).
- Siemens (2020): BYD and Siemens form strategic partnership to enable digital transformation. <https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/byd-and-siemens-form-strategic-partnership-enable-digital-transformation> (Abruf am 30.11.2020).
- Silicon Valley Institute for Regional Studies. (2015): Population Growth in Silicon Valley. San Jose CA: Silicon Valley Institute for Regional Studies. <https://jointventure.org/images/stories/pdf/population-brief-2015-05.pdf> (Abruf am 6.9.2020).
- Silicon Valley Institute for Regional Studies. (2020): Silicon Valley Indicators: Total Number of Jobs. <https://siliconvalleyindicators.org/data/economy/employment/job-growth/number-of-jobs-with-percent-change-over-prior-year/> (Abruf am 6.9.2020).
- Siondriver (2019): Karte der vorbestellten Sions (Fanprojekt). <https://www.siondriver.de/karte-der-vorbestellten-sions-fanprojekt/> (Abruf am 22.9.2020).
- Human Rights Institute (2020): Silicon Valley Pain Index: White Supremacy and Income/Wealth Inequality in Santa Clara County. San Jose State University. <https://www.sjsu.edu/hri/docs/Silicon%20Valley%20Pain%20Index.pdf> (Abruf am 6.5.2020).
- Skala, Agnieszka (2019): Digital startups in transition economies: challenges for management, entrepreneurship and education. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan.
- Sono Motors (2019): Sono Motors startet Community-Funding Kampagne mit Ziel 50 Millionen Euro. <https://sonomotors.com/de/press/press-releases/sono-motors-launches-community-funding-campaign-with-target-of-50-million-euros/> (Abruf am 21.9.2020).
- Sono Motors (2020a): Finanzielle Transparenz. <https://sonomotors.com/de/financial-transparency/> (Abruf am 21.9.2020).

- Sono Motors (2020b): Wer wir sind. <https://sonomotors.com/de/about-us/> (Abruf am 21.9.2020).
- Sono Motors (2020c): Mehr als 10.000 Unterstützer setzen in einer der größten Community-Funding Kampagnen Europas ein Zeichen für eine nachhaltige Zukunftsmobilität. <https://sonomotors.com/de/press/press-releases/sono-motors-community-funding-campaign-reaches-53-million-euros/> (Abruf am 15.1.2021).
- Sono Motors (2020d): Zeit, etwas zu verändern. <https://sonomotors.com/de/about-us/> (Abruf am 22.9.2020).
- Sono Motors (2020e): Endlich wieder auf Tour! Wir geben ein Update zur weiteren Strategie 2020. <https://sonomotors.com/de/blog/an-update-on-our-2020-strategy/> (Abruf am 22.9.2020).
- Sono Motors (2020f): Sion. <https://sonomotors.com/de/sion/> (Abruf am 24.9.2020).
- Sono Motors (2020g): Wie wir arbeiten. <https://sonomotors.com/de/career/how-we-work/> (Abruf am 22.9.2020).
- Sono Motors (2020h): 2019 Transparenz bei Sono Motors. München. <https://sonomotors.com/site/assets/files/4444/sono-motors-nachhaltigkeitsbericht-2019.pdf> (Abruf am 14.1.2021).
- Sono Motors (2020i): Solar Integration. <https://sonomotors.com/de/technology/> (Abruf am 22.9.2020).
- Stahl, Tobias (2020): Bis zu 2000 km Reichweite: Deutsche Forscher knacken den Super-Akku fürs E-Auto. In: *efahrer*. https://efahrer.chip.de/news/bis-zu-2000-km-reichweite-deutsche-forscher-knackden-super-akku-fuers-e-auto_103501 (Abruf am 21.11.2020).
- Sternberg, Rolf/Vorderwühlbecke, Arne/Brixy, Udo (2015): Global Entrepreneurship Monitor. Unternehmensgründungen im weltweiten Vergleich: Länderbericht Deutschland 2014. <https://www.iwkg.uni-hannover.de/fileadmin/iwkg/projects/GEM/gem2014.pdf> (Abruf am 15.1.2021).
- Sun, Lin (2012): Development Policies of New Energy Vehicles in China. In: *Asian Social Science*, 8, H. 2, S. 86–94.
- Supply Chain Movement (2018): BYD Europe organizes supplier conference to increase focus on local sourcing. <https://www.supplychainmovement.com/byd-europe-organizes-supplier-conference-to-increase-focus-on-local-sourcing/> (Abruf am 15.1.2021).
- Tech Workers Coalition (2020): Collective Action In Tech. <https://collectiveaction.tech/> (Abruf am 6.9.2020).
- Tesla (2019): Impact Report 2019. Palo Alto. https://www.tesla.com/ns_videos/2019-tesla-impact-report.pdf (Abruf am 22.8.2020).
- Tesla (2020): Tesla Vehicle Safety Report. https://www.tesla.com/de_DE/VehicleSafetyReport?redirect=no (Abruf am 25.8.2020).

- Tesla Inc. (2020): Annual Report Pursuant to Section 13 or 15(d) of the Securities Exchange Act of 1934. <https://tesla.gcs-web.com/node/12396/html> (Abruf am 26.01.2021).
- The Brake Report (2020): Chinese self-driving cars ready to roll abroad. <https://thebrakereport.com/chinese-self-driving-cars-ready-to-roll-abroad/> (Abruf am 30.11.2020).
- Thrun, Sebastian (2010): What we're driving at. In: Google Blog. <https://googleblog.blogspot.com/2010/10/what-were-driving-at.html> (Abruf am 27.8.2020).
- Trautwein, Constanze (2020): Sustainability impact assessment of start-ups – Insights on relevant assessment challenges and approaches. In: Unveröffentlichtes Manuskript, aktuell in der Begutachtung.
- Tyfield, David/Zuev, Dennis/Ping, Li/Urry, John (2014): Low Carbon Innovation in Chinese Urban Mobility: Prospects, Politics and Practices. Brighton: Steps Centre.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016): Weiterentwicklung und vertiefte Analyse der Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen. Dessau-Roßlau. Texte 27/2016. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_27_2016_umweltbilanz_von_elektrofahrzeugen.pdf (Abruf am 23.6.2017).
- United Nations (2018): About the Sustainable Development Goals. In: United Nations Sustainable Development. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> (Abruf am 5.2.2020).
- Verghese, Simon (2019): Bringing 3D perimeter lidar to partners. In: Waymo Blog. <https://blog.waymo.com/2019/08/bringing-3d-perimeter-lidar-to-partners.html> (Abruf am 27.8.2020).
- Visser, Corinna (2017): Laurin Hahn von Sono Motors: „Wir wollen Elektromobilität für alle“. In: Berlin Valley. <https://berlinvalley.com/interview-sono-motors/> (Abruf am 21.9.2020).
- Volkswagen AG (2019): Volkswagen startet Vorproduktion im ersten ganz auf Elektromobilität ausgerichteten Werk in China. <https://www.volkswagenag.com/de/news/2019/11/volkswagen-starts-pre-production-in-first-plant-purely-focused-o.html> (Abruf am 12.9.2020).
- Volkswagen AG (2020): Volkswagen Konzern 2019 mit erfolgreichem Geschäft. <https://www.volkswagenag.com/de/news/2020/02/volkswagen-group-with-positive-business-performance-in-2019.html> (Abruf am 2.11.2020).
- Wang, Zirui (2020): Volkswagen Mobility and AutoX Announce Strategic Cooperation. In: Equal Ocean. <https://equalocean.com/news/2020082014585> (Abruf am 5.9.2020).

- Wang, Hua/Kimble, Chris (2010): Betting on Chinese electric cars? Analysing BYD's capacity for innovation. In: International Journal of Automotive Technology and Management, 10, Nr. 1.
- Waymo (2018a): Video: Waymo Live Unveil Highlights: Autonomous driving Jaguar I-PACE. In: Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=zJTCeidiFx0> (Abruf am 27.8.2020).
- Waymo (2018b): Same driver, different vehicle: Bringing Waymo self-driving technology to trucks. In: Waymo Blog. <https://blog.waymo.com/2019/08/same-driver-different-vehicle-bringing.html> (Abruf am 27.8.2020).
- Waymo (2019): Making Waymos in Motor City. In: Waymo Blog. <https://blog.waymo.com/2019/08/making-waymos-in-motor-city.html> (Abruf am 27.8.2020).
- Waymo (2020a): Our Mission. <https://waymo.com/> (Abruf am 24.8.2020).
- Waymo (2020b): Waymo raises first external investment round. In: Waymo Blog. <https://blog.waymo.com/2020/03/waymo-raises-first-external-investment.html> (Abruf am 27.8.2020).
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin. <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/welt-im-wandel-gesellschaftsvertrag-fuer-eine-grosse-transformation> (Abruf am 26.1.2021).
- White, Glen (2014): Foxconn invests \$811m to develop a cheap electric car. In: Manufacturing Global. <https://www.manufacturingglobal.com/technology/foxconn-invests-dollar811m-develop-cheap-electric-car> (Abruf am 30.11.2020).
- Wietschel, Martin (2020): Stellungnahme zum Policy Brief Elektromobilität und Klimaschutz: Die große Fehlkalkulation. Karlsruhe. <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2020/Stellungnahme>IfW-Langfassung.pdf> (Abruf am 30.6.2020).
- Wikipedia (2020a): General Motors EV1. https://en.wikipedia.org/wiki/General_Motors_EV1#Battery (Abruf am 18.8.2020).
- Wikipedia (2020b): Tesla Autopilot. https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Autopilot (Abruf am 25.8.2020).
- Xie, Yuki (2020): BYD Yearly Car Production.
- Yahoo Finance (2020): Top 25 Automakers by Market Cap. <https://docs.google.com/spreadsheets/u/1/d/1HfIVng6sYIb6Gs4pOKiDGtqU5YJ2-hgdM4pRNaT62gs/htmlview> (Abruf am 7.7.2020).
- Yoshida, Junko (2020): Waymo's Lidar Plan: How's It Working out? In: EE-Times. <https://www.eetimes.com/waymos-lidar-plan-hows-it-working-out/#> (Abruf am 27.8.2020).

- Zheng, Lichun/Lu, Yutong (2020): BYD to scale up new „blade battery“ production to challenge CATL. In: Nikkei Asian Review. <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Caixin/BYD-to-scale-up-new-blade-battery-production-to-challenge-CATL> (Abruf am 11.9.2020).
- Zheng, Hong-mei/Yang, Cong-kun/Mou, Tong-hua/Du, Fang (2013): The Growth and Expansion Path of BYD Company Limited and its Innovation Model. In: Proceedings of the 2013 International Academic Workshop on Social Science (IAW-SC-13). Hunan, China: Atlantis Press. <http://www.atlantispress.com/php/paper-details.php?id=9300> (Abruf am 11.9.2020).
- Zipser, Daniel (2019): Insights into China’s dynamic auto market from Daimler’s Hubertus Troska. In: McKinsey&Company. <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/insights-into-chinas-dynamic-auto-market-from-daimlers-hubertus-troska#> (Abruf am 12.9.2020).

Autor und Autorin

Dr. Jens Clausen ist Mitgründer des Borderstep Instituts. Der Diplomingenieur für Maschinenbau leitet als Senior Researcher das Borderstep Büro Hannover. In seinen Arbeiten beschäftigt er sich mit Gründungs-, Innovations- und Transformationsforschung. Sein besonderes wissenschaftliches Interesse gilt den Themen Wärme, Elektromobilität und Digitalisierung.

Nach seinem Studium arbeitete er als Entwicklungsingenieur und Anwendungstechniker für die Continental AG. Von 1991 bis zur Gründung des Borderstep Instituts im Jahr 2005 war er als Senior Researcher am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung im Forschungsfeld „Ökologische Unternehmenspolitik“ in Berlin und Hannover tätig. Von 1993 bis 2000 wirkte Jens Clausen im DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes im Arbeitsausschuss „Umweltmanagementsysteme“ mit.

Im Jahre 2004 promovierte er am Institut für Institutionelle und Sozial-Ökonomie der Universität Bremen. Seit 2006 ist er als Gutachter für verschiedene Gründerwettbewerbe tätig und seit 2019 koordiniert er die Regionalgruppe der Scientists4Future in der Region Hannover.

Dr. Yasmin Olteanu ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Borderstep Institut. Ihr Forschungsschwerpunkt ist Sustainable Entrepreneurship. Im Rahmen des Projekts „Grüne Gründungen als Transformationsmotor stärken“ stimuliert sie eine stärkere Wahrnehmung der Bedeutung und Herausforderungen von Gründungen im Bereich Green Economy und die Optimierung relevanter Förderinstrumente. Mit dem Green Start-up Monitor verbessert sie die Datengrundlage zu grünen Start-ups. Im Projekt Sustainability4ALL entwickelt sie zielgruppengerechte Inhalte und Formate, die Start-ups und ihr Ökosystem bei der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten unterstützen sollen. Zudem beschäftigt sie sich mit der Wirkungsmessung von Start-ups und relevanten Förderprogrammen.

Vor ihrem Wechsel zu Borderstep sammelte sie vielfältige internationale Erfahrungen am Schnittpunkt zwischen finanzieller, sozialer und ökologischer Unternehmenszielsetzung als Trainerin und Managerin in Sub-Sahara Afrika (LFS Financial Systems, Solarkiosk) und als Investment Officer in Peru (Triple Jump Fund Management).

Sie promovierte an der Freien Universität Berlin. Ihr Diplom- und das anschließende Masterstudium absolvierte sie an der Berliner Hochschule für Recht und Wirtschaft, der Università degli Studi di Bergamo (Italien) und der Universidade Estadual de Campinas (Brasilien).

Die etablierte Automobilbranche in Deutschland bekommt Konkurrenz: Nicht nur Google arbeitet mit seiner Ausgründung Waymo am serienreifen autonomen Fahren, auch einige chinesische Hersteller wie BYD befinden sich auf dem Sprung in den europäischen Markt, in München arbeitet das Start-up Sono Motors an einer sozial-ökologischen Vision eines effizienten Elektroautos mit europäischer Lieferkette. Das Papier behandelt die Diffusion dieser Innovationen in die großen Automobilkonzerne und wirft einen Blick auf die Akteure der Nische, die sich mehr und mehr in den Markt vorarbeiten.
