

Automobil

Auto-Cluster Bayern Entwicklung und Zukunftsperspektiven

Studie

Stand: März 2021

Eine vbw/bayme vbm Studie,
erstellt von IW Consult GmbH und Fraunhofer IAO

Die bayerische Wirtschaft

vbw

bayme
vbm



Hinweis

Diese Publikation darf nur von den Mitgliedern des bayme – Bayerischer Unternehmensverband Metall und Elektro e. V., des vbm – Verband der Bayerischen Metall- und Elektroindustrie e. V. und der vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. zum internen Gebrauch genutzt werden. Eine darüber hinausgehende Nutzung – insbesondere die Weitergabe an Nichtmitglieder oder das Einstellen im öffentlichen Bereich der Homepage – stellt einen Verstoß gegen urheberrechtliche Vorschriften dar.



Vorwort

Transformation erfolgreich gestalten

Die Automobilindustrie befindet sich inmitten grundlegender Veränderungsprozesse, und sie betreffen verschiedene Ebenen gleichzeitig: die Entwicklung emissionsärmerer Antriebssysteme, eine zunehmende Automatisierung und Vernetzung der Fahrzeuge sowie neue Nutzungsmöglichkeiten. Jeder dieser Trends hat Auswirkungen auf Wertschöpfungsanteile und -beziehungen.

Damit die Unternehmen diese Transformationsprozesse erfolgreich bewältigen können, brauchen sie genug Zeit für die Umstellung - beispielsweise für den Erwerb neuer Kompetenzen - und genug Mittel für Investitionen in neue Technologien. Auf beiden Feldern sind die Herausforderungen zuletzt deutlich größer geworden. Während einerseits die klimapolitische Regulierung in immer kürzeren Abständen immer weiter verschärft wird, löst andererseits die Corona-Pandemie konjunkturelle Einbrüche ungeahnten Ausmaßes aus.

Für den Standort Bayern ist es besonders wichtig, dass unsere Unternehmen den Wandel erfolgreich gestalten. Automobilhersteller und Zulieferbetriebe tragen einen wesentlichen Teil zu unserer heutigen ökonomischen Stärke bei und haben maßgeblichen Anteil an der Innovationskraft unserer Wirtschaft.

Im Jahr 2018 haben wir die Auswirkungen der automobilen Megatrends quantifiziert und analysiert, wie die bayerischen Unternehmen für den Wandel aufgestellt sind. Angesichts der oben skizzierten Entwicklungen war es jetzt an der Zeit für ein Update. Die Ergebnisse zeigen, dass das Umfeld schwieriger geworden ist, wir aber nach wie vor davon profitieren, dass die bayerischen Unternehmen im globalen Vergleich etwas stärker auf die wachsenden Segmente ausgerichtet sind. Das ist allerdings keine Position, auf der wir uns ausruhen können – wir müssen die Transformation von der Spitze aus gestalten, um künftig erfolgreich zu sein.

Die vbw tritt deshalb für Rahmenbedingungen ein, mit denen die bayerische Automobilwirtschaft auch in Zukunft Wertschöpfung und Beschäftigung am Standort sichern kann. Entscheidend sind Technologieoffenheit und Innovationsfreundlichkeit bei allem staatlichen Handeln, insbesondere in Brüssel.

Bertram Brossardt
02. März 2021



Inhalt

1	Zusammenfassung	1
1.1	Zukunftsszenario 2020 bis 2030	1
1.2	Größe, Entwicklung und Spezialisierungsmuster des bayerischen Auto-Clusters	3
2	Automobilindustrie im Umbruch	7
2.1	Verschiebung der Produktion	7
2.2	Verschärfung der Umweltregulierung	8
2.3	Technologischer Wandel	11
2.3.1	Elektrifizierte Antriebe	12
2.3.2	Fahrzeugautomatisierung	13
2.3.3	Fahrzeugvernetzung	14
3	Globales Basisszenario bis 2030	16
3.1	Grundlegende Annahmen	16
3.2	Blick zurück – globale Entwicklung 2016 bis 2019	18
3.3	Globale Marktentwicklung 2020 bis 2030	20
3.4	Veränderung der Struktur der Fahrzeuge	22
3.5	Entwicklung der Marktvolumen in den Transformationsbereichen	25
3.5.1	Antriebe	27
3.5.2	Automatisierung	30
3.5.3	Vernetzung	30
3.5.4	Fazit	31
4	Alternative Szenarien	34
4.1	Globales MaaS-Szenario	34
4.2	Progressives Brennstoffzellen-Szenario	38
5	Das Auto-Cluster Bayern	40
5.1	Größe des Auto-Clusters Bayern 2019	40
5.2	Struktur des Auto-Clusters Bayern 2019	44



5.3	Bedeutung im Wirtschaftskreislauf 2019	46
5.4	Starker Einbruch im Jahr 2020	50
6	Marktvolumen in Bayern nach Systemen	52
6.1	Marktvolumen 2016 bis 2020 in Bayern	52
6.2	Vergleich mit der globalen Struktur 2020	55
6.3	Vergleich der Prognose- und der Ist-Entwicklung 2016 bis 2020	58
7	Bayernspezifische Szenarien	61
7.1	Bayern wächst mit dem Markt	64
7.2	Bayern ist Vorreiter	68
7.3	Bayern bleibt stehen	71
7.4	Bayern verliert Marktanteile	73
7.5	Bayern im MaaS-Szenario	74
7.6	Szenarien im Überblick	76
8	Regionalstruktur des Auto-Clusters Bayern	78
	Abbildungsverzeichnis	83
	Tabellenverzeichnis	84
	Anhang	86
	Ansprechpartner/Impressum	87



1 Zusammenfassung

Technologiewandel geht wie erwartet weiter – weltweite Produktion nur mit geringem Wachstum – Bayern weiterhin gut gerüstet

Das Ziel dieser Studie ist ein Update der Studie „Veränderung der bayerischen Automobilindustrie durch globale Megatrends“ von 2018. Sie soll drei Fragen beantworten:

- Welche Trends prägen weltweit den automobilen Strukturwandel und wie ändern sich die Märkte insbesondere durch die Fahrzeugelektrifizierung, -automatisierung und -vernetzung bis 2030? Dazu werden Referenzfahrzeuge definiert und Szenarien entwickelt.
- Wie groß ist das bayerische Auto-Cluster und wie sieht seine heutige Struktur aus, das heißt, auf welche Teile eines Automobils mit Blick auf Antriebe (Verbrenner-, Hybrid- oder elektrische Antriebe), Automatisierungs- und Vernetzungstechnologien sowie sonstige Systeme haben sich die bayerischen Unternehmen im Vergleich zum Weltmaßstab spezialisiert? Dafür wurden Größe und Struktur des Auto-Clusters Bayern empirisch ermittelt.
- Begünstigt das heutige bayerische Spezialisierungsprofil den Strukturwandel bei der Bewältigung der Megatrends? Dafür werden die Spezialisierungsprofile mit den globalen Zukunftsszenarien verbunden, um Chancen und Risiken für Bayern herauszuarbeiten.

Diese Fragen wurden bereits in der Studie von 2018 für den Zeitraum 2016 bis 2030 bearbeitet. Jetzt steht eine Aktualisierung für die Jahre 2019 bis 2030 an. Dabei soll ein Blick nach vorne in die Zukunft gerichtet, aber auch gleichzeitig dargestellt werden, inwieweit die Szenarien aus 2018 eingetroffen sind und wie die Entwicklung rückblickend für Bayern von 2016 bis 2020 zu bewerten ist.

1.1 Zukunftsszenario 2020 bis 2030

Die globale Basisprognose zeigt, dass die Trends zur Fahrzeugelektrifizierung, -automatisierung und -vernetzung weitergehen; allerdings wird die Zahl der neu zugelassenen Fahrzeuge (Pkw und leichten Nutzfahrzeuge) weltweit von 74,3 Millionen (2020) auf 91,4 Millionen Einheiten (2030) steigen. Die Vorgängerstudie ging noch von einer Zunahme von 100 Millionen Fahrzeugen (2020) auf 116 Millionen (2030) aus.

2020 ist weltweit insbesondere Corona-bedingt ein Krisenjahr für die Automobilindustrie. Nach vorliegenden Schätzungen soll die Zahl der neu zugelassenen Fahrzeuge weltweit von 87,4 Millionen Einheiten (2019) auf 74,3 Millionen fallen. Bis zum Jahr 2025 soll dieser Einbruch wettgemacht sein: Die Anzahl der dann neu zugelassenen Fahrzeuge wird auf 89,5 Millionen Einheiten geschätzt. In den darauffolgenden fünf Jahren bis 2030 wächst der Markt nur schwach auf 91,4 Millionen Einheiten. Trotz der zurückhaltenden Schätzung

Zusammenfassung

zur weltweite Produktion in den nächsten Jahren und der aktuellen Krise geht der Strukturwandel weiter. Klar erkennbar in den Prognosen ist ein Trend weg von Fahrzeugen mit reinem Verbrennerantrieb hin zu Hybrid- oder batterieelektrischen Fahrzeugen:

- Die Anzahl der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor (einschließlich Mild-Hybrid) soll von 70,6 Millionen Einheiten (2020) auf 56,2 Millionen (2030) fallen. Die Marktanteile sinken dadurch von 95 Prozent heute auf knapp 62 Prozent in zehn Jahren.
- Die Zahl der Hybridfahrzeuge (FHEV, PHEV) steigt von 2,2 Millionen (2020) auf 11,9 Millionen (2030).
- Die Zahl der reinen batterieelektrischen Fahrzeuge steigt von 1,5 Millionen heute auf 22,4 Millionen in zehn Jahren.
- Brennstoffzellenfahrzeuge werden im untersuchten Bereich der Pkw und leichten Nutzfahrzeuge weiterhin keine große Rolle spielen. Es wird im Jahr 2030 mit einem Marktanteil von nur einem Prozent gerechnet.
- Die Prognosen aus der Vorgängerstudie werden hier im Grunde bestätigt.

Deutlich zunehmen werden die Fahrzeuge mit einem Automatisierungslevel von 3 und höher. Heute haben weltweit nur 1,5 Prozent der neu zugelassenen Fahrzeuge diese Eigenschaften – in zehn Jahren sollen es 35 Prozent sein. Der Anteil der Fahrzeuge im Level 5 (fahrerloses Fahren) soll 1,5 Prozent betragen. Das wären immerhin 1,4 Millionen Fahrzeuge.

Auch die Vernetzung wird in den Fahrzeugen deutlich zunehmen, wesentlich stärker als noch vor zwei Jahren prognostiziert. Während heute noch 18,6 Prozent aller Fahrzeuge nicht vernetzt sind, reduziert sich dieser Anteil bis 2030 auf nur noch knapp ein Prozent. 55 Prozent der Fahrzeuge werden ein im Fahrzeug eingebautes System haben, das mit der SIM-Karte des Fahrers funktioniert („embedded“), rund 35 Prozent der Fahrzeuge werden dagegen mit Systemen ausgestattet sein, die mit dem Smartphone des Fahrers interagieren („tethered“).

Aus diesen Stückzahlen können, multipliziert mit den entsprechenden Preisen, Marktvolumen für die einzelnen Systeme berechnet werden:

- Das globale Marktvolumen im Automobilbereich steigt von 1,93 Billionen Euro (2020) auf rund 2,70 Billionen Euro (2030). Der Vorteil eines insgesamt wachsenden Markts ist deutlich geschwunden, aber die für die Zukunft der Mobilität relevanten Systeme wachsen umso stärker.
- Der Markt für klassische Antriebe – also für Autos mit Verbrennungsmotor und Mild-Hybrids – soll von 428 Milliarden Euro (2020) auf rund 360 Milliarden Euro (2030) schrumpfen. Die Marktanteile sinken entsprechend von 22,2 Prozent heute auf nur noch 13,4 Prozent in zehn Jahren.
- In entgegengesetzter Richtung verlaufen die Märkte für Antriebe mit Elektrokomponente (FHEV, PHEV, BEV, FCEV). Das Marktvolumen soll von 41,4 Milliarden Euro (2020) auf rund 303 Milliarden Euro (2030) steigen. Der Marktanteil würde dann von heute 2,1 Prozent auf 11,2 Prozent steigen. Seit 2016 hat sich ein erwarteter, aber eher moderater Wandel weg von den Verbrennerantrieben und hin zu Hybrid- und Elektroantrieben gezeigt. Die aktuelle Strukturkrise wird diesen Trend in diesem Jahr beschleunigen. Die Brennstoffzelle spielt bisher keine Rolle.

Zusammenfassung

- Kräftig expandieren sollen die Systeme, die zur Automatisierung der Fahrzeuge notwendig sind – und zwar von 91 Milliarden Euro (2020) auf 267 Milliarden Euro (2030). Hier sind die Preise je Fahrzeug auch im Vergleich zur Vorgängerstudie stark gestiegen. Die Systeme sind heute auch in den unteren Automatisierungslevels komplexer und technologisch ausgereifter, als noch vor wenigen Jahren erwartet wurde.
- Mit etwas geringerer Rate nehmen die Marktvolumen im Bereich Vernetzung (von 94 Milliarden Euro auf 197 Milliarden Euro) und die der sonstigen Systeme (von 1.277 Milliarden Euro auf 1.1570 Milliarden Euro) zu.

Insgesamt fällt auf, dass die Marktvolumen in den Bereichen Automatisierung und Vernetzung heute deutlich größer sind, als es für das Jahr 2020 in der Abschätzung im Jahr 2018 absehbar war. Das sind wichtige Zukunftsmärkte. Ihre Anteile am Gesamtmarkt sollen 2030 bei über 17 Prozent liegen und damit höher sein als die der klassischen Antriebe (13,4 Prozent) oder der Antriebe mit Elektrokomponente (11,2 Prozent).

Ein alternatives globales Mobilitäts-Szenario (Mobility as a Service) geht davon aus, dass durch neue Mobilitätsdienste insgesamt weniger Fahrzeuge gebraucht werden. Das MaaS-Szenario unterscheidet sich in zwei Punkten von dem Basisszenario. Es werden weltweit weniger Autos gebaut – anstatt 91,4 Millionen wie im Basisszenario werden es im Jahr 2030 nur 86,7 Millionen Einheiten sein. Dafür sind die Anteile der Fahrzeuge mit Elektroantrieb (34 Prozent statt 24,5 Prozent) und mit höheren Automationsgraden (54 Prozent mit Level 3 oder höher anstatt 35 Prozent) deutlich höher. Die globalen Marktvolumen liegen im Jahr 2030 in MaaS-Szenario in etwa auf dem Niveau des Basisszenarios. Die geringeren Stückzahlen werden durch die Höherwertigkeit der Fahrzeuge gerade ausgeglichen.

In dem Basisszenario wird der Brennstoffzelle nur eine untergeordnete Rolle zugewiesen. Nur ein Prozent der Fahrzeuge soll im Jahr 2030 mit dieser Antriebstechnologie ausgestattet sein. In einem alternativen Szenario werden die Effekte einer Erhöhung des Anteils der Brennstoffzellenantriebe betrachtet. Im Jahr 2025 soll ihr Anteil weltweit um zwei Prozentpunkte und im Jahr 2030 um drei Prozentpunkte gegenüber dem Basisszenario steigen. Das führt im Jahr 2030 zu erhöhten Marktvolumen zwischen 14,4 und 27 Milliarden Euro, je nachdem, ob die Brennstoffzelle batterieelektrische oder konventionelle Antriebe ersetzt. Ein solches progressives Szenario ist vor dem Hintergrund einer wachsenden Bedeutung von Brennstoffzellenantrieben für schwere Nutzfahrzeuge nicht unwahrscheinlich. Bereits 2030 sollen weltweit neun Prozent aller schweren Nutzfahrzeuge mit Brennstoffzellen betrieben werden. Das ist nur erreichbar, wenn sukzessive ein Wasserstofftankstellennetz aufgebaut wird. Passiert das aber, hat diese Antriebstechnologie auch bei PKW und leichten Nutzfahrzeugen besser Marktchancen.

1.2 Größe, Entwicklung und Spezialisierungsmuster des bayerischen Auto-Clusters

In diesem Update wurden auch die Größe und die Struktur des Auto-Clusters Bayern für das Jahr 2019 auf Basis von Statistiken und Input-Output-Tabellen neu berechnet. Der Produktionswert beträgt rund 139,4 Milliarden Euro (2019). Das ist ein Zuwachs von rund

Zusammenfassung

11 Prozent gegenüber 2016. Das bedeutet allerdings ungefähr eine Halbierung des Wachstums im Vergleich zu dem Zeitraum 2013 bis 2016. Im Jahr 2019 hängen 350.000 Arbeitsplätze an diesem Cluster. Von dem gesamten Produktionswert entfallen knapp 119 Milliarden Euro auf die Automobilindustrie (Herstellung von Kraftwagen und -teilen) und rund 20 Milliarden Euro auf Zulieferer außerhalb dieser Branche. Von dem gesamten Produktionswert gehen 63 Prozent in den Export, 21 Prozent an Kunden in Bayern und 16 Prozent an Abnehmer in anderen Bundesländern. Das Auto-Cluster trägt insgesamt 7,4 Prozent zur gesamten Bruttowertschöpfung in Bayern bei. Im Jahr 2016 waren es noch 7,9 Prozent. Jeder Euro Wertschöpfung des Auto-Clusters Bayern induziert zusätzliche 0,74 Euro im Wirtschaftskreislauf in Deutschland. Mehr als zwei Drittel dieses Effektes bleiben in Bayern.

Im Jahr 2020 ist die Automobilindustrie stark eingebrochen. Das zeigen nicht zuletzt die fast um ein Fünftel niedrigeren Zulassungszahlen in Deutschland im Jahr 2020 gegenüber Vorjahr. Die Umsätze und die Arbeitsvolumen des Autoclusters Bayern sind um rund zehn Prozent gefallen. Bei diesem Rückgang von um zehn Prozent von 2019 auf 2020 geht die Größe des Auto-Clusters von 139,4 Milliarden Euro (2019) auf 125,5 Milliarden Euro zurück.

Genau wie in der Vorgängerstudie wird auch in diesem Update die Verteilung des Produktionswertes auf die relevanten – also vom automobilen Wandel betroffenen – Komponenten der definierten Referenzfahrzeuge ermittelt (s. Abbildung 3). Die 19 Komponenten beinhalten beispielsweise den Motor, die Abgasanlage und das Thermomanagement, die Batterie, die Ladetechnik oder die Umfelderfassung. Grundlage sind Fortschreibungen der alten durch neue Unternehmensbefragungen, webbasierte Recherchen und Experteneinschätzungen. Diese Daten wurden für das Jahr 2019 ermittelt. Für 2020 wurden entsprechende Anpassungen (Rückgang um zehn Prozent mit Verschiebungen hin zu Elektroautos) gemacht.

- Der Produktionswert, der auf Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (Lkw und Sonderfahrzeuge werden nicht berücksichtigt) entfällt, wird für 2020 auf 112,9 Milliarden Euro geschätzt. Der Produktionswert von LKW und Sonderfahrzeugen wird auf zehn Prozent geschätzt und beläuft sich damit auf 12,6 Milliarden Euro. Beide Größen ergeben den gesamten Produktionswert des Auto-Clusters.
- Davon entfallen 20,8 Milliarden Euro (18,5 Prozent) auf Komponenten der klassischen Verbrennerantriebe (inklusive Mild-Hybrid-Antrieben), knapp 7 Milliarden Euro auf Antriebe mit Elektrokomponente (5,9 Prozent), rund 5 Milliarden Euro auf die Automatisierung (4,4 Prozent), 6,5 Milliarden Euro auf die Vernetzungskomponenten (5,7 Prozent) und 38,9 Milliarden Euro auf die sonstigen Systeme (65,5 Prozent).

Ein Vergleich der bayerischen Struktur mit dem Weltmarktportfolio aus dem Basisszenario zeigt Unterschiede:



Zusammenfassung

- Bayern ist weniger stark als weltweit auf Verbrennungsmotoren und damit verbundene Komponenten spezialisiert. In Bayern entfallen im Jahr 2020 rund 18,5 Prozent auf diesen Bereich; weltweit sind es 22,2 Prozent.
- Auf Teile rund um Antriebe mit Elektrokomponente entfallen in Bayern 5,9 Prozent der Produktionswerte – im globalen Portfolio sind es 2,1 Prozent.
- Auf die Fahrzeugautomatisierung entfallen in Bayern 4,4 Prozent und weltweit 4,7 Prozent.
- Der Vernetzung können 5,7 Prozent des bayerischen Produktionswertes zugerechnet werden – im Weltportfolio sind es nur 4,9 Prozent.

Besonders stark spezialisiert sind bayerische Unternehmen bei den Themen Thermomanagement, Leistungselektronik, elektrische Antriebe, Ladetechnik und Getriebe. Deutlich unterdurchschnittlich spezialisiert ist Bayern bei Batterien, die in Zukunft einen hohen Anteil bei konventionellen und elektrischen Antrieben haben werden. Liegt der Anteil heute noch bei 3,9 Prozent (Marktvolumen 18,5 Milliarden Euro weltweit), wird er 2030 voraussichtlich bei 19,7 Prozent (Marktvolumen 131 Milliarden Euro) liegen.

Diese Ergebnisse hat im Kern bereits die Untersuchung von 2018 gezeigt. Bei der Fahrzeugautomatisierung ist der Anteil Bayerns zwar im Vergleich zur 2018er-Studie etwas geschrumpft, dafür ist der Anteil Bayerns bei der Vernetzung leicht gestiegen.

Insgesamt hat Bayern aber ein Portfolio mit guten Zukunftschancen. Die Unternehmen sind dort überdurchschnittlich stark positioniert, wo die globalen Szenarien in den nächsten Jahren hohe Wachstumsraten sehen. Die bayerischen Unternehmen haben umgekehrt dort eher geringe Anteile in ihren Leistungsportfolios, wo das globale Wachstum schwächer eingeschätzt wird. Daraus resultiert ein positiver Struktureffekt für den Freistaat als Ganzes – einzelne Regionen in Bayern sind unterschiedlich stark betroffen, je nach den Produktportfolios der ansässigen Unternehmen. Wenn es dem bayerischen Auto-Cluster gelingt, in allen Einzelkomponenten der Referenzfahrzeuge wie der Weltmarkt zu wachsen, resultiert allein durch die günstigere Ausgangsstruktur ein Wachstumsvorteil.

Dieser Struktureffekt kann kumuliert über die Jahre 2020 bis 2030 auf 9,7 Prozent geschätzt werden. Das Marktvolumen könnte also 2030 um knapp ein Zehntel höher als die aktuelle Schätzung liegen. Der vergleichbare Wert aus der alten Studie (ebenfalls gerechnet für die Jahre 2020 bis 2030) liegt bei 10,2 Prozent – und damit in etwa auf der gleichen Höhe wie der heute Gemessene.. Bayern hat Marktanteile verloren. Sie sind von 2,5 Prozent (2016) auf 2,3 Prozent (2020) gefallen. Dieser Trend hat wiederum nichts mit dem Einbruch von 2020 zu tun. Im Jahr 2019 lag der bayerische Marktanteil bei 2,2 Prozent – also auch unter dem Niveau von 2016. Bayern hat seine potenziellen Wachstumchancen aufgrund seines Strukturvorteils nicht genutzt. Nun gilt es, den kleineren Struktureffekt für die Jahre bis 2030 bestmöglich zu entfalten. Dann läge das Marktvolumen der relevanten Komponenten in 2030 bei rund 76 Milliarden Euro und damit um gut 14 Milliarden Euro höher als im Basisszenario.



Zusammenfassung

In der Studie von 2018 wurde dieser Struktureffekt kumuliert über die Jahre 2016 bis 2030 auf 13,9 Prozent geschätzt. Hätte Bayern diesen Strukturvorteil genutzt, hätte das bayerische Auto-Cluster in den Jahren 2016 bis 2020 schneller wachsen müssen als der Weltmarkt. Eine Überprüfung hat ergeben, dass dies nicht bestätigt werden kann. Die Produktionswerte in Bayern sind schwächer gewachsen als im weltweiten Durchschnitt.

Deshalb werden diese Effekte im Rahmen bayerischer Szenarien diskutiert, die auf den globalen Szenarien aufsetzen. Die Berechnung des Struktureffektes ist das Ergebnis des Szenarios „Bayern wächst mit dem Weltmarkt“. Ein Vorreiter-Szenario zeigt, dass es sich lohnen könnte, noch schneller den Strukturwandel in Richtung Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung zu treiben. Ein alternatives Szenario „Bayern bleibt stehen“ konserviert die heutigen Strukturen. Es zeigt negative Wachstumsfolgen und kann kein Wegweiser für die Zukunft sein. Im MaaS-Szenario mit stark wachsenden Mobilitätsdienstleistungen hat Bayern hingegen gute Aussichten, weil es noch stärker als global Basisszenario dort Wachstumschancen sieht, wo Bayern heute besonders stark ist.

Hervorzuheben ist, dass daraus keine Ableitung über die Performance der bayerischen Unternehmen vorgenommen werden kann. Gemessen wird nur die Leistungserstellung in Bayern. Unberücksichtigt bleiben die Produktion und die Wertschöpfung bayerischer Unternehmen im Ausland.

2 Automobilindustrie im Umbruch

Tiefgreifender technologischer Strukturwandel bei rückläufiger Produktion weltweit und in Bayern

2.1 Verschiebung der Produktion

Seit 2016 ist die Produktion von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen von 91,2 Millionen Einheiten auf nur noch 87,4 Millionen in 2019 gefallen. Der Höhepunkt der weltweiten Produktion von Fahrzeugen war 2017 mit 92,8 Millionen Einheiten. Insbesondere durch die Corona-Krise wird es 2020 zu einem Rückgang gegenüber dem Vorjahr auf 74,3 Millionen Fahrzeuge kommen¹.

Die deutschen Hersteller konnten zwischen 2016 und 2019 ihre Weltmarktanteile behaupten und sogar leicht ausbauen (Tabelle 1)². Der Anteil stieg von 17,4 Prozent (2016) auf 18,3 Prozent (2019). Dieser Anteil für 2029 errechnet aus den 15,9 Millionen Leichtfahrzeugen, die die deutschen Hersteller von den insgesamt weltweit produzierten 87,4 Millionen Einheiten hergestellt haben. Der gleiche Trend ist für bayerische Hersteller (BMW und Audi) zu beobachten. Auch ist ein leichter Anstieg der Anteile an weltweiten Produktionszahlen von 7,3 Prozent (2016) auf 7,9 Prozent (2019) zu verzeichnen.

In den Jahren seit 2016 sind allerdings in Bayern und in Deutschland die Inlandsproduktionsanteile deutlich gefallen. 2019 wurden rund 20 Prozent weniger Fahrzeuge im Inland hergestellt als noch 2016. Der Anteil der Inlands- an der Gesamtproduktion ist in Bayern von 31 Prozent (2016) auf knapp 24 Prozent (2019) gefallen. Die Weltmarktanteile der bayerischen Inlandsproduktion sind in diesem Zeitraum von 2,2 Prozent auf 1,9 Prozent gefallen.

Die Inlandsproduktion in Bayern ist für diese Studie besonders wichtig, weil das bayerische Automotive durch den Produktionswert der beteiligten Unternehmen in Bayern gemessen wird (siehe dazu Kapitel 5).

¹ Siehe dazu Kapitel 3.3

² Die Daten für die weltweite Produktion stammen von der OAI und die deutschen Daten vom VDA. Sie sind nicht völlig kompatibel. Die Zahlen für die Inlandsproduktion in Bayern sind teilweise geschätzt.

Tabelle 1

 Produktion von Fahrzeugen¹⁾ nach Regionen

Region	2016	2017	2018	2019
Welt	91,2	92,8	92,4	87,4
Deutschland, weltweit	15,8	16,5	16,3	15,9
Deutschland, Inland	5,7	5,6	5,1	4,7
Bayern, weltweit	6,6	6,9	7,0	6,9
Bayern, Inland	2,0	1,9	1,8	1,6
Index 2016 = 100				
Welt	100	102	99	95
Deutschland, weltweit	100	104	103	101
Deutschland, Inland	100	98	89	81
Bayern, weltweit	100	104	105	105
Bayern, Inland	100	94	86	80

¹⁾ Pkw und leichte Nutzfahrzeuge.

Angaben in Millionen Fahrzeugen

Quelle: OAIC (2020), VDA (2020)

2.2 Verschärfung der Umweltregulierung

Die Entwicklung der Treibhausgas (THG)-Emissionen im Straßenverkehr wird in der Europäischen Union auch über die Flottengrenzwerte des CO₂-Ausstoßes je Kilometer von Neufahrzeugen reguliert. Der CO₂-Ausstoß eines Neufahrzeugs wird über den für die Typenzulassung durchgeführten Verbrauchstest bestimmt. Die Regulierung in diesem Bereich wurde zuletzt sowohl von einer Verschärfung der Grenzwerte als auch von der Änderung des Testverfahrens geprägt.

Die *Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure* (WLTP) gilt seit dem 01. September 2017 für die Typzulassung von Personenkraftwagen (Pkw) und kleineren leichten Nutzfahrzeugen in der EU. Seit dem 01. September 2018 gilt sie für die Erstzulassung von Neufahrzeugen. Für größere leichte Nutzfahrzeuge gelten der 01. September 2018 (Typzulassung) und der 01. September 2019 (Erstzulassung von Neufahrzeugen). Sie löst das bis dahin geltende Testverfahren (NEFZ) ab. Teil der WLTP ist der Prüfzyklus WLTC

(*Worldwide Harmonized Light-Duty Test Cycle*), der den bis dahin verwendeten NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus) von 1992 ablöst.

Der WLTC beruht auf realen Fahrdaten aus zwölf Ländern und drei Kontinenten und soll das tatsächliche Verbrauchsverhalten und den Schadstoffausstoß der Fahrzeuge realistischer abbilden. Die Einhaltung der Schadstoffgrenzwerte ist Voraussetzung für die Typzulassung der Fahrzeuge. Die Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs und damit der CO₂-Emissionen ist in vielen Ländern Grundlage der Kfz-Besteuerung und des CO₂-Monitorings.

Die realistischere Abbildung der realen Kraftstoffverbräuche im Vergleich zum alten Testverfahren soll vor allem durch folgende Änderungen erreicht werden:

- Der neue Test dauert länger, enthält mehr und größere Beschleunigungsabschnitte und eine höhere Durchschnittsgeschwindigkeit. Dies bildet das Fahrverhalten realistischer ab.
- Es wird nicht nur die Serienvariante eines Fahrzeugs in der Grundausstattung getestet, sondern zusätzlich auch Ausstattungs- und Karosserievarianten. Sie haben in der Regel ein höheres Fahrzeuggewicht und einen höheren Rollwiderstand durch breitere Reifen. Es ergibt sich eine Bandbreite von spezifischeren Kraftstoffverbräuchen für die verschiedenen Fahrzeugvarianten.
- Für Europa wird ein zusätzlicher Testzyklus mit einer für die Außentemperaturen repräsentativeren niedrigeren Temperatur von 14 Grad Celsius durchgeführt. Dabei ist das Öl in Motor, Getriebe und Achskomponenten zähflüssiger.

Die Änderungen führen gleichzeitig zu rund 20 Prozent höheren Kraftstoffverbräuchen im Test. Der Test kann dennoch nicht alle individuellen Fahrsituationen abbilden.

Das Testverfahren gilt sowohl für Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotor als auch für Elektrofahrzeuge. Bei Plug-in-Hybriden wird ein Utility Factor (UF, Nutzenfaktor) bestimmt, der den Anteil der Fahrten repräsentiert, die rein elektrisch zurückgelegt werden. Bei einem reinen Elektrofahrzeug gilt ein UF von 100 Prozent, bei einem reinen Verbrennerfahrzeug ein UF von null Prozent.

Mit dem neuen Testverfahren steigt der Aufwand deutlich, weil der einzelne Prüfzyklus rund 50 Prozent mehr Zeit in Anspruch nimmt und weil mehrere Varianten eines Fahrzeugs getestet werden müssen. Der VDA schätzt den Aufwand insgesamt auf das Doppelte. Zum Zeitpunkt der Einführung der WLTP-Zertifizierung für die neu zugelassenen Fahrzeuge (01. September 2018) konnten nicht alle Hersteller für alle Modelle eine entsprechende Zertifizierung vorweisen. Dies führte zu diesem Zeitpunkt zu einem Rückgang der Neuzulassungen und einer Verlängerung der Lieferzeiten, weil Fahrzeuge dieser Typen nicht zugelassen werden durften. In den Absatzzahlen machen sich aber auch entsprechende Nachholeffekte zu Beginn des Jahres 2019 bemerkbar.

Die Einführung des neuen Testverfahrens mit den höheren gemessenen Verbräuchen resultiert ohne Anpassung der nominellen Grenzwerte (in Gramm CO₂/Kilometer) zu einer

Verschärfung der Grenzwerte. Für den Zeitraum von 2015 bis 2019 galt ein Flottengrenzwert für Pkw von 130 Gramm CO₂/Kilometer, für das Jahr 2020 ein Flottengrenzwert von 95 Gramm CO₂/Kilometer jeweils nach dem alten NEFZ-Verfahren.

Für den Zeitraum 2021 bis 2024 wird das 95-Gramm-Ziel beibehalten, aber das neue WLTP-Testverfahren zugrunde gelegt. Geht man von einer 20-prozentigen Verbrauchssteigerung beim Übergang von dem alten auf das neue Testverfahren aus, würde dies in etwa einer Zielverschärfung auf rund 80 Gramm CO₂/Kilometer nach NEFZ entsprechen. Ein genauer Umrechnungsfaktor wird auf Basis paralleler Tests in beiden Verfahren über das Jahr 2020 hinweg ermittelt.

Seitens der EU sind für den Zeitraum 2025 bis 2029 eine CO₂-Minderung von 15 Prozent und ab 2030 eine CO₂-Minderung von 37,5 Prozent bei den Zielvorgaben für den Flottengrenzwert jeweils gegenüber 2021 geplant. Die genauen Grenzwerte werden nach Ermittlung des Umrechnungsfaktors zwischen den Testverfahren benannt.

Die Flottengrenzwerte werden herstellereinspezifisch bestimmt und an das Durchschnittsgewicht der Fahrzeuge der Flotte angepasst. Bei einem höheren Durchschnittsgewicht der Fahrzeuge erhöht sich der herstellereinspezifische Flottengrenzwert, bei einem geringeren Durchschnittsgewicht verringert er sich. So liegt der herstellereinspezifische Flottengrenzwert beispielsweise von Fiat unter dem von Mercedes.

Bei Überschreitung des Flottengrenzwerts werden Strafzahlungen je verkauftem Fahrzeug und Gramm fällig. Bis einschließlich 2020 sind die Strafzahlungen nach Höhe der Überschreitung gestaffelt. Ab 2021 gilt ein einheitlicher Satz von 95 Euro je Gramm Zielverfehlung je Fahrzeug.

Bei der Berechnung des Flottenverbrauchs gibt es einige Ausnahmeregelungen:

- Null- und Niedrigemissionsfahrzeuge (ZLEV – Zero and Low Emission Vehicles) – also Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge sowie Plug-in-Hybride mit einem CO₂-Ausstoß von weniger als 50 Gramm CO₂/Kilometer – erhalten noch bis 2023 sogenannte „Supercredits“. Sie werden mit einem höheren Gewichtungsfaktor in den CO₂-Flottenwerten der Pkw eines Herstellers berücksichtigt. Sie senken damit den CO₂-Flottenwert eines Herstellers überproportional.
- Ab 2025 wird dieses Anreizsystem geändert. Es gilt dann auch für Nutzfahrzeuge. Es werden allerdings Schwellenwerte eingeführt, ab denen die ZLEV erleichternd zur Zielerreichung angerechnet werden können. Ab 2025 liegt der Wert bei 15 Prozent und erhöht sich auf 35 Prozent (Pkw) und 30 Prozent (leichte Nutzfahrzeuge). Nur für die ZLEV, die diese Anteile an den Neuzulassungen eines Herstellers überschreiten, können sie als Erleichterung auf den Flottenwert angerechnet werden.
- Öko-Innovationen mit CO₂-Einsparpotenzial können bis maximal sieben Gramm CO₂/Kilometer auf den Flottenverbrauch angerechnet werden, wenn sie sich im Testbetrieb nicht auf den Verbrauch auswirken. Beispiele sind Solardächer, Abgaswärmehückgewinnung oder LED-Scheinwerfer.

- Es gelten Ausnahmeregelungen für kleine Hersteller. Solche mit Neuzulassungszahlen bis 1.000 Fahrzeuge pro Jahr sind von der Regulierung ausgenommen. Hersteller mit 1.000 bis 10.000 Neuzulassungen pro Jahr vereinbaren mit der EU-Kommission individuelle Ziele. Hersteller mit 10.000 bis 300.000 Neuzulassungen pro Jahr bekommen eigene CO₂-Minderungsziele.

Pooling ermöglicht es verschiedenen Herstellern, gemeinsam das Ziel des Flottengrenzwerts zu erreichen.

Für die Zukunft ist geplant, dass die Messung der CO₂-Emissionen im Realbetrieb Hinweis darauf geben soll, ob die Lücke zwischen dem Kraftstoffverbrauch im Test- und im Realbetrieb auch unter dem neuen Testverfahren WLTP wieder wächst. Neue Fahrzeuge werden ab 2021 verpflichtend mit entsprechenden Verbrauchsmessgeräten ausgestattet. Das genaue Verfahren zur Messung und Überprüfung ist aber noch offen. Die Lücke zwischen Real- und Testemissionen kann vor allem aus zwei Gründen entstehen: Erstens können die Hersteller den Verbrauch auf die neuen Testbedingungen hin optimieren, ohne dass dies entsprechende Effekte im Realverbrauch zeigt. Zweitens hängen bei Plug-in-Hybriden die realen Kraftstoffverbräuche stark vom Batterie-Ladeverhalten des Nutzers ab.

Als ein Mittel zur Erreichung des verschärften EU-Klimaziels im Jahr 2030 (CO₂-Reduktion von 55 Prozent statt 40 Prozent gegenüber dem Jahr 1990) wird auch eine Verschärfung der Reduktion des Flottengrenzwerts diskutiert. Demnach soll er von 2021 bis 2030 nicht mehr um 37,5 Prozent, sondern um 50 Prozent reduziert werden.

2.3 Technologischer Wandel

Die Dekarbonisierung und die Digitalisierung der Fahrzeuge sind zwei Megatrends, die in der Branche einen tiefgehenden und grundlegenden Strukturwandel ausgelöst haben, der heute am Anfang steht und in den nächsten 20 bis 30 Jahren die Automobilbranche prägen wird.

Diese Megatrends werden die Fahrzeuge in den nächsten Jahren sehr stark verändern. Es gibt Teile, die völlig entfallen, und solche, die neu hinzukommen. Selbst die Teile, die grundsätzlich ihre Funktion behalten, wie Motoren, Getriebe, Abgasanlagen oder die Kraftstoffversorgung bei Fahrzeugen mit konventionellem ICE-Antrieb, werden modifiziert werden.

Abbildung 1

Überblick über Erneuerungs- und Modernisierungsbedarfe nach Systemen und Referenzfahrzeugen

Fahrzeugkonzepte	ICE	Mild-HEV	HEV	REX	BEV	FCV
Komponenten	Veränderungen der Systeme bis 2030					
Verbrennungsmotor	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Starter & Lichtmaschine	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Abgasanlage	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Kraftstoffversorgung	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Getriebe	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert/ Entfällt	Modifiziert/ Entfällt	Modifiziert/ Entfällt
Elektrische Maschine	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Batterie-System	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Leistungselektronik	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Brennstoffzellen-System	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	Neu

ICE (konventioneller Verbrennungsmotor). Mild-HEV (Verbrennermotor mit Elektrounterstützung); HEV (Hybridantrieb), REX (Range Extender), BEV (batterieelektrisch), FCV (Brennstoffzelle)

Quelle: Fraunhofer IAO

Die Studie konzentriert sich – wie schon die Vorgängerstudie 2018 – auf drei Themen:

- Wechsel von konventionellen zu elektrifizierten Fahrzeugen
- Automatisierung der Fahrzeuge
- Vernetzung der Fahrzeuge

2.3.1 Elektrifizierte Antriebe

Unter dem Begriff elektrischer Antrieb versteht man jenes Antriebssystem, bei dem mindestens ein Teil der Traktion im Fahrzeug rein elektrisch ermöglicht wird (Bauer et al., 2015). Konventionelle oder herkömmliche Antriebe dagegen beinhalten einen Verbrennungsmotor und ermöglichen die Traktion durch die Verbrennung eines fossilen Kraftstoffs.

Folgende sechs Antriebskonzepte werden im Rahmen dieser Studie betrachtet:

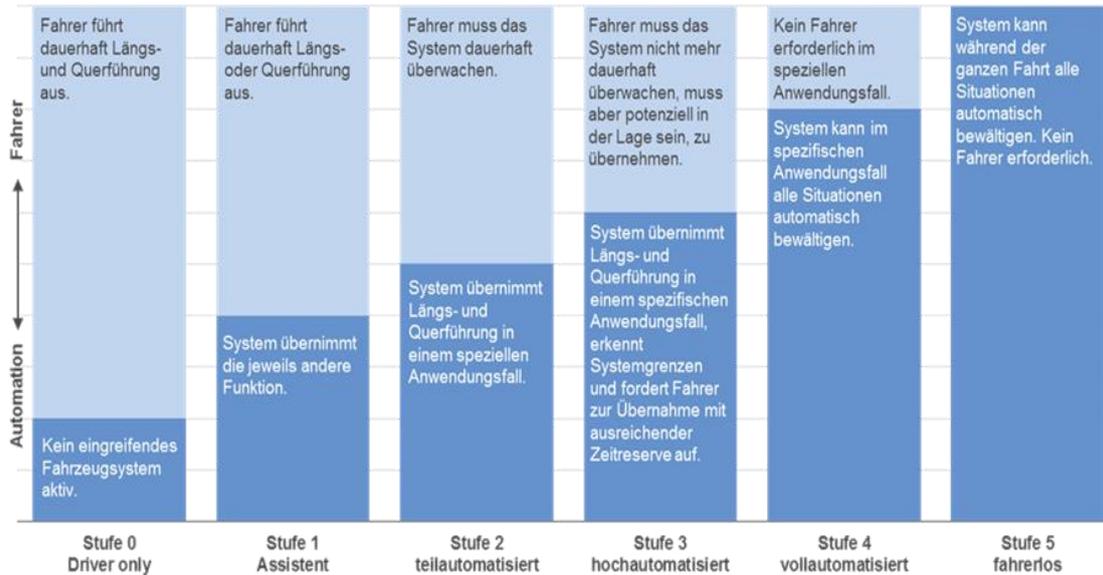
- **Konventionelles Fahrzeug mit Verbrennungsmotor (ICE):** Verantwortlich für die Traktion ist ausschließlich der Verbrennungsmotor. Zu den wichtigsten Systemen gehören ebenfalls ein komplexes Getriebe sowie eine Abgasanlage.
- **Mild-Hybridfahrzeug (HEV):** Dieses Fahrzeug verfügt über zwei vollständige Antriebsstränge: einen konventionellen und einen elektrischen. Die Traktion erfolgt hauptsächlich mithilfe des Verbrennungsmotors. Die elektrische Traktion, die vergleichsweise geringer ausfällt, wird durch einen Elektromotor und eine Traktionsbatterie ermöglicht.
- **Full-Hybrid- und Plug-in-Hybridfahrzeuge (FHEV und PHEV):** Wie das Hybridfahrzeug hat auch dieses Fahrzeug einen konventionellen Antriebsstrang inklusive eines Kraftstofftanks sowie einen elektrischen Antriebsstrang mit einer Traktionsbatterie. Im Gegensatz zum HEV wird bei einem PHEV eine größere Batterie verbaut, welche durch Anschließen an das Stromnetz aufgeladen werden kann. Dadurch lässt sich mit dem PHEV eine längere Strecke rein elektrisch zurücklegen.
- **Elektrofahrzeug mit Reichweitenverlängerung (serieller Hybrid, REX):** Der Range Extender lässt sich ebenfalls am Stromnetz aufladen. Im Vergleich zu PHEV besitzen REX-Fahrzeuge größere elektrische Maschinen, da die Traktion ausschließlich durch den elektrischen Antriebsstrang erfolgt. Der Verbrennungsmotor in diesem Antriebskonzept dient lediglich zur Aufladung der Traktionsbatterie.
- **Batterieelektrisches Fahrzeug (BEV):** In diesem Konzept wird die Traktion vom elektrischen Antriebsstrang vollständig übernommen. Deshalb entfallen hier der Verbrennungsmotor, das Kraftstoffsystem und die Abgasanlage. Das komplexe Getriebe wird durch ein einfaches Übersetzungsgetriebe ersetzt. Die Traktionsbatterie, die im Vergleich zum REX eine deutlich größere Kapazität besitzt, kann durch das Anschließen an das Stromnetz oder durch Rekuperation aufgeladen werden.
- **Brennstoffzellenfahrzeug (FCEV):** In diesem Antriebskonzept wird komprimierter Wasserstoff als Energiespeichermedium eingesetzt, welcher mittels eines chemischen Prozesses in elektrische Energie für die Traktion umgewandelt wird. Als Energiespeicher dient ein Wasserstoff-Drucktank.

2.3.2 Fahrzeugautomatisierung

Bei Fahrzeugautomatisierung geht es in der Endstufe um das fahrerlose voll automatisierte Fahren (Abbildung 2). Experten nennen diese Stufe Level 5. Davor gibt es vier andere Level, die von der Übernahme einzelner Assistenzfunktionen (Stufe 1) bis zu vollständig automatisiertem Fahren in bestimmten Anwendungsfällen (Level 4) reichen. Heute ist das Level 3 schon technisch möglich, bedarf aber für den Einsatz in der Praxis – zum Beispiel als „Staupilot“ – noch weiterer rechtlicher Anpassungen. Bei diesem hoch automatisierten Fahren muss der Fahrer nicht mehr dauerhaft das Fahrzeug überwachen, sondern nur noch in bestimmten Situationen eingreifen.

Abbildung 2

Automatisierungsstufen des automatisierten Fahrens



Eigene Darstellung auf Basis von VDA (2015); vbw (2017)

Durch die Automatisierung der Fahrzeuge entstehen neue Märkte in folgenden Bereichen:

- Umfelderkennung (zum Beispiel Ultraschall, Radarsysteme, Kamera, Long Distance, Wärmebild, Lidar-Systeme)
- Datenverarbeitung (CPU, FlexRay-, CAN-Bus-, LIN-Bus-Schnittstellen; Software für Daten-Fusion/-Interpretation)
- Aktorik (zum Beispiel Elektronische Stabilitätskontrolle ESC, Elektronisches Gaspedal, Elektromechanische Bremse, Elektrische Lenkunterstützung)
- Ortung (digitale Karten, GPS/GLONASS / Galileo-Empfänger)

2.3.3 Fahrzeugvernetzung

Bei einem vernetzten Fahrzeug (englisch: „Connected Car“) handelt es sich um ein Fahrzeug, das sich mittels der entsprechenden Hard- und Software über internetbasierte Verbindungen mit seinem Umfeld vernetzt. Bei diesen Vernetzungen können Informationen gesendet und empfangen werden (Definition nach Cacilo & Haag, 2017, und Johanning & Mildner, 2015). Der notwendige Verbindungsaufbau kann durch verschiedene Systeme organisiert werden³.

³ In der Studie von 2018 wurde noch ein drittes System („Integrated“) unterschieden. Das ist jetzt obsolet, weil die Funktionen dem „Connected Car“ zugeordnet werden, die wieder in die Systeme „Embedded“ und „Tethered“ Eingang finden.



1. *Embedded*: Die komplette Software und Hardware inklusive der SIM-Karte, die für einen Verbindungsaufbau notwendig ist, sind im Fahrzeug verbaut und die Internetverbindung ist nicht von Peripheriegeräten abhängig. Diese Lösung eignet sich aufgrund ihrer Zuverlässigkeit vor allem für sicherheitsrelevante Services, wie beispielsweise für das Notrufsystem „eCall“.
2. *Tethered*: Tethered-Systeme entsprechen im Wesentlichen den Embedded-Systemen. Zum Verbindungsaufbau wird jedoch die SIM-Karte auf dem mobilen Endgerät des Fahrzeugnutzers verwendet.

Bei der Vernetzung entstehen neue Märkte in den Bereichen:

- Kommunikationssysteme
- Multimedia- und Fahrerinformationssysteme
- Connected Car Services

3 Globales Basisszenario bis 2030

Die Elektrifizierung der Fahrzeuge geht weiter – aber 2030 haben noch über 60 Prozent der Neuzulassungen einen Verbrennerantrieb

3.1 Grundlegende Annahmen

Wie bereits in der Vorgängerstudie von 2018 sollen auch hier die Entwicklungen der Marktvolumen abgeschätzt werden, die sich durch die Megatrends im Bereich der Fahrzeugelektrifizierung, -automatisierung und -vernetzung ergeben.

Dafür werden Referenzfahrzeuge mit ihren wesentlichen Systemen definiert. Vier Referenzfahrzeuge werden unterschieden. Wie in der Studie von 2018 sind auch hier nur Pkw und leichte Nutzfahrzeuge einbezogen:

- Fahrzeuge mit konventionellem Verbrennungsmotor (ICE), wobei dazu auch die Mild-Hybrid- und Micro-Hybrid-Fahrzeuge (HEV) zählen. In allen drei Typen dominiert der Verbrennungsmotor und sie können deshalb zu einer Klasse zusammengefasst werden⁴. Der Mild-Hybrid zeichnet sich durch ein 48-Volt-Bordnetz und einen Startergenerator aus, welcher einer klein dimensionierten E-Maschine entspricht und die Aufgaben einer traditionellen Lichtmaschine mit übernimmt. In der Vorgängerstudie von 2018 (vbw, 2018) wurden Mild-Hybrid-Fahrzeuge (HEV) den Fahrzeugen mit Elektrokomponente zugeordnet.
- Fahrzeuge mit einem Full-Hybrid- oder Plug-in-Hybrid-Antrieb; diese Fahrzeuge haben zwar auch einen konventionellen Antriebsstrang, aber zusätzlich einen starken elektrischen Antriebsstrang mit einer Traktionsbatterie. Im Gegensatz zum HEV wird eine größere Batterie verbaut, die durch Anschließen an das Stromnetz aufgeladen wird. Dadurch lassen sich wesentlich längere Strecken rein elektrisch zurücklegen.
- batterieelektrische Fahrzeuge (BEV), die ausschließlich durch einen Elektromotor angetrieben werden.
- Brennstoffzellenfahrzeuge (FCEV), die mit komprimiertem Wasserstoff angetrieben werden, der im Fahrzeug in elektrische Energie umgewandelt wird.

Diese Referenzfahrzeuge werden anhand von insgesamt zwölf Systemen und 23 Komponenten analysiert:

- Verbrennungsmotoren
- Abgasanlage
- Getriebe
- Kraftstoffsystem
- Thermomanagement

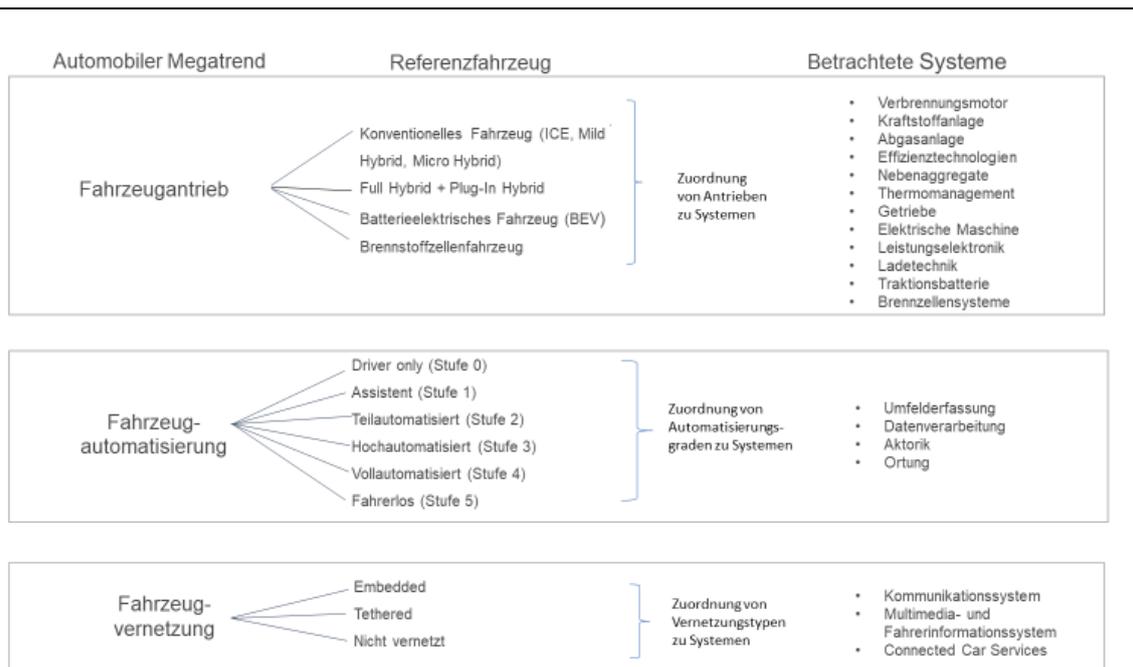
⁴ Ein weiterer Grund für die Zusammenfassung besteht darin, dass Prognosen von Fahrzeugen mit reinem ICE-Antrieb oder kombiniert mit einem Mild-Hybrid-Antrieb kaum seriös abschätzbar sind.

- Effizienztechnologien
- Leistungselektronik
- Nebenaggregate
- elektrische Antriebe
- Traktionsbatterien
- Ladetechnik
- Brennstoffzelle

Diese Systemteile werden den einzelnen Referenzfahrzeugen zugeordnet. Die Experten vom Fraunhofer IAO schätzen in einem nächsten Schritt die Marktpreise dieser Komponenten bis zum Jahr 2030. Durch die Multiplikation dieser Preise mit den entsprechenden Stückzahlen ergeben sich die Marktvolumen in Eurobeträgen.

Abbildung 3

Referenzfahrzeuge und betrachtete Systeme in den jeweiligen automobilen Megatrends



Eigene Darstellung

Nach der gleichen Methode werden die Marktvolumen für die Automatisierung und die Vernetzung ermittelt. Im Bereich Automatisierung werden die Preise und ihre Entwicklung für insgesamt 18 Komponenten geschätzt, die sich auf die vier beschriebenen Systeme (Umfelderfassung, Datenverarbeitung, Aktorik und Ortung) verteilen. Bei der Vernetzung werden acht Komponenten analysiert, die den drei genannten Systemen (Kommunikationssystem, Multimedia- und Fahrerinformationssystem sowie Connected Car Services) zugeordnet sind.

Unberücksichtigt bleiben in der Analyse die Teile der Fahrzeuge, die nicht unmittelbar von der Elektrifizierung, der Vernetzung und Automatisierung der Fahrzeuge betroffen sind. Sie werden hinzugeschätzt. Bezogen auf den Gesamtwert der Fahrzeuge lag dieser Anteil 2016 bei rund 69 Prozent. Aktuell wird dieser Anteil auf 66 Prozent geschätzt und liegt somit in einer ähnlichen Größenordnung.

Die Referenzfahrzeuge bilden zusammen mit der Schätzung der Marktentwicklung die Basis für die Formulierung in zwei Szenarien:

- Basisszenario: Hier wird die wahrscheinlichste Entwicklung bei der weltweiten Nachfrage nach Fahrzeugen und ihrer Zusammensetzung mit Blick auf Antriebe, Automatisierungslevel und Vernetzungsgrade untersucht.
- MaaS-Szenario: In diesem Szenario werden die Rückwirkungen des weltweit veränderten Mobilitätsverhaltens analysiert. Das hat Rückwirkungen auf die Anzahl der Fahrzeuge in den Automatisierungsgraden.
- Brennstoffzellen-Szenario: Hier werden in der Brennstoffzellentechnologie ein Einstieg im Jahr 2025 und eine stärkere Zunahme bis 2030 als im Basisszenario modelliert.

3.2 Blick zurück – globale Entwicklung 2016 bis 2019

Die Zahl der Neuzulassungen hat sich 2019⁵ gegenüber 2016 um 2,6 Millionen Fahrzeuge verringert (Tabelle 2). Weltweit sind 2019 87,4 Millionen Fahrzeuge neu gebaut worden. Die Schätzung von 2018 (vbw, 2018) ging für das Jahr 2019 noch von 97,6 Millionen Fahrzeugen⁶ aus – das entspricht einem Rückgang in Höhe von rund 10,5 Prozent. Die globale Entwicklung im Fahrzeugmarkt ist damit weit weniger dynamisch als noch vor zwei Jahren erwartet wurde. Auch die erwartete Verschiebung hin zu Fahrzeugen mit Hybrid- oder Batterieantrieb in dem erwarteten Ausmaß hat nicht stattgefunden. Stärker als erwartet hat sich der Anteil der vernetzten Fahrzeuge erhöht.

⁵ Diese Daten sind der Studie aus 2018 (vbw, 2018) entnommen. Die Zulassungen wurden von Fraunhofer IAO ermittelt; sie weichen leicht von den Daten der OIAC ab (OIAC, 2020).

⁶ Im globalen Basisszenario wurde die Zahl der Fahrzeuge bis zum Jahr 2020 prognostiziert. Hier wird vereinfachend unterstellt, dass drei Viertel des erwarteten Zuwachses von 2016 bis 2020 im Jahr 2019 realisiert sind.

Tabelle 2

Weltweite Entwicklung nach Referenzfahrzeugen

	Istwerte		Schätzung aus 2018
	2016	2019	2019
Antriebe			
Klassisch	87,0	84,1	88,0
Hybrid	2,3	1,8	7,4
Elektro	0,6	1,5	2,2
Gesamt	90,0	87,4	97,6
Automatisierung			
Level 0 bis 2	90,0	86,1	96,4
Level 3	0,0	1,3	1,1
Level 4 und 5	0,0	0,0	0,0
Gesamt	90,0	87,4	97,6
Vernetzung			
Vernetzt	27,9	65,5	55,8
Nicht vernetzt	62,1	21,9	41,8
Gesamt	90,0	87,4	97,6

Angaben in Millionen Fahrzeugen
Klassisch (ICE, MHEV); Hybrid (FHEV, PHEV), Elektro (BEV)
Quelle: Fraunhofer IAO (2020), vbw (2018)

Die globalen Marktvolumen sind von 1.892 Milliarden Euro (2016) auf 2.228 Milliarden (2019) Euro gestiegen. Das ist höher, als es in der Studie von 2018 (vbw, 2018) erwartet wurde. Das hat drei wesentliche Gründe:

- Die Fahrzeuge sind im Bereich der Automatisierung komplexer und hochwertiger geworden. Dabei hat auch eine Verschiebung etwas stärker als erwartet von dem Level 0 in die höheren Level 1 und 2 stattgefunden. Das hat die Marktvolumen gegenüber der alten Schätzung deutlich erhöht.
- Eine ähnliche Entwicklung ist bei der Vernetzung der Fahrzeuge zu beobachten. Der Anteil der nicht vernetzten Fahrzeuge ist stärker als erwartet gefallen. Aber auch diese Systeme sind komplexer und hochwertiger geworden. Das hat die Marktvolumen erhöht.
- Schließlich wird in den Berechnungen der Durchschnittspreis eines Fahrzeuges von 22.345 Euro aus der Prognose von 2018 auf 25.500 Euro (2019) erhöht. Auch soll sich darin die Höherwertigkeit der Fahrzeuge widerspiegeln. Von diesen Preisen hängt das Marktvolumen der sonstigen Systeme ab, weil sie als Differenz des Gesamtmarktes abzüglich der Marktvolumen für die Fahrzeugantriebe, -automatisierung und -vernetzung berechnet sind.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Marktvolumen zwischen 2016 und 2019 gestiegen sind, obwohl die Zahl der Neuzulassungen konstant geblieben ist – es also keinen unterstützenden Mengeneffekt gegeben hat. Die Wertigkeit der Fahrzeuge ist insbesondere im Bereich der Automatisierung und Vernetzung gestiegen.

Tabelle 3

Weltweite Entwicklung der Marktvolumen nach Referenzfahrzeugen

	Istwerte		Schätzung
	2016	2019	aus 2018 2019
Antriebe			
Klassisch	489,1	510,3	525,1
Hybrid	21,1	18,0	64,7
Elektro	7,8	18,5	24,5
Gesamt	518,0	546,8	614,2
Automatisierung			
Level 0 bis 2	37,8	93,1	53,0
Level 3	0,0	13,9	12,5
Level 4 und 5	0,0	0,0	0,6
Gesamt	37,8	107,1	66,0
Vernetzung			
Vernetzt	36,6	110,6	61,1
Nicht vernetzt	0,0	0,0	0,0
Gesamt	36,6	110,6	61,1
Sonstige	1.300,0	1.463,6	1.409,6
Gesamt	1.892,4	2.228,0	2.150,9

Angaben in Milliarden Euro

Klassisch (ICE, MHEV); Hybrid (FHEV, PHEV), Elektro (BEV)

Quelle: Fraunhofer IAO (2020), vbw (2018)

3.3 Globale Marktentwicklung 2020 bis 2030

Im laufenden Jahr 2020 wird es weltweit zu einem globalen Einbruch der Produktion und der Neuzulassungen von Fahrzeugen kommen. Die Basisprognose geht davon aus, dass im Jahr 2020 weltweit 74,3 Millionen Pkw und leichte Nutzfahrzeuge produziert und verkauft werden. Das ist gegenüber 2019 ein Rückgang um rund 13 Prozent. Berücksichtigt ist hier insbesondere der dämpfende Effekt der weltweiten Corona-Pandemie auf die automobilen Nachfrage. Allerdings hat sich eine Abflachung bei der globalen Nachfrage und Produktion schon im Vorjahr angedeutet. In den folgenden Nachfragen ist wieder mit einer Zunahme zu rechnen, die aber unterhalb früherer Schätzungen liegt. Das globale Basisszenario geht

davon aus, dass die Produktion bis 2025 auf 89,5 Millionen steigt und dann mehr oder weniger bis 2030 auf diesem Niveau (91,4 Millionen Fahrzeuge) nahezu verharret.

Diese Einschätzungen der weltweiten Nachfrage sind deutlich zurückhaltender, als noch 2018 im Rahmen der Vorgängerstudie (vbw 2018) prognostiziert wurde. Für 2020 wurde die weltweite Nachfrage auf rund 100 Millionen Fahrzeuge geschätzt; im Jahr 2030 sollten es 116 Millionen sein. Damit sind die Weltautomobilmärkte in den nächsten Jahren zumindest mit Blick auf die Stückzahlen deutlich kleiner, als es noch vor zwei oder drei Jahren erwartet wurde.

Mehrere Gründe erklären diese deutlich weniger dynamische Einschätzungen der weltweiten Automobilproduktion bis 2030:

- Der weltweite Höhepunkte in der weltweiten Produktion war das Jahr 2017. Danach sind die Zulassungszahlen zurückgegangen. Diese Entwicklung hat Fraunhofer IAO in seiner Bewertungen als ein Indiz gedeutet, heute die Entwicklung etwas skeptischer einzuschätzen als noch von drei Jahren zu begründen war.
- Es gibt in den Automobilmärkten derzeit Unsicherheiten, die eher für eine zurückhaltende Prognose sprechen. Dazu zählen die Langfristauswirkungen der Covid-Krise und Skepsis, ob die Transformation zur Elektromobilität wirklich gelingt. Neben technologischen Problemen zählen dazu auch das Kaufverhalten, die Sicherstellung der Energieversorgung und der Aufbau einer Ladeinfrastruktur.
- Neue Erkenntnisse von Fraunhofer IAO zeigen, dass sich die zukünftige Nachfrage nach Fahrzeugen in Ballungsräumen und insbesondere in den Megacities heute zurückhaltender als früher beurteilt werden. Die Fahrfahrzeugdichte kommt in diesen Regionen an eine Grenze.
- Insgesamt ist zu erwarten, dass der Trend zur Digitalisierung der Fahrzeuge zu einer Verschiebung der Bedeutung von Hardware- hin zu Softwarekomponenten führen wird. Die Konsequenz daraus könnten längere Nutzungszeiten von Fahrzeugen sein. Auch führt zu Dämpfungseffekten bei der Nachfrage.

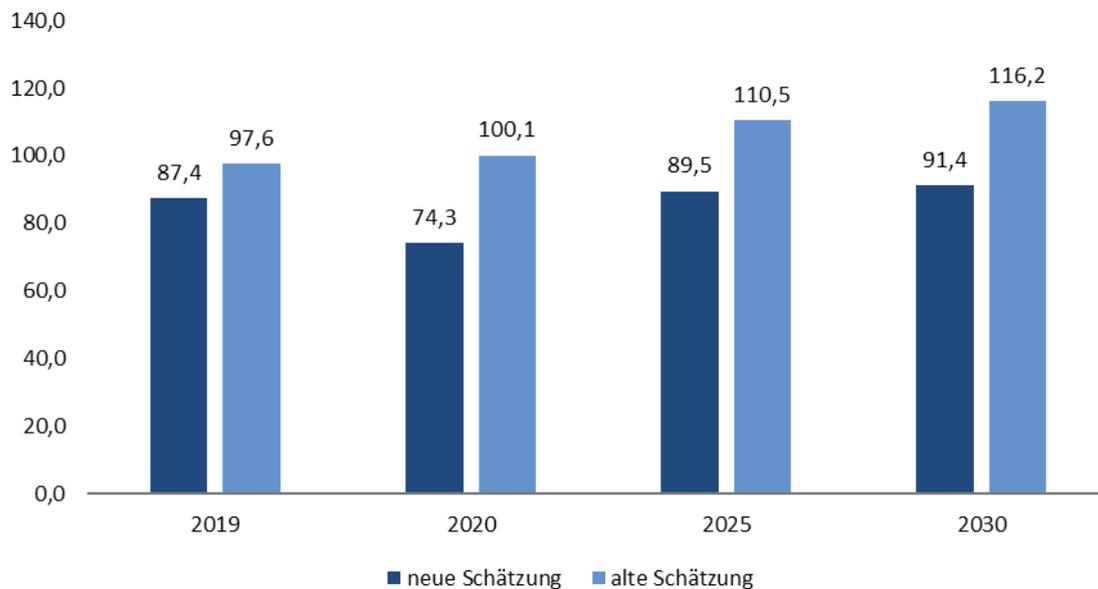
Insgesamt ist vorliegende Szenario eher als ein konservativ zurückhaltende Einschätzung, die sich eher an dem unterem als dem oben Rand der Möglichkeiten orientiert. Andere Studien sind hier deutlich optimistischer⁷.

Die Dimension dieses Rückgangs zeigt folgende Überlegungen: Bei einem weltweiten Durchschnittspreis von 26.000 Euro je Fahrzeug bedeutet für das Jahr 2020 der Unterschied von 74,3 Millionen Fahrzeugen (neue Schätzung) zu 100,1 Millionen Fahrzeugen (alte Schätzung) einen Rückgang des Marktvolumens von 672 Milliarden Euro.

⁷ LMC: 104 Millionen Pkw in 2027, IHS: 100 Millionen Pkw in 2030, Deloitte: 107 Millionen Pkw in 2030;

Abbildung 4

Globale Marktentwicklung bei Fahrzeugneuzulassungen 2019 bis 2030



In Millionen Einheiten; Pkw und leichte Nutzfahrzeuge, ab 2020 Prognose

Quelle: Fraunhofer IAO (2020)

3.4 Veränderung der Struktur der Fahrzeuge

Nach den vorliegenden Prognosen im Rahmen des Basisszenarios erwarten die Experten einen deutlichen Wandel hin zu elektrifizierten Antrieben:

- Im Jahr 2020 sind noch 95 Prozent der Fahrzeuge mit einem Verbrennungsmotor (ICE oder Mild-Hybrid) ausgestattet. Dieser Anteil soll bis 2030 auf 61,5 Prozent schrumpfen. In zehn Jahren werden damit immer noch rund 56,2 Millionen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor gebaut.
- Die Anteile der Hybridfahrzeuge sollen von drei Prozent (2020) auf dreizehn Prozent (2030) ansteigen.
- Die größte Dynamik wird bei den batterieelektrischen Fahrzeugen erwartet. Im Jahr 2020 haben sie einen Marktanteil von nur zwei Prozent – in zehn Jahren sollen es fast 25 Prozent sein.
- Die Brennstoffzellenantriebe spielen bis 2030 keine Rolle und bleiben ein Nischenprodukt.

Eine ähnliche Entwicklung wurde bereits in der Studie von 2018 vorausgesagt. Nur ist die Entwicklung hin zu elektrifizierten Antrieben deutlich langsamer gelaufen, als damals erwartet. Nach der alten Prognose sollte der Anteil der Fahrzeuge mit Verbrennerantrieb

(ICE und Mild-Hybrid) nur noch 88 Prozent betragen. Auch die Entwicklung bei den Hybridantrieben (FHEV und PHEV) ist überschätzt worden.

Tabelle 4

Weltweite Entwicklung der Fahrzeuge nach Antriebsart

	Prog- nose aus 2018		Aktuelle Schätzung	
	2020	2020	2025	2030
Verbrennerantriebe	88,3	70,6	72,5	56,2
Hybridantrieb	9,1	2,2	10,3	11,9
Elektroantrieb	2,7	1,5	6,7	22,4
Brennstoffzelle	0,0	0,0	0,0	0,9
Gesamt	100,1	74,3	89,5	91,4
Anteile in Prozent				
Verbrennerantrieb	88,2	95,0	81,0	61,5
Hybridantrieb	9,1	3,0	11,6	13,0
Elektroantrieb	2,7	2,0	7,5	24,5
Brennstoffzelle	0,0	0,0	0,0	1,0
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0

Verbrennerantriebe: ICE, MHEV; Hybridantriebe: FHEV, PHEV, Elektroantrieb: BEV, Brennstoffzelle: FCEV
Angaben in Millionen Fahrzeugen
Quelle: Fraunhofer IAO (2020), vbw (2018)

Im Bereich der Automatisierung ist ein Trend zum hoch automatisierten Fahren (Level 3 und höher) zu erwarten:

- Im Jahr 2020 sind noch knapp die Hälfte der weltweit produzierten Fahrzeuge nicht automatisiert (Level 0). Dieser Anteil fällt in den nächsten zehn Jahren auf ein Zehntel.
- 43 Prozent der Fahrzeuge haben im Jahr 2020 zumindest Assistenzsysteme (Level 1). Dieser Anteil soll in den nächsten zehn Jahren auf 20 Prozent fallen.
- Der Anteil der teil-, hoch- oder voll automatisierten Fahrzeuge (Level 2 bis 4) steigt von knapp zehn Prozent heute auf knapp 69 Prozent im Jahr 2030. Nach dieser Prognose werden im Jahr 2030 weltweit erst 1,4 Millionen Fahrzeuge autonom fahren (Level 5). Das entspricht einem Anteil von 1,5 Prozent.
- Die Entwicklung hin zu höheren Automatisierungsgraden ging in den letzten Jahren schneller, als noch 2018 für das Jahr 2020 erwartet wurde. Nach der damaligen Prognose sollten noch 52 Prozent der Fahrzeuge dem Level 0 zugehören.

Tabelle 5

Weltweite Entwicklung der Fahrzeuge nach Automatisierungsgraden

	Prognose aus 2018		Aktuelle Schätzung	
	2020	2020	2025	2030
Level 0	52,3	35,1	26,8	9,1
Level 1	37,2	31,9	19,4	18,3
Level 2	9,1	6,1	30,9	32,0
Level 3	1,5	1,1	11,5	24,2
Level 4	0,0	0,0	0,9	6,4
Level 5	0,0	0,0	0,0	1,4
Gesamt	100,1	74,3	89,5	91,4
Anteile in Prozent				
Level 0	52,2	47,3	30,0	10,0
Level 1	37,1	43,0	21,7	20,0
Level 2	9,1	8,3	34,5	35,0
Level 3	1,5	1,5	12,8	26,5
Level 4	0,0	0,0	1,0	7,0
Level 5	0,0	0,0	0,0	1,5
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0

Angaben in Millionen Fahrzeugen

Quelle: Fraunhofer IAO (2020), vbw (2018)

Bei der Vernetzung ist insbesondere ein Rückgang der nicht vernetzten Fahrzeuge festzustellen. Dieser Anteil liegt heute bei 25 Prozent und soll bis 2030 auf ein Prozent fallen. Die Zuwächse verteilen sich fast gleichmäßig auf die Systeme „Embedded“ und „Tethered“. Auch die Vernetzung der Fahrzeuge geht schneller, als es noch 2018 erwartet wurde. Nach

der damaligen Prognose sollten im Jahr 2020 rund 35 Prozent der Fahrzeuge nicht vernetzt sein⁸. Heute sind es zehn Prozentpunkte weniger.

Tabelle 6

Weltweite Entwicklung der Fahrzeuge nach Vernetzungsgraden

	Prognose aus 2018		Aktuelle Schätzung	
	2020	2020	2025	2030
Embedded	24,0	35,3	51,9	54,8
Tethered	14,0	20,4	33,1	35,6
Nicht vernetzt	35,0	18,6	4,5	0,9
Gesamt	100,1	74,3	89,5	91,4
	Anteile in Prozent			
Embedded	24,0	47,5	58,0	60,0
Tethered	14,0	27,5	37,0	39,0
Nicht vernetzt	35,0	25,0	5,0	1,0
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0

Angaben in Millionen Fahrzeugen
 Quelle: Fraunhofer IAO (2020), vbw (2018)

3.5 Entwicklung der Marktvolumen in den Transformationsbereichen

Die weltweite automobilen Transformation findet in insgesamt wachsenden Märkten statt:

- Nach der aktuellen Prognose wachsen in den Bereichen Antrieb, Automatisierung und Vernetzung die Marktvolumen von 654 Milliarden Euro (2020) auf knapp 1.129 Milliarden Euro (2030).
- Besonders expansiv ist die Automatisierung. Dort wachsen die Marktvolumen um 176 Milliarden Euro. Das entspricht einem Zuwachs von 194 Prozent. Der wesentliche Grund dafür liegt in der deutlichen Verschiebung hin zu höheren Automatisierungsebenen.
- Im Bereich Vernetzung wächst das Marktvolumen in den nächsten zehn Jahren weltweit um 104 Milliarden Euro. Das entspricht einer Zunahme von 111 Prozent. Verantwortlich dafür ist die zunehmende Bedeutung von Multimedia- und Fahrdiensten sowie von Connected Car Services.

⁸ In der Studie von 2018 wurde zusätzlich die Vernetzungskategorie „Integrated“ aufgeführt. Diese ist jetzt in den Gruppen „Embedded“ und „Tethered“ aufgegangen. Der Grund liegt in der expliziten Modellierung der Komponente „Connected Car Services“, die vorher im Wesentlichen der Kategorie „Integrated“ entsprach, aber jetzt aufgeteilt wird. Diese Aufteilung wird rückwirkend auch für 2020 für die Daten aus 2018 vorgenommen.

- Auch bei den Antrieben sollen die Marktvolumen bis 2030 um knapp 195 Milliarden Euro wachsen. Das ist ein Plus von rund 41 Prozent.

Es sind starke Abweichungen für das Jahr 2020 bei einem Vergleich der aktuellen Prognose und der aus dem Jahr 2018 (vbw 2018) zu beobachten. Im Bereich der Antriebe beträgt der Unterschied knapp 177 Milliarden Euro. Über 163 Milliarden Euro davon können auf den Mengeneffekt zurückgeführt werden, der aus der Verringerung der Anzahl der Neuzulassungen von 100 Millionen bei der alten Prognose für 2020 auf nur noch 74,3 Millionen Einheiten in der aktuellen Schätzung resultiert.

Die Marktvolumen für die Automatisierung sind trotz des Mengeneffektes stark gestiegen. Im Jahr 2018 wurde ein Volumen von 75,4 Milliarden Euro für 2020 prognostiziert. Jetzt sind es rund 90 Milliarden. Ohne den Rückgang der Neuzulassungen wären es sogar 123 Milliarden Euro. Der wesentliche Grund liegt nicht nur in den veränderten Marktpreisen in beiden Schätzungen, sondern auch in Strukturverschiebungen. Insbesondere wird jetzt der Anteil der Fahrzeuge mit Level 0 um zehn Prozentpunkte niedriger eingeschätzt, als noch 2018 erwartet. Diese Strukturverschiebungen erhöhen die Durchschnittspreise je Fahrzeug von 753 Euro (Schätzung 2018) auf 1.225 Euro (Schätzung 2020) erheblich.

Ähnliche Effekte sind im Bereich der Vernetzung zu beobachten. Aktuell wird das Marktvolumen für das Jahr 2020 auf knapp 94 Milliarden Euro geschätzt. Ohne den Mengeneffekt wären es 127 Milliarden Euro gewesen. In der Prognose von 2018 lag dieser Wert noch bei gut 69 Milliarden Euro. Auch bei der Vernetzung sind deutliche Aufwertungen und qualitative Veränderungen in den Fahrzeugen realisiert worden, die diese steigenden Marktvolumen erklären.

Je Fahrzeug liegen die Kosten für Antriebe, Automatisierungs- und Vernetzungskomponenten im Jahr 2020 bei 8.810 Euro. Das ist höher, als noch 2018 erwartet. Die Preiseffekte dämpfen deshalb die rückläufigen Mengeneffekte. Bis 2030 ist mit einem Anstieg auf rund 12.358 Euro zu rechnen.

Tabelle 7

Weltweite Entwicklung der Fahrzeuge nach Transformationsbereichen

	Prognose		Aktuelle Schätzung	
	aus 2018	2020	2025	2030
Antriebe	646,3	469,3	631,4	664,0
Automatisierung	75,4	91,0	177,2	267,2
Vernetzung	69,2	94,0	157,8	197,9
Gesamt	790,9	654,3	966,4	1.129,0
Stückzahlen	100,1	74,3	89,5	91,4
Marktvolumen je Stück	7.900	8.810	10.798	12.358

Angaben in Milliarden Euro; Fahrzeuge in Millionen Stück, Quelle: Fraunhofer IAO (2020), vbw (2018)

3.5.1 Antriebe

Das Marktvolumen für Antriebe wird sich von knapp 470 Milliarden Euro (2020) auf 664 Milliarden Euro erhöhen (Tabelle 7). Dabei ist ein starker Wandel hin zu Antrieben mit Elektrokomponente zu erwarten:

- Im Jahr 2020 entfällt auf Fahrzeuge mit Verbrennungsantrieben (ICE und MHEV) ein Marktvolumen von rund 428 Milliarden Euro; im Jahre 2030 werden es nur noch rund 360 Milliarden Euro sein. Das ist ein Rückgang um 68 Milliarden Euro. Die Anteile an dem gesamten Antriebsmarkt fallen von 91 Prozent heute auf nur noch 54 Prozent im Jahr 2030.
- Die Marktvolumen bei den Antrieben mit Elektrokomponente (HEV, PHEV, BEV und FCEV) steigen von 41 Milliarden Euro (2020) auf 303 Milliarden Euro an. Das sind ein Zuwachs von 262 Milliarden Euro und ein Wachstum von rund 20 Prozent pro Jahr. Der Anteil an dem gesamten Antriebsmarkt steigt von neun Prozent heute auf 46 Prozent (2030).

Die Tabelle 8 zeigt, dass bei den Verbrennerantrieben alle Systeme vom Rückgang betroffen sind. Bei den Motoren sind es fast 33 Milliarden Euro und bei den Getrieben 15 Milliarden Euro. Beim Thermomanagement ist mit Rückgängen von rund sieben Milliarden Euro zu rechnen. Bei den Kraftstoffsystemen sind es fast sechs Milliarden Euro. Die rückläufigen Marktvolumen bei den elektrischen Antrieben und Batterien sind auf die fallenden Stückzahlen von Fahrzeugen mit Mild-Hybrid-Antrieben zurückzuführen.

Tabelle 8

Marktvolumen 2020 bis 2030 für Antriebe mit Verbrennungsmotor

	2020	2025	2030	Veränderung ¹⁾
Verbrennungsmotoren	155,2	158,4	121,9	-33,3
Abgassysteme	50,9	60,1	52,7	1,8
Effizienztechnologien	39,5	46,7	42,7	3,2
Kraftstoffsysteme	28,2	29,0	22,5	-5,7
Thermomanagement	30,3	30,4	23,0	-7,4
Getriebe	74,1	76,1	59,0	-15,1
Leistungselektronik	19,2	18,7	13,8	-5,4
Nebenaggregate	24,8	27,1	22,3	-2,4
Elektrische Antriebe	2,4	2,2	1,5	-0,9
Traktionsbatterien	3,3	3,0	1,5	-1,8
Gesamt	427,9	451,7	360,8	-67,0
Anzahl	70,6	72,5	56,2	-14,3
Marktvolumen je Stück	6.064	6.231	6.420	356

Verbrenner: ICE und Mild-Hybrid, Angaben in Milliarden Euro; Fahrzeuge in Millionen Stück

¹⁾ Veränderung: Differenz 2030 zu 2020, Quelle: Fraunhofer IAO (2020), vbw (2018)

Die Tabelle 9 zeigt die Entwicklung für Antriebssysteme mit einer Elektrokomponente (alle außer Mild-Hybrid). Die Marktvolumen aller Systeme wachsen zwischen 2020 und 2030 mit zweistelligen Raten pro Jahr. Die Spanne reicht von 24 Prozent beim Thermomanagement oder der Leistungselektronik bis knapp 18 Prozent bei Verbrennungsmotoren.

Zwei Ergebnisse sollen hervorgehoben werden:

- Der größte Zuwachs an Marktvolumen liegt mit +112,6 Milliarden Euro im Bereich der Batterien. Sie sind pro Stück teurer als die anderen Komponenten. Allein auf die Batterie entfallen mehr als zwei Fünftel des Anstiegs der Marktvolumen in diesem Segment. Andere neue Teile, wie elektrische Maschinen oder Ladetechnik, verzeichnen deutlich geringere Anstiege.
- Die Hybridantriebe stabilisieren die Märkte für die Komponenten eines Verbrennungsmotors. Im Jahr 2030 fällt auf Verbrennungsmotoren, Abgas- und Kraftstoffsysteme immerhin ein Marktvolumen von gut 41 Milliarden Euro. Das lindert die Rückgänge, die bei den ICE-Antrieben (einschließlich MHEV) zu erwarten sind.

Tabelle 9

Marktvolumen 2020 bis 2030 für Antriebe mit Elektrokomponente

	2020	2025	2030	Veränderung ¹⁾
Verbrennungsmotoren	4,9	22,6	25,8	20,9
Abgassysteme	1,5	8,0	10,4	8,9
Effizienztechnologien	1,6	8,5	11,0	9,4
Kraftstoffsysteme	0,9	4,1	4,8	3,9
Thermomanagement	2,4	10,5	21,1	18,7
Getriebe	2,9	13,1	19,8	16,9
Leistungselektronik	2,4	10,5	20,6	18,2
Nebenaggregate	0,3	1,2	1,4	1,2
Elektrische Antriebe	3,5	14,6	27,9	24,4
Traktionsbatterien	18,5	75,2	131,0	112,6
Brennstoffzellen	0,0	0,0	7,7	7,7
Ladetechnik	2,6	11,3	21,6	19,0
Gesamt	41,4	179,7	303,1	261,7
Anzahl	3,7	17,0	35,2	31,4
Marktvolumen je Stück	11.161	10.566	8.622	-2.539

Elektrokomponente: Full-Hybrid, Plug-in-Hybrid, Batterieantrieb, Brennstoffzellenantrieb

Angaben in Milliarden Euro; Fahrzeuge in Millionen Stück

¹⁾ Veränderung: Differenz 2030 zu 2020

Quelle: Fraunhofer IAO (2020)

Die Tabelle 10 zeigt zusammenfassend die Marktvolumen der Systeme der verschiedenen Antriebe. Sie sind nach der Höhe der Veränderungen zwischen 2020 und 2030 geordnet. Wichtig sind zwei Beobachtungen:

- Für die Kernsysteme, die hauptsächlich für einen ICE-Antrieb benötigt werden (Motor, Getriebe, Abgas- und Kraftstoffsysteme, Nebenaggregate), fallen die prognostizierten Marktvolumen um fast 14 Milliarden Euro.
- Diese Verluste werden durch Zuwächse bei den Elektroantrieben überkompensiert. Batterien, Elektromotoren, Ladetechnik und Brennstoffzellen wachsen um 161 Milliarden Euro. Eine überragende Bedeutung hat die Batterie. Der Zuwachs mit 111 Milliarden Euro macht mehr als die Hälfte der Gesamtveränderung bei den Antrieben aus.
- Zuwächse sind auch bei Systemen zu erwarten, die auch in reinen Elektrofahrzeugen benötigt werden. Dazu zählen das Thermomanagement und die Leistungselektronik. Hier kann mit einem Marktwachstum von 24 Milliarden Euro gerechnet werden⁹.

Tabelle 10
 Marktvolumen 2020 bis 2030 für Antriebe

	2020	2025	2030	Veränderung ¹⁾
Traktionsbatterien	21,7	78,3	132,5	110,8
Elektr. Antriebe	5,9	16,8	29,5	23,5
Ladetechnik	2,6	11,3	21,6	19,0
Leistungselektronik	21,6	29,2	34,3	12,7
Effizienztechnologien	41,1	55,2	53,8	12,7
Thermomanagement	32,8	40,9	44,0	11,3
Abgassysteme	52,4	68,1	63,1	10,7
Brennstoffzellen	0,0	0,0	7,7	7,7
Getriebe	76,9	89,2	78,8	1,9
Nebenaggregate	25,0	28,4	23,8	-1,3
Kraftstoff	29,1	33,1	27,2	-1,9
Verbrennungsmotoren	160,1	180,9	147,6	-12,5
Gesamt	469	631	664	194,7
Anzahl	81,3	86,3	88,1	6,8
Marktvolumen je Stück	6.319	7.055	7.268	948

Geordnet nach Veränderung der Marktvolumen 2020 bis 2030

Angaben in Milliarden Euro; Fahrzeuge in Millionen Stück

¹⁾ Veränderung: Differenz 2030 zu 2020

Quelle: Fraunhofer IAO (2020)

⁹ Hierzu könnten auch Getriebe für reine Elektrofahrzeuge gezählt werden. Dieser Markt soll bis 2030 um 6,5 Milliarden Euro wachsen.

3.5.2 Automatisierung

Hauptsächlich getrieben durch den Trend hin zu höheren Automatisierungsgraden werden die Marktvolumen in diesem Bereich stark ansteigen. Das gilt insbesondere für Lösungen bei den Systemen zur Umfelderkennung. Hier wird mit einer Verfünffachung der Marktpotenziale in zehn Jahren gerechnet. Bei der Datenverarbeitung und der Aktorik ist es in etwa nur eine Verdopplung. Auch die Ortungssysteme werden, allerdings ausgehend von einem kleineren Ausgangsniveau, stark wachsen. Die Kosten je Fahrzeug werden durch die Leistungsverbesserung erheblich wachsen. Prognostiziert ist in diesem Basisszenario ein Wachstum von 1.225 Euro (2020) auf 2.924 Euro (2030).

Tabelle 11

Marktvolumen 2020 bis 2030 für den Bereich Automatisierung

	2020	2025	2030	Veränderung ¹⁾
Umfelderfassung	15,7	51,2	96,4	80,7
Datenverarbeitung	37,0	62,0	84,0	46,9
Aktorik	36,7	56,7	78,1	41,3
Ortung	1,6	7,3	8,8	7,2
Gesamt	91,0	177,2	267,2	176,2
Anzahl	74,3	89,5	91,4	17,1
Kosten je Stück	1.225	1.980	2.924	1.693

Angaben in Milliarden Euro; Fahrzeuge in Millionen Stück

¹⁾ Veränderung: Differenz 2030 zu 2020

Quelle: Fraunhofer IAO (2020)

3.5.3 Vernetzung

Auch im Bereich der Vernetzung ist von einer Verdopplung der Marktvolumen bis 2030 auszugehen. Als besonders expansiv werden die Connected Car Services eingeschätzt. Der wesentliche Markt mit den höchsten Volumina bleiben die Multimedia- und Fahrerinformationssysteme. Sie werden im Jahr 2030 mit 127 Milliarden Euro knapp 90 Prozent der Marktvolumen erreichen, die in zehn Jahren auf die Herstellung von Verbrennungsmotoren (einschließlich Kraftstoffsysteme) entfallen. Durch die Leistungsverbesserungen steigen die Kosten je Fahrzeug stark an.

Tabelle 12

Marktvolumen 2020 bis 2030 für den Bereich Vernetzung

	2020	2025	2030	Veränderung ¹⁾
Kommunikationssysteme	24,3	33,1	38,8	14,4
Multimedia- und Fahrerinformations-systeme	65,3	109,6	127,1	61,9
Connected Car Services	4,4	15,1	32,0	27,6
Gesamt	94,0	157,8	197,9	103,9
Anzahl	74,3	89,5	91,4	17,1
Kosten je Stück	1.265	1.763	2.166	900

Angaben in Milliarden Euro; Fahrzeuge in Millionen Stück

¹⁾ Veränderung: Differenz 2030 zu 2020

Quelle: Fraunhofer IAO (2020)

3.5.4 Fazit

Die Tabelle 13 fasst die Kernergebnisse des Basisszenarios zusammen. Abgetragen sind die Marktvolumen und die entsprechenden Marktanteile für die Jahre 2019, 2020 und 2030. Der Gesamtmarkt setzt sich zusammen aus den Komponenten der betrachteten Systeme (Antriebe, Automatisierung und Vernetzung) sowie den Teilen der Fahrzeuge, die nicht direkt der Transformation unterliegen. Der Gesamtmarkt wird geschätzt durch die Multiplikation der weltweit produzierten Fahrzeuge mit einem Durchschnittspreis. Für 2020 beträgt dieser Preis 26.000 Euro je Fahrzeug und er steigt bis 2030 auf 30.162 Euro an. Wie in der Vorgängerstudie von 2018 (vbw, 2018) soll sich der Preis dieser Systeme mit der Menge der weltweit produzierten Fahrzeuge verändern. Das ist eine kritische Annahme, denn es ist zu erwarten, dass die Preise stärker anziehen, als es die schwache Mengenentwicklung beschreibt. Aus Konsistenzgründen wird die Annahme beibehalten. Sie ändert an den strukturellen Ergebnissen der Studie nur wenig. Die wichtigsten Resultate:

- Die Marktanteile für die Komponenten der klassischen Antriebe fallen von 22,2 Prozent (2020) auf 13,4 Prozent (2030). Das bedeutet einen Rückgang der Anteile um 40 Prozent in nur zehn Jahren.
- Die Marktanteile für Antriebe mit Elektrokomponente (BEV, FHEV, PHEV, FCEV) wachsen sehr dynamisch von gut zwei Prozent (2020) auf über elf Prozent (2030).
- Bei der Automatisierung ist mehr als eine Verdopplung der Anteile von 4,7 Prozent (2020) auf fast zehn Prozent (2030) zu erwarten.
- Auch bei der Vernetzung sind Zuwächse prognostiziert, die allerdings nicht ganz so stark ausfallen. 2020 beträgt der Marktanteil 4,9 Prozent – in zehn Jahren sollen es 7,3 Prozent sein.



Globales Basisszenario bis 2030

- Der weitaus größte Teil der Marktvolumen fällt auf die „sonstigen Bereiche“ außerhalb der Fahrzeugelektrifizierung, -automatisierung und -vernetzung. Für das Jahr 2020 wird dieser Anteil auf 66,1 Prozent und für 2030 auf 58,2 Prozent geschätzt. Wie bereits oben erwähnt, hängt dieser Anteil und damit in unmittelbarer Folge auch die anderen Systeme von der Preisentwicklung der sonstigen Systeme ab. Bei einem Anstieg der Preise von 2,5 Prozent pro Jahr würde sich ein Anteil von 63 Prozent errechnen.
- Nachrichtlich sind die Marktvolumen für das Jahr 2019 abgetragen, um noch mal den Einbruch von 2019 auf 2020 darzustellen. Das gesamte Marktvolumen sinkt um 13,3 Prozent. Das ist eine eher konservative Schätzung und kann deutlich höher ausfallen.

Diese Marktanteile sind für den bayernspezifischen Teil der Studie sehr wichtig, weil sie die Benchmark bilden, mit der die Struktur des bayerischen Auto-Clusters verglichen wird.

Abschließend ist als Gesamtfazit festzuhalten, dass der weltweite Strukturwandel im Bereich der Fahrzeugelektrifizierung, -automatisierung und -vernetzung trotz des Einbruchs im Jahr 2020 in insgesamt wachsenden Märkten stattfindet. Nur bei den klassischen Antrieben ist ein deutlicher Rückgang der Marktvolumen zu erwarten, der aber durch die anderen Systeme überkompensiert wird.

Tabelle 13

Marktvolumen 2020 bis 2030 nach Systemen

	2019	2020	2030	2020	2030
	Marktvolumen			Marktanteile	
Klassische Antriebe					
Verbrennungsmotoren und Kraftstoffsyst.	218,8	183,4	144,4	9,5	5,3
Abgas- und Effizienztechnologien	107,8	90,4	95,4	4,7	3,5
Thermomanagement	36,2	30,3	23,0	1,6	0,9
Getriebe	88,3	74,1	59,0	3,8	2,2
Leistungselektronik und Nebenaggregate	52,4	44,0	36,1	2,3	1,3
Elektrische Antriebe	2,9	2,4	1,5	0,1	0,1
Batterie	3,9	3,3	1,5	0,2	0,1
Gesamt klassische Antriebe	510,3	427,9	360,8	22,2	13,4
Antriebe mit Elektrokomponente					
Verbrennungsmotoren und Kraftstoffsyst.	4,5	5,8	30,5	0,3	1,1
Abgas- und Effizienztechnologien	2,4	3,1	21,5	0,2	0,8
Thermomanagement	2,1	2,4	21,1	0,1	0,8
Getriebe	2,4	2,9	19,8	0,1	0,7
Leistungselektronik und Nebenaggregate	2,3	2,7	22,0	0,1	0,8
Elektrische Antriebe	3,1	3,5	27,9	0,2	1,0
Batterie	17,4	18,5	131,0	1,0	4,9
Brennstoffzelle	0,0	0,0	7,7	0,0	0,3
Ladetechnik	2,3	2,6	21,6	0,1	0,8
Gesamt Antriebe mit Elektrokomp.	36,5	41,4	303,1	2,1	11,2
Automatisierung					
Umfelderfassung	18,4	15,7	96,4	0,8	3,6
Datenverarbeitung	43,6	37,0	84,0	1,9	3,1
Aktorik	43,2	36,7	78,1	1,9	2,9
Ortung	1,9	1,6	8,8	0,1	0,3
Gesamt Automatisierung	107,1	91,0	267,2	4,7	9,9
Vernetzung					
Kommunikationssysteme	28,6	24,3	38,8	1,3	1,4
Multimedia- und Fahrerinfo.systeme	76,8	65,3	127,1	3,4	4,7
Connected Car Services	5,2	4,4	32,0	0,2	1,2
Gesamt Vernetzung	110,6	94,0	197,9	4,9	7,3
Betrachtete Systeme	764,4	654,3	1.129,0	33,9	41,8
Sonstige	1.464	1.277	1.570	66,1	58,2
Gesamtmarkt	2.228	1.931	2.699	100,0	100,0

Marktvolumen in Milliarden Euro; Marktanteile in Prozent

Quelle: Fraunhofer IAO (2020); eigene Einschätzungen

4 Alternative Szenarien

Neue Mobilitätskonzepte beschleunigen die Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung – verringern aber die Zahl der Neuzulassungen

4.1 Globales MaaS-Szenario

Der technologische Fortschritt und die Marktdiffusion der jeweiligen automobilen Megatrends führen zu vielschichtigen Wechselwirkungen in der Automobilindustrie. Durch die Verbreitung von innovativen Mobilitätsangeboten, wie Carsharing oder Ridehailing, können sich Effekte auf die Entwicklung der Fahrzeugneuzulassungen ergeben. Außerdem ist davon auszugehen, dass diese neuen Mobilitätskonzepte die Elektrifizierung und Automatisierung der Fahrzeuge beschleunigen.

Basierend auf diesen Entwicklungen werden in dem vorliegenden Alternativszenario die Effekte einer extremen Durchdringung von MaaS auf die globalen Umsatzpotenziale im Jahr 2030 aufgezeigt. Hierfür werden folgende Annahmen getroffen (Tabelle 14):

- Die Anzahl der Neuzulassungen steigt von 74,3 Millionen (2020) auf 88,2 Millionen (2025) und fällt gering auf 86,7 Millionen bis 2030. Im Vergleich zum Basisszenario werden 2030 weltweit 4,7 Millionen Fahrzeuge weniger produziert.
- Im Jahr 2030 werden nur noch 46 Prozent der Fahrzeuge einen Verbrennerantrieb (ICE oder MHEV) haben. Im Basisszenario sind es fast 62 Prozent. Nach der Prognose sollen im MaaS-Szenario im Jahr 2030 rund 19 Prozent der Fahrzeuge einen Hybrid- und 34 Prozent einen batterieelektrischen Antrieb besitzen. Diese Anteile sind im Basisszenario deutlich niedriger.
- Die Brennstoffzelle spielt auch hier nur eine geringe Rolle. Nur ein Prozent der Neuzulassungen soll mit einem solchen Antrieb ausgestattet sein.
- Über die Hälfte der Fahrzeuge wird im MaaS-Szenario ein Automatisierungslevel von 3 oder höher erreichen – im Basisszenario sind es nur 35 Prozent.
- Bei Vernetzung gibt es im MaaS-Szenario einen stärkeren Trend in Richtung „Embedded“. Der Anteil soll im Jahr 2030 rund 74 Prozent betragen, im Basisszenario sind es nur 60 Prozent.

Tabelle 14
Kerndaten des globalen MaaS-Szenarios

	2020	2025	2030	Basisszenario 2030
Antriebe				
Verbrennerantrieb	95,0	70,0	46,0	61,5
Hybridantrieb	3,0	13,0	19,0	13,0
Elektroantrieb	2,0	17,0	34,0	24,5
Brennstoffzelle	0,0	0,0	1,0	1,0
Automatisierung				
Level 0	47,1	20,0	4,0	10,0
Level 1	43,1	20,0	10,0	20,0
Level 2	8,2	36,5	32,0	35,0
Level 3	1,5	15,0	33,0	26,5
Level 4	0,0	4,5	8,0	7,0
Level 5	0,0	4,0	13,0	1,5
Vernetzung				
Embedded	47,5	58,0	74,0	60,0
Tethered	27,5	37,0	25,0	39,0
Nicht vernetzt	25,0	5,0	1,0	1,0
Neuzulassungen				
Anzahl Fahrzeuge	74,3	88,2	86,7	91,4

Angaben in Prozent; Fahrzeuge in Millionen Stück

Quelle: Fraunhofer IAO (2020)

Mithilfe der produzierten Stückzahlen und der ermittelten Strukturen der Fahrzeuge (Antriebe, Automatisierungs- und Vernetzungsgrade) können unter Zuhilfenahme der Marktpreise der einzelnen Komponenten die entsprechenden Marktvolumen ermittelt werden (Tabelle 15).

- Auch im MaaS-Szenario nehmen die Marktvolumen zu. Sie steigen von 1,93 Billionen Euro auf gut 2,8 Billionen Euro. Das entspricht in etwa dem Niveau des Basisszenarios (2,7 Billionen Euro; Tabelle 13).
- Verbunden damit ist eine stärkere Strukturverschiebung im Vergleich zum Basisszenario. Das Marktvolumen bei den konventionellen Antrieben sinkt auf 256 Milliarden Euro im Jahr 2030. Das sind fast 105 Milliarden Euro weniger als im Basisszenario.
- Dafür sind die Marktvolumen bei den Antrieben mit Elektrokomponente (100 Milliarden Euro) und bei der Automatisierung (85 Milliarden Euro) höher als im Basisszenario. Bei der Vernetzung liegen die Marktvolumen etwas niedriger (2,5 Milliarden Euro).



Alternative Szenarien

- Bei den betrachteten Systemen der Fahrzeugelektrifizierung, -automatisierung und -vernetzung addieren sich die Marktvolumen im Jahr 2030 im MaaS-Szenario auf 1,207 Billionen Euro. Das sind rund 78 Milliarden Euro mehr als im Basisszenario. Wesentlicher als diese kleinen Niveauunterscheide sind die beschriebenen unterschiedlichen Strukturverschiebungen. Insgesamt werden die negativen Mengeneffekte durch den Wandel hin zu höherwertigen Systemen kompensiert.
- Bei den sonstigen Systemen liegen Marktvolumen im Jahr 2030 im MaaS-Szenario um 23 Milliarden Euro niedriger als im Basisszenario.

Der Mengeneffekt ist die kritische Annahme in diesem Szenario. Je stärker die Zulassungszahlen fallen, umso weniger können die Struktureffekte die Mengeneffekte ausgleichen.

Tabelle 15

Globale Marktvolumen im MaaS-Szenario

	2020	2025	2030	2020	2030
	Marktvolumen			Marktanteile	
Klassische Antriebe					
Verbrennungsmotoren und Kraftstoffsyst.	183,4	159,5	102,4	9,5	3,7
Abgas- und Effizienztechnologien	90,4	90,9	67,7	4,7	2,4
Thermomanagement	30,3	25,9	16,3	1,6	0,6
Getriebe	74,1	64,8	41,9	3,8	1,5
Leistungselektronik und Nebenaggr.	44,0	39,0	25,6	2,3	0,9
Elektrische Antriebe	2,4	1,9	1,1	0,1	0,0
Batterie	3,3	2,6	1,1	0,2	0,0
Gesamt klassische Antriebe	427,9	384,6	256,0	22,2	9,1
Antriebe mit Elektrokomponente					
Verbrennungsmotoren und Kraftstoffsyst.	5,8	29,6	42,3	0,3	1,5
Abgas- und Effizienztechnologien	3,1	18,3	29,8	0,2	1,1
Thermomanagement	2,4	16,3	27,9	0,1	1,0
Getriebe	2,9	17,0	26,9	0,1	1,0
Leistungselektronik und Nebenaggr.	2,7	17,7	29,4	0,1	1,0
Elektrische Antriebe	3,5	23,6	37,4	0,2	1,3
Batterie	18,5	145,3	173,7	1,0	6,2
Brennstoffzelle	0,0	0,0	7,3	0,0	0,3
Ladetechnik	2,6	17,6	28,9	0,1	1,0
Gesamt Antriebe mit Elektrokomp.	41,4	285,4	403,5	2,1	14,4
Automatisierung					
Umfelderfassung	15,7	92,2	157,8	0,8	5,6
Datenverarbeitung	37,1	75,5	95,6	1,9	3,4
Aktorik	36,8	69,0	88,9	1,9	3,2
Ortung	1,6	9,0	10,4	0,1	0,4
Gesamt Automatisierung	91,2	245,7	352,6	4,7	12,6
Vernetzung					
Kommunikationssysteme	24,3	32,6	41,3	1,3	1,5
Multimedia- und Fahrerinfo.systeme	65,3	107,9	120,6	3,4	4,3
Connected Car Services	4,4	14,9	32,6	0,2	1,2
Gesamt Vernetzung	94,0	155,4	194,5	4,9	6,9
Betrachtete Systeme	654,5	1.071,1	1.206,7	33,9	43,1
Sonstige	1.276,5	1.515,3	1.592,6	66,1	56,9
Gesamtmarkt	1.931	2.586	2.799	100,0	100,0

Angaben Marktvolumen in Milliarden Euro; Fahrzeuge Marktanteile in Prozent
 Quelle; Fraunhofer IAO (2020)

4.2 Progressives Brennstoffzellen-Szenario

Im Basisszenario wird der Brennstoffzelle nur eine sehr untergeordnete Rolle zugeordnet. Im Jahr 2030 sollen weltweit nur knapp 900.000 Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb neu zugelassen werden. Das entspricht nur einem Prozent aller neu produzierten Fahrzeuge. Das Marktvolumen dieser Antriebsvariante beträgt nur 7,7 Milliarden Euro. Experten gehen derzeit davon aus, dass sich zumindest bis 2030 bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen die Batterie als elektrische Antriebsvariante durchsetzt.

Die Brennstoffzelle hat derzeit zwei Herausforderungen zu lösen. Zum einen ist die Technologie teuer. Zum anderen fehlt es an einer ausgebauten Wasserstoffinfrastruktur. Das gilt für die Produktion des Wasserstoffs und insbesondere für das weitgehend fehlende Wasserstofftankstellennetz.

Die Brennstoffzelle könnte aber dann eine größere Rolle einnehmen, wenn sich diese Technologie bei schweren Nutzfahrzeugen stärker durchsetzt und deshalb eine entsprechende Wasserstoffinfrastruktur aufgebaut wird. Dafür sprechen vorliegende Prognosen und Experteneinschätzungen. Im Jahr 2030 sollen bereits neun Prozent der schweren Lkw einen Brennstoffzellenantrieb haben. Zehn Jahre später könnten es über 40 Prozent sein. Die Brennstoffzelle wird dann neben der Batterie und den klassischen Verbrennungsmotoren eine starke Säule in diesem Antriebsmix sein. Die Einführung der Brennstoffzelle soll bereits 2025 beginnen. Weltweite Marktanteile von zwei Prozent sind denkbar. Voraussetzung dafür ist ein hinreichend dichtes Wasserstofftankstellennetz. Das wiederum begünstigt die Verwendung dieser Technologie in Pkw und leichten Nutzfahrzeugen.

In einem progressiven Brennstoffzellen-Szenario soll deshalb angenommen werden, dass der globale Marktanteil bei den Antrieben bereits 2025 rund zwei Prozent erreicht und bis 2030 auf vier Prozent ansteigt.

Die Veränderungen der Marktvolumen hängen davon ab, welche Antriebe dafür entsprechend Anteile verlieren. Die Tabelle 18 zeigt zwei Varianten. Bei der ersten Variante werden die Marktanteile der batterieelektrischen Antriebe und bei der zweiten Variante die der konventionellen Antriebe reduziert:

- Bei der ersten Variante (FCEV ersetzt BEV) steigen die Marktvolumen an. Im Jahr 2025 sind es 0,4 Milliarden Euro und im Jahr 2030 immerhin 6,8 Milliarden Euro. Im Wesentlichen wird es einen Tausch zwischen Batterien und Brennstoffzellen geben. Die Differenzen der Marktvolumen erklären sich durch unterschiedliche Marktpreise. Ein batterieelektrischer Antrieb kostet im Jahr 2030 knapp 8.200 Euro, während ein Brennstoffzellenantrieb noch über 10.000 Euro je Aggregat kostet. In diesem Szenario verlieren auch die elektrischen Antriebe und die Ladetechnik an Marktvolumen, weil sie in den Brennstoffzellenfahrzeugen nicht benötigt werden. Ein wachsendes Volumen ist im Thermomanagement zu erwarten, weil diese Technologien in den Brennstoffzellenfahrzeugen verstärkt eingesetzt wird.

Alternative Szenarien

- In der zweiten Variante (die Anteile der FCEV- werden zugunsten der ICE-Antriebe erhöht) gibt es größere Effekte bei den Marktvolumen. Im Jahr 2025 sind es 9,6 Milliarden Euro und in 2030 sollen es sogar 11,6 Milliarden Euro sein. Die Erklärung der größeren Effekte liegt darin, dass die Preisunterschiede zwischen dem ICE- und FCEV-Antrieb höher sind als zwischen dem BEV- und FCEV-Aggregat. Konstruktionsbedingt fallen in dieser Variante die Marktvolumen in allen Bereichen geringer aus, die in den ICE-Antrieben Verwendung finden.

Der wesentliche Vorteil der stärkeren Verbreitung der Brennstoffzelle liegt aber nicht in den angegebenen Erhöhungen der Marktvolumen, sondern in der Erschließung einer neuen Technologie, die insbesondere auf die Reichweiten von Fahrzeugen den batterieelektrischen überlegen sein könnten. Aus ökologischer Sicht kommt es bei beiden Alternativen darauf an, wie die dafür benötigte Energie erzeugt wird.

Tabelle 16
Progressives Brennstoffzellen-Szenario

	2025	2030	2020	2030
	BEV wird reduziert		ICE wird reduziert	
Verbrennungsmotor und Peripherie	0,0	0,0	-7,9	-12,8
Getriebe	0,0	0,0	-1,3	-2,0
Thermomanagement	1,3	1,5	1,7	2,0
Leistungselektronik	0,0	0,0	0,6	0,9
Ladetechnik	-1,2	-1,7	0,0	0,0
Elektrische Antriebe	-1,7	-2,4	-0,1	-0,1
Batterie	-14,1	-13,7	0,4	0,4
Brennstoffzelle	16,1	23,2	16,1	23,2
Gesamt	0,4	6,8	9,6	11,6

Angaben Marktvolumen in Milliarden Euro;

Anteile FCEV 2025 +2 Prozent und 2030 +3 Prozent gegenüber Basisszenario; entsprechend werden diese Anteile bei den BEV-Antrieben oder den ICE-Antrieben reduziert

Peripherie: Kraftstoff- und Abgassysteme, Effizienztechnologien sowie Nebenaggregate

Quelle: Fraunhofer IAO (2020)

5 Das Auto-Cluster Bayern

Das Auto-Cluster-Bayern wächst zwischen 2016 und 2019 mit gut elf Prozent eher moderat

Das Auto-Cluster besteht aus der Branche „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (WZ 29)“ plus den Zulieferern aus anderen Branchen. Diese Zulieferungen werden aus der bayerischen Input-Output-Tabelle ermittelt. Grundlage sind die Daten der Studie von 2018 (vbw 2018), die aktualisiert und für das Jahr 2019 berechnet wurden. Betrachtet werden Produktionswerte, die Wertschöpfung und die Beschäftigung.

5.1 Größe des Auto-Clusters Bayern 2019

Das Auto-Cluster Bayern hat im Jahr 2019 einen Produktionswert von 139,35 Milliarden Euro. Das ist ein Zuwachs von rund 11,2 Prozent gegenüber 2016, was ungefähr eine Halbierung des Wachstums im Vergleich zu dem Zeitraum 2013 bis 2016¹⁰ bedeutet.

- Mit rund 118,7 Milliarden Euro fallen 85 Prozent des Produktionswertes des Clusters auf die Automobilindustrie (Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen) und 20,7 Milliarden Euro auf andere Branchen.
- Die wichtigsten Zulieferer (außerhalb der Automobilindustrie selbst) kommen aus den Bereichen Metalle und Maschinenbau (jeweils rund 5,3 Milliarden Euro), der Gummi- und Kunststoffindustrie (3,7 Milliarden Euro) sowie der Elektroindustrie (2,6 Milliarden Euro). Rund 87 Prozent aller Zulieferungen stammen aus der Industrie und der Rest aus den beiden Dienstleistungssektoren.
- Von dem gesamten Produktionswert des Clusters entfallen 88,7 Milliarden Euro auf den Export (45,6 Prozent). Gut 30 Milliarden Euro werden an Kunden in Bayern geliefert. Rund 20,5 Milliarden gehen an Abnehmer in den anderen Bundesländern. Gegenüber 2016 gibt es leichte Verschiebungen: Die Exporte und die Lieferung nach Bayern sind überdurchschnittlich gewachsen.
- Das Auto-Cluster hat einen Anteil an dem gesamten Produktionswert in Bayern von 11,8 Prozent. Das ist ein Rückgang von 0,4 Prozentpunkten gegenüber 2016. In Deutschland ist die Quote noch stärker gefallen. Betrug der Anteil des deutschen Auto-Clusters an der gesamten Produktion im Jahr 2016 noch 8,4 Prozent, liegt dieser Wert 2019 nur noch bei 7,1 Prozent.

¹⁰ Im Jahr 2013 betrug der Produktionswert 104,1 Milliarden Euro und im Jahr 2016 waren es 125,4 Milliarden Euro (vbw, 2018).

Tabelle 17

 Produktionswerte des Auto-Clusters Bayern 2019¹⁾

Produktbereiche	Bayern	Andere BL	Export	Gesamt	Nachr. Gesamt 2016
Chemie	201	132	335	668	626
Gummi- und Kunststoff	1.331	671	1.647	3.649	3.250
Metalle	2.208	1.919	1.126	5.252	4.893
Maschinenbau	840	457	4.093	5.390	4.931
Elektroindustrie	631	291	1.676	2.597	2.474
Sonstige Industrie	68	24	390	482	609
Logistik	716	549	146	1.411	1.233
Unternehmensnahe Dienstleister	739	488	18	1.245	1.094
Zulieferer²⁾	6.732	4.530	9.430	20.693	19.110
Auto PW³⁾				118.658	106.252
Cluster gesamt				139.350	125.362
Anteile am Produktionswert in Bayern				11,8	12,2

¹⁾ In Millionen Euro.

²⁾ Nicht-Auto-Bereiche

³⁾ Der Produktionswert (PW) setzt sich zusammen aus der Wertschöpfung des Produktionsbereichs Auto zuzüglich Vorleistungskäufen in Bayern, in anderen Bundesländern und im Ausland.

Quellen: vbw (2018), Statistisches Bundesamt (2020a, 2020b, 2020c), eigene Berechnungen

Das Auto-Cluster Bayern erwirtschaftet eine Wertschöpfung in Höhe von gut 42 Milliarden Euro (2019) und damit gut 1,5 Milliarden Euro mehr als 2016. Das sind 7,4 Prozent der gesamten Bruttowertschöpfung der bayerischen Wirtschaft (Tabelle 18). 2014 lag dieser Anteil noch bei 7,9 Prozent. Etwa vier Fünftel dieser Wertschöpfung entfallen auf die Auto-industrie selbst und der Rest auf die Zulieferer in anderen Bereichen.



Das Auto-Cluster Bayern

Dem Auto-Cluster Bayern können rund 350.000 Arbeitsplätze zugeordnet werden. Das sind 4,5 Prozent aller Erwerbstätigen im Freistaat. Dieser Anteil hat sich seit 2016 nicht verändert. Die Zahl der dem Cluster zurechenbaren Arbeitsplätze ist gegenüber 2016 um rund 10.000 gestiegen. Gut zwei Drittel davon können dem Automobilbereich direkt zugeordnet werden. In Kapitel 5.4 werden die aktuellen Zahlen eingeordnet.

Die Produktivität des Auto-Clusters Bayern (nominale Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen) ist mit rund 120.000 Euro höher als im Durchschnitt der bayerischen Wirtschaft (knapp 74.000 Euro). Innerhalb des Clusters erwirtschaften die Unternehmen der Autobranche mit gut 142.000 Euro eine höhere Produktivität als die Zulieferer aus den anderen Branchen (rund 73.000 Euro). Die Dienstleistungsbereiche haben innerhalb der Gruppe der Zulieferer eine deutlich unterdurchschnittliche Produktivität.

Tabelle 18

 Wertschöpfung, Beschäftigung und Produktivität¹⁾ des Auto-Clusters
 Bayern 2019

	Wertschöpfung	Beschäftigte	Produktivität
	1.000 Euro	Anzahl	1.000 Euro
Chemie	118	1.041	113,1
Gummi und Kunststoff	1.190	18.595	64,0
Metalle	1.857	28.881	64,3
Maschinenbau	2.186	24.095	90,7
Elektroindustrie	1.167	10.965	106,4
Sonstige Industrie	210	3.596	58,5
Logistik	576	9.738	59,1
Unternehmensnahe Dienstleister	761	13.939	54,6
Zulieferer	8.064	110.849	72,8
Kraftwagen und -teile	34.002	239.196	142,2
Cluster gesamt	42.066	350.046	120,2
Anteil 2019 an BWS Bayern in Prozent	7,4	4,5	
Anteil 2016 an BWS Bayern in Prozent	7,9	4,5	
Bayern gesamt	569.755	7.726.130	73,7

¹⁾ Nominale Bruttowertschöpfung (BWS) je Beschäftigten.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2020a, 2020b, 2020c), vbw (2018), eigene Berechnungen

5.2 Struktur des Auto-Clusters Bayern 2019

Das Auto-Cluster ist stark von großen Unternehmen geprägt (Tabelle 19). Rund 73 Prozent der Beschäftigten in Branchen des Auto-Clusters arbeiten in Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten. Im Durchschnitt der bayerischen Wirtschaft liegt dieser Anteil nur bei rund 37 Prozent. Besonders hoch sind die Anteile der großen Unternehmen in der Automobilindustrie (88 Prozent) und in der Elektroindustrie (63,6 Prozent). Eine geringere Bedeutung haben die großen Unternehmen bei den unternehmensnahen Dienstleistungen und im Metallbereich. Die Größenstruktur hat sich gegenüber 2019 kaum verändert.

Tabelle 19

Größen- und Branchenstruktur des Auto-Clusters Bayern¹⁾

	Gesamt	bis 49	50 bis 499	500 und mehr
	in 1.000	Anteile in Prozent		
Chemie, Gummi und Kunststoff	19,6	10,0	50,6	39,4
Metalle	28,9	30,4	45,2	24,5
Maschinenbau	24,1	6,7	34,7	58,6
Elektroindustrie	11,0	7,4	29,0	63,6
Sonstige Industrie	3,6	11,9	40,9	47,2
Logistik	9,7	38,2	20,5	41,3
Unternehmensdienste	13,9	35,9	34,1	30,0
Kraftwagen und -teile	239,2	1,5	10,8	87,7
Cluster 2019	350,0	7,4	19,6	73,0
Cluster 2016	340,1	7,3	19,1	73,6

¹⁾ Hochgerechnete Daten für 2019; Beschäftigte in 1.000; Anteile in Prozent.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2020), eigene Berechnungen

Das Auto-Cluster Bayern

Das Auto-Cluster erwirtschaftet einen Produktionswert von gut 139,4 Milliarden Euro (2019). Davon entfällt schätzungsweise ein Drittel auf die OEMs und zwei Drittel auf die Zulieferer. Innerhalb der Zulieferergruppe gibt es zwei Besonderheiten:

- Der größte Umsatzanteil fällt auf die Systemlieferanten, die als Tier 1¹¹ bezeichnet werden. Auf diese Unternehmen entfallen gut zwei Fünftel des gesamten Cluster-Umsatzes. Bezogen auf den Anteil der Zulieferer sind es knapp zwei Drittel. Die nachgeordneten Zulieferer haben deutlich geringere Umsatzanteile.
- Mehr als drei Viertel der Produktionswerte des Clusters in Bayern entfallen auf die großen Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten, was auf die Cluster-Struktur zurückgeführt werden kann: Die OEMs sowie die Tier-1-Zulieferer sind im Regelfall große Unternehmen. Auch bei den Tier-2-Zulieferern trifft das in der Regel zu.
- Gegenüber 2016 haben sich in dieser Struktur leichte Verschiebungen ergeben. Der Anteil der OEMs ist infolge der stärkeren Internationalisierung der Produktion schätzungsweise um fünf Prozentpunkte gefallen.
- Das Wachstum fiel bei den Tier-2-Zulieferern unterdurchschnittlich. Alle anderen Gruppen zeigen eine ähnliche Entwicklung.

¹¹ Die Produktionskette ist in der Automobilindustrie hierarchisch in fünf Stufen aufgebaut. Oben stehen die OEM (die Automobilproduzenten). In der ersten Stufe der Lieferkette (Tier) sind Lieferanten zusammengefasst, die ganze Systeme oder Module liefern. Das sind meistens große Unternehmen. Zu der Stufe Tier 2 gehören Lieferanten von Komponenten und Unterbaugruppen. Die Stufe Tier 3 umfasst Unternehmen, die Teile produzieren. Die Unternehmen der Stufe Tier 4 sind nachgelagert. Sie liefern Einzelteile oder Dienstleistungen.

Tabelle 20

Struktur des Produktionswertes des Auto-Clusters Bayern nach Stellung der Wertschöpfungskette¹⁾

	Produktion	bis 49	50 bis 499	500 und mehr
	Mrd. Euro	Anteile in Prozent		
OEMs	45,8	0,0	0,0	100,0
Zulieferer	93,5	8,9	25,9	65,2
darunter				
Tier 1	60,3	12,2	5,3	82,5
Tier 2	9,9	1,4	17,4	81,1
Tier 3	5,2	5,9	67,6	26,5
Tier 4	18,2	3,3	85,4	11,4
Cluster gesamt	139,4	5,9	17,4	76,7

¹⁾ Daten für 2019; Befragungsergebnisse; Einzeldaten teilweise geschätzt.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2020a, 2020b, 2020c); IW Consult (2020), eigene Berechnungen

5.3 Bedeutung im Wirtschaftskreislauf 2019

In Kapitel 5.1 wurde die Größe des Auto-Clusters Bayern berechnet. Es zählt:

- 139 Milliarden Euro Produktionswert oder Umsatz
- 42 Milliarden Euro Wertschöpfung
- 350.000 Beschäftigte

Mit der Erfassung dieser unmittelbaren oder direkten Effekte ist die quantitative Bedeutung des Clusters allerdings noch nicht vollständig beschrieben. Die Wertbeiträge, die diese Unternehmen durch ihre Aktivitäten bei anderen Unternehmen auslösen, müssen zusätzlich berücksichtigt werden. Ökonomen bezeichnen das als Kreislaufeffekte. Dabei sind zwei Arten zu unterscheiden:

- **Indirekte Effekte:** Umsätze, Wertschöpfung oder Beschäftigung, die dadurch ausgelöst werden, dass Cluster-Unternehmen bei anderen Vorleistungen kaufen und diese wiederum bei ihren Lieferanten Güter und Dienstleistungen einkaufen.

- **Induzierte Effekte:** Die Tätigkeiten der Cluster-Unternehmen einschließlich der daran hängenden Lieferanten erwirtschaften Einkommen in Form von Löhnen und Gewinnen. Diese werden wiederum teilweise konsumiert und lösen ihrerseits im Wirtschaftskreislauf zusätzliche Produktionstätigkeit aus.

Im Folgenden werden neben den oben erwähnten direkten Effekten auch die indirekten und induzierten Effekte präsentiert (zur Methodik siehe Kasten). Dabei wird berechnet, wie hoch der Produktionswert, die Wertschöpfung und die Beschäftigung wären, wenn es das Auto-Cluster nicht gäbe (Annahme des vollständigen Wegfalls ohne Substitution).

Bruttowertschöpfung

Die Bruttowertschöpfung des Auto-Clusters Bayern in Höhe von 42 Milliarden Euro generiert bundesweit durch indirekte und induzierte Effekte zusätzlich eine Wertschöpfung von 31 Milliarden Euro. Davon entfallen 22,32 Milliarden Euro auf den indirekten und 8,88 Milliarden Euro auf den induzierten Effekt (vergleiche Tabelle 21). Der Multiplikator beträgt 1,74. Somit generiert jeder Euro Wertschöpfung im Auto-Cluster Bayern 0,74 Euro zusätzliche Wertschöpfung in Deutschland. In der Studie 2018 lag der Multiplikator noch bei 1,57.¹²

Mehr als zwei Drittel des gesamten Effekts (48,86 Milliarden von 73,26 Milliarden Euro) bleiben in Bayern. Davon sind 42,07 Milliarden Euro direkter und 6,79 Milliarden Euro indirekter oder induzierter Effekt. Der Multiplikator in Bayern beläuft sich auf 1,16. Aber auch die anderen Bundesländer profitieren. Von den bundesweiten 31,2 Milliarden Euro indirekter oder induzierter Effekt fließen 28,29 Milliarden Euro in die anderen Bundesländer.

Betrachtet man den Gesamteffekt getrennt nach Branchen, profitieren deutschlandweit an erster Stelle Kfz-Handel und -Reparatur (WZ 45). 5,6 Prozent des Gesamteffekts (direkt, indirekt und induziert) entfallen auf diese Branche. Zudem profitieren die wissenschaftlichen und technischen Dienstleister (5,5 Prozent des Gesamteffekts), die Metallerzeugnis-Herstellung (3,2 Prozent des Gesamteffekts) und der Großhandel (2,9 Prozent des Gesamteffekts).

Die gesamte Effektgröße (direkt, indirekt und induziert) macht in Bayern rund 8,6 Prozent der gesamten Wertschöpfung im Bundesland aus. In den anderen Bundesländern sind es immerhin 1,1 Prozent ihrer Wertschöpfung.

¹² In der Studie steht fälschlicherweise der Wert von 2,57 als Multiplikator. Dieser resultierte durch einen Zahlendreher bei den Effekten der anderen Bundesländer. Hier liegt der Multiplikator nicht bei 1,37, sondern bei 0,37. Die absoluten Werte sind weiterhin korrekt – der direkte Effekt 2018 lag bei 40,3 Milliarden Euro und der Gesamteffekt bei 63,5 Milliarden Euro Wertschöpfung des Auto-Clusters.

Tabelle 21

 Effekte des Auto-Clusters Bayern auf die Bruttowertschöpfung¹⁾

	Bayern	Andere BL	Deutschland
Direkt	42,07	0,00	42,07
Indirekt	1,80	24,40	22,32
Induziert	4,99	3,89	8,88
Indirekt + induziert	6,79	28,29	31,20
Gesamt	48,86	28,29	73,26
Multiplikator ²⁾	1,16	0,67	1,74
Prozent des BWS	8,6	1,1	2,4

¹⁾ In Milliarden Euro.

²⁾ Relation direkter Effekt zu Gesamteffekt.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2020), eigene Berechnungen

Beschäftigung

Auch für die Beschäftigung lassen sich die oben genannten Effekte berechnen (Tabelle 22):

Von dem Auto-Cluster Bayern mit seinen rund 350.000 Arbeitsplätzen hängen bundesweit nochmals 314.000 Jobs indirekt davon ab und 124.000 weitere Arbeitsstellen werden durch induzierte Effekte geschaffen. Dies entspricht einem Multiplikator von 2,25. Der Multiplikator ist größer als 2016, weil die induzierten Effekte relativ stärker gewachsen sind. Legte der Umsätze in den Auto-Cluster-Branchen in Bayern seit 2016 um 7,92 Prozent zu, stiegen die Löhne der Cluster-Beschäftigten um 11,52 Prozent.

Von den 438.000 im Wirtschaftskreislauf geschaffenen Arbeitsplätzen entfallen rund 336.000 auf die anderen Länder in Deutschland und 102.000 auf Bayern. Im Freistaat hängen also an jedem Arbeitsplatz in den Cluster-Unternehmen nochmals beinahe 0,3 weitere Jobs im Wirtschaftskreislauf.

In Relation zur gesamten Beschäftigungszahl in Bayern hängen 5,8 Prozent aller Erwerbstätigen des Bundeslandes direkt, indirekt oder induziert am Auto-Cluster. Bundesweit sind es 1,7 Prozent aller deutschen Arbeitsplätze, die vom Auto-Cluster Bayern abhängig sind.

Tabelle 22

 Effekte des Auto-Clusters Bayern auf die Arbeitsplätze¹⁾

	Bayern	Andere BL	Deutschland
Direkt	350.046	0	350.046
Indirekt	34.238	279.816	314.054
Induziert	67.483	56.373	123.856
Indirekt + induziert	101.721	336.190	437.910
Gesamt	451.766	336.190	787.956
Multiplikator ²⁾	1,29	0,96	2,25
Prozent der Erwerbstätigen	5,8	0,9	1,7

¹⁾ Anzahl

²⁾ Relation direkter Effekt zu Gesamteffekt.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2020), eigene Berechnungen

Produktionswert

Der Produktionswert des bayerischen Auto-Clusters in Höhe von gut 139 Milliarden Euro schafft bundesweit durch indirekte oder induzierte Effekte zusätzlich 67,56 Milliarden Euro Geschäftsvolumen (siehe Tabelle 23). Der gesamtdeutsche Multiplikator beträgt demnach 1,48.

Von den bundesweiten indirekten und induzierten Umsätzen entfallen 12,52 Milliarden Euro auf Bayern, hier beläuft sich der Multiplikator auf 1,09. Rund 55,04 Milliarden Euro Produktionswert werden in den anderen deutschen Ländern generiert.

In Bayern kann dem Auto-Cluster insgesamt ein Produktionswert in Höhe von fast 152 Milliarden Euro zugerechnet werden. Das sind rund dreizehn Prozent des gesamten Produktionswerts des Freistaats. Auch im gesamten Deutschland ist die Abhängigkeit vom bayerischen Auto-Cluster mit 3,3 Prozent des bundesweiten Umsatzes nicht zu vernachlässigen.

Tabelle 23

Effekte des Auto-Clusters Bayern auf den Produktionswert¹⁾

	Bayern	Andere BL	Deutschland
Direkt	139,35	0,00	139,35
Indirekt	2,89	47,36	50,26
Induziert	9,63	7,67	17,30
Indirekt + induziert	12,52	55,04	67,56
Gesamt	151,87	55,04	206,91
Multiplikator ²⁾	1,09	0,39	1,48
Prozent des Produktionswerts	12,9	1,1	3,3

¹⁾ In Milliarden Euro.

²⁾ Relation direkter Effekt zu Gesamteffekt.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2020), eigene Berechnungen

5.4 Starker Einbruch im Jahr 2020

Im Jahr 2020 wird es in der Automobilindustrie weltweit und in Bayern einen starken Einbruch geben. Die wesentlichen Gründe sind die Corona-Krise, die Unsicherheiten durch den laufenden technologischen Strukturwandel, die schon vorher schwache Autokonjunktur und die Sondereffekte aus der Umstellung der Typenzulassungen auf WLTP (siehe Kapitel 3.3).

Die Größe des Auto-Clusters Bayern wird deshalb schrumpfen. Die Größenordnung liegt bei etwa zehn Prozent. Das zeigen die Veränderungen der Kerndaten der bayerischen Industriestatistik im Jahr 2020 gegenüber 2019 für die Industriebranchen des Auto-Clusters. Folgende Rückgänge sind zu beobachten:

- Umsätze um gut 11 Prozent
- Arbeitsvolumen um knapp 10 Prozent
- Entgelte um knapp 6 Prozent
- Beschäftigung um knapp 2 Prozent

Hinzu kommt, dass die Zulassungszahlen in Deutschland im Jahr 2020 um gut 19 Prozent unter dem Vorjahreswerten gelegen haben.



Insgesamt belegen diese Daten überdurchschnittliche Einbußen bei den Umsätzen, einen etwas geringeren Rückgang bei dem Arbeitsvolumen und den Entgelten sowie eine noch stabile Beschäftigung.

Die Umsätze können als Approximation für den erwartbaren Rückgang der Produktionswerte verwendet werden. Das Arbeitsvolumen und die Entgelte sind wichtige Indikatoren zur Abschätzung der Entwicklung der Wertschöpfung. Die Beschäftigung ist nur deshalb noch stabil, weil die Unternehmen den Beschäftigungsstand nicht oder noch nicht an die Kapazitätsauslastung angepasst haben. Das Kurzarbeitergeld erleichtert dieses Vorgehen. Mit Blick auf die Beschäftigung im laufenden und im nächsten Jahr wird es entscheidend auf die Einschätzung der Marktentwicklung der Unternehmen ankommen. Wieder ansteigende Corona-Inzidenzzahlen wirken hier zusätzlich belastend.

Insgesamt ist die Schätzung begründet, dass der Produktionswert des Auto-Clusters-Bayern im Jahr 2020 gegenüber Vorjahr um etwa zehn Prozent geschrumpft ist. In der nachfolgenden differenzierten Analyse der Marktvolumen in Bayern wird dieser Rückgang zugrunde gelegt. Das bedeutet, dass der Produktionswert des Auto-Clusters von 139,4 Milliarden Euro auf gut 125 Milliarden zurückgeht.

6 Marktvolumen in Bayern nach Systemen

Die Elektrifizierung und die Automatisierung der Fahrzeuge sind auch in Bayern die Wachstumstreiber

In diesem Abschnitt wird ermittelt, wie hoch die entsprechenden Marktvolumen in den Bereichen Fahrzeugelektrifizierung, -automatisierung und -vernetzung sowie bei den sonstigen Systemen in Bayern sind. Dabei wird mit der gleichen Struktur gearbeitet, wie sie bereits in Kapitel 3.5 (insbesondere Tabelle 13) für das Basisszenario verwendet wurde.

6.1 Marktvolumen 2016 bis 2020 in Bayern

Konkret wird errechnet, wie sich die Produktionswerte des bayerischen Auto-Clusters für das Jahr 2019 in Höhe von rund 139,35 Milliarden Euro (Kapitel 5.1) auf die betrachteten Systeme verteilen. In diesem Volumen sind auch schwere Nutzfahrzeuge enthalten, die in der globalen Analyse (Kapitel 3.5) unberücksichtigt bleiben. In Anlehnung an die Studie von 2018 wird der Anteil der Lkw am bayerischen Auto-Cluster auf zehn Prozent geschätzt. Daraus ergibt sich ein Marktvolumen (genauer ein Produktionswert in Bayern)¹³ von 125,415 Milliarden Euro. Dieser Betrag kann in Anlehnung an die globale Analyse auf die einzelnen Systeme (Antriebe, Automatisierung, Vernetzung und Sonstige) aufgeteilt werden.

Ausgangspunkt sind die Daten aus der Studie aus 2018 (vbw 2018) für das Jahr 2016. Für jede Kategorie wurden Wachstumsraten für den Zeitraum 2016 bis 2019 ermittelt und die Ausgangswerte von 2016 entsprechend fortgeschrieben.

- Grundlage dafür war eine Befragung von 231 Unternehmen aus Bayern mit Automotive-Geschäft, die im Sommer 2020 telefonisch durchgeführt wurde. Sie haben Angaben zu den Produktionsanteilen in Bayern in den interessierenden Systemen und zum Wachstum zwischen 2016 und 2019 gemacht.
- Ergänzt wurden diese Daten durch statistische Informationen zur Entwicklung einzelner Branchen.
- Zusätzlich wurden durch webbasierte Recherchen einzelne Firmeninformationen genutzt, um die Umsatzentwicklung bei einzelnen Systemen detaillierter abschätzen zu können.

In der Umfrage wurden Werte für 2019 erhoben. Es ist aber absehbar, dass die Automobilindustrie 2020 allein coronabedingt einen Einbruch bei Produktion und Wertschöpfung erleiden wird (siehe Kapitel 5.4). Dieser Rückgang wird mit zehn Prozent gegenüber dem Vorjahr modelliert. Das ist konservativ geschätzt und liegt eher am unteren Rand der erwartbaren Entwicklung. Berücksichtigt werden für das Jahr 2020 auch Verschiebungen von

¹³ Diese beiden Begriffe werden synonym verwendet. Marktvolumen in Bayern meint immer Produktionswerte und keine Umsätze.

den klassischen Antrieben hin zu Antrieben mit Elektrokomponente. Dazu wurden die Neuzulassungen deutscher Fahrzeuge von Januar bis September 2020 ausgewertet und die entsprechenden Anteilsverschiebungen bestimmt. Bei den klassischen Antrieben wird von 2019 nach 2020 ein Rückgang der Produktionswerte von rund 20 Prozent und bei Antrieben mit Elektrokomponente ein Zuwachs von elf Prozent unterstellt. Bei den Systemen im Bereich der Automatisierung und Vernetzung wird ein Rückgang von fünf Prozent gegenüber 2019 angenommen, weil bei insgesamt fallender Produktion die Tendenz zur Automatisierung und Vernetzung auch 2020 weitergeht und die Rückgänge deshalb nur unterdurchschnittlich ausfallen. Die sonstigen Systeme verändern sich in etwa mit dem Durchschnitt und fallen um neun Prozent. Tabelle 24 zeigt die Ergebnisse:

- Zwischen 2016 und 2019 ist das Auto-Cluster um gut elf Prozent¹⁴ gewachsen. Stark überdurchschnittlich haben die Antriebe mit Elektrokomponente (+65 Prozent) und der Bereich Vernetzung (+38 Prozent) zugelegt. Bei der Automatisierung ist die Dynamik schwächer ausgeprägt. Der Zuwachs beträgt rund 17 Prozent und ist damit nur leicht überdurchschnittlich. Nur leicht gewachsen sind die Marktvolumen bei den klassischen Antrieben (+8 Prozent). Auch die klassischen Systeme sind in etwa in diesem Tempo gewachsen.
- Für 2020 ist – wie oben beschrieben – von einem Rückgang der Marktvolumen des bayerischen Auto-Clusters auszugehen. Er wird vorsichtig auf zehn Prozent geschätzt. Verbunden damit ist eine Verschiebung hin zur Elektromobilität, die auch eher konservativ geschätzt ist.
- Daraus ergeben sich deutliche Strukturunterschiede zwischen 2016 und 2020. Der Anteil der klassischen Antriebe (ICE und MHEV) fällt von 21,4 Prozent (2016) auf 18,5 Prozent (2020). Die Antriebe mit Elektrokomponente legen von 3,3 Prozent (2016) auf 5,9 Prozent (2020) zu. Im Bereich der Automatisierung ist ein leichter Zuwachs von vier Prozent auf 4,4 Prozent zu beobachten. Die Systeme im Bereich der Vernetzung legen hingegen kräftiger zu. Der Anteil wird von 4,4 Prozent (2016) auf 5,7 Prozent (2020) steigen. Die sonstigen Systeme fallen um 1,4 Prozentpunkte auf jetzt gut 65,5 Prozent¹⁵.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse die erwartete Verschiebung der Marktvolumen im bayerischen Auto-Cluster hin zur Elektromobilität. Das ist im Kern eine Bestätigung der Ergebnisse aus der Studie von 2018.

¹⁴ In der Studie von 2018 wird das Automotive-Cluster auf 126,36 Milliarden Euro geschätzt. Davon wurden 10,3 Prozent für schwere Nutzfahrzeuge abgezogen. Das ergibt ein Volumen von 112,5 Milliarden Euro. In der vorliegenden Studie werden für die schweren Nutzfahrzeuge 10 Prozent von 139,35 Milliarden Euro abgezogen. Das ergibt 124,42 Milliarden Euro. Daraus errechnet sich das Wachstum von 11,5 Prozent.

¹⁵ Dieser Rückgang erklärt sich vor allem aus den Befragungsergebnissen. Die Zuwachsraten bei den sonstigen Systemen waren mit 8 Prozent geringer als im Durchschnitt (11,5 Prozent).

Tabelle 24

Produktionswerte 2020 des Auto-Clusters Bayern nach Systemen

	2016	2019	2020	Anteil 2016	Anteil 2020
Klassische Antriebe					
Verbrennungsmot. und Kraftstoffsyst.	9.891	9.706	7.761	8,8	6,9
Abgas- und Effizienztechnologien	2.108	2.464	1.970	1,9	1,7
Thermomanagement	847	910	728	0,8	0,6
Getriebe	7.683	8.964	7.168	6,8	6,4
Leistungselektronik und Nebenaggr.	3.590	3.976	3.179	3,2	2,8
Elektrische Antriebe	10	24	20	0,0	0,0
Batterie	0	5	4	0,0	0,0
Gesamt klassische Antriebe	24.129	26.050	20.830	21,4	18,5
Antriebe mit Elektrokomponente					
Verbrennungsmot. und Kraftstoffsyst.	233	513	568	0,2	0,5
Abgas- und Effizienztechnologien	47	131	145	0,0	0,1
Thermomanagement	900	1466	1623	0,8	1,4
Getriebe	174	284	315	0,2	0,3
Leistungselektronik und Nebenaggr.	554	904	1001	0,5	0,9
Elektrische Antriebe	799	1199	1327	0,7	1,2
Batterie	120	240	266	0,1	0,2
Brennstoffzelle	0	0	0	0,0	0,0
Ladetechnik	838	1287	1425	0,7	1,3
Gesamt Antriebe mit Elektrokomp.	3.663	6.025	6.669	3,3	5,9
Automatisierung					
Umfelderfassung	1.765	2.148	2.034	1,6	1,8
Datenverarbeitung	866	984	932	0,8	0,8
Aktorik	1.757	1.996	1.890	1,6	1,7
Ortung	86	100	94	0,1	0,1
Gesamt Automatisierung	4.475	5.228	4.950	4,0	4,4
Vernetzung					
Kommunikationssysteme	2.642	3.678	3.483	2,3	3,1
Multimedia- und Fahrdienste	2.290	3.008	2.848	2,0	2,5
Connected Car Services	0	132	125		0,1
Gesamt Vernetzung	4.932	6.817	6.456	4,4	5,7
Betrachtete Systeme	37.199	44.120	38.905	33,1	34,5
Sonstige	75.301	81.295	73.969	66,9	65,5
Gesamtmarkt	112.500	125.415	112.874	100,0	100,0

Klassische Antriebe: ICE, MHEV; Antriebe mit Elektrokomponente (FHEV, PHEV, BEV, FCEV)

Produktionswerte in Millionen Euro; Marktanteile in Prozent

Quelle: IW Consult (2020a); VDA (2020); KBA (2020), eigene Einschätzungen

6.2 Vergleich mit der globalen Struktur 2020

Im Zentrum steht dabei ein Vergleich der Struktur des bayerischen Auto-Clusters mit dem globalen Portfolio (Tabelle 25)¹⁶:

- Das bayerischen Auto-Cluster ist im Vergleich zu den globalen Strukturen weniger stark auf die konventionellen Antriebe auf ICE-Basis konzentriert. Im Jahr 2020 beträgt dieser Anteil 22,2 Prozent weltweit und nur 18,5 Prozent in Bayern. Wie bereits in der Vorgängerstudie (vbw 2018) festgestellt, liegt der Grund hauptsächlich in dem relativ geringen Anteil der Produktion von Teilen der Verbrennungs- und Kraftstoffsysteme in Bayern. Bei Getrieben hingegen sind die Anteile am Marktvolumen in Bayern höher als weltweit.
- Das bayerische Auto-Cluster ist stärker als die globalen auf Antriebe mit Elektrokomponente spezialisiert. Einem Anteil von 5,9 Prozent in Bayern stehen nur 2,1 Prozent weltweit gegenüber. Das liegt hauptsächlich an einer überdurchschnittlichen Spezialisierung im Bereich Thermomanagement. Überdurchschnittlich stark spezialisiert, aber mit etwas geringeren Ausprägungen, ist das bayerische Auto-Cluster auch in der Ladetechnik, bei der Leistungselektronik und den Nebenaggregaten sowie bei den elektrischen Antrieben. Deutlich geringere Anteile weist das bayerische Portfolio bei Batterien¹⁷ auf. Bei diesem Kernsystem der zukünftigen Elektromobilität liegt der Anteil in Bayern bei 0,2 Prozent. Weltweit ist es ein Prozent.
- Bei der Automatisierung beträgt der Anteil am Marktvolumen in Bayern 4,4 Prozent und liegt in etwa auf dem Niveau des Weltmarktes (4,7 Prozent). Im Jahr 2016 war das noch anders. In Bayern lag der Anteil bei vier Prozent, aber global waren es nur zwei Prozent (vbw 2018). Nach der Fraunhofer-Prognose ist dieser Bereich zwischen 2016 und 2020 sehr stark gewachsen, während die Analyse für Bayern nur ein leicht durchschnittliches Wachstum zeigt.
- Die Systeme im Bereich der Vernetzung tragen in Bayern 5,7 Prozent zu dem Auto-Cluster bei. Weltweit liegt dieser Anteil bei 4,9 Prozent¹⁸. Wie bei der Automatisierung sind auch hier die Abstände zwischen den Anteilen in Bayern und weltweit kleiner geworden. Im Jahr 2016 betrug der Abstand 2,5 Prozentpunkte, jetzt sind es nur 0,6 Prozentpunkte. Weltweit sind diese Bereiche zwischen 2016 und 2020 schneller gewachsen als in Bayern.
- Die Anteile der „sonstigen Systeme“ an dem Gesamt-Cluster sind in Bayern etwas geringer als im globalen Portfolio. Dieses Ergebnis zeigte sich auch schon in der Studie von 2018 für das Jahr 2016.

Bei der Betrachtung der globalen Marktvolumen aus dem Fraunhofer-IAO-Modell und den Produktionswerten des bayerischen Auto-Clusters ist zu beachten, dass unterschiedliche Konzepte zugrunde liegen, die den Vergleich einschränken. Bei dem globalen Marktmodell werden nur

¹⁶ Methodische Hinweise zum Vergleich siehe Anhang

¹⁷ Brennstoffzellen spielen 2020 noch keine Rolle.

¹⁸ Im Gegensatz zur Studie von 2018 wurden jetzt die „Connetcted Car Services“ als eigenes System separat betrachtet. Vorher waren sie in die anderen Systeme integriert.



Marktvolumen in Bayern nach Systemen

die einzelnen Komponenten modelliert und zu Gesamtwerten addiert. Nicht enthalten sind die Umsätze, die durch die Zusammenführung dieser Einzelsysteme zu Fahrzeugen entstehen. Im ermittelten Produktionswert des bayerischen Auto-Clusters sind diese Leistungen enthalten. Zum Ausgleich dieser Erfassungsunterschiede wird ein Korrekturfaktor eingeführt, der die Produktionswerte des bayerischen Auto-Clusters so reduziert, dass sie den Marktvolumen von Fraunhofer vergleichbar werden. Dieser Faktor beträgt gerundet 0,3925. Die so adjustierten Marktvolumen in Bayern betragen dann 44,3 Milliarden Euro ($0,3925 * 112,874$)¹⁹. Die Struktur des bayerischen Auto-Clusters bleibt dadurch unverändert, weil jede Bruttonposition mit demselben Faktor umgerechnet wird. Nach dieser Transformation der Daten lassen sich auch die weltweiten Marktanteile Bayerns zumindest annäherungsweise berechnen. Der globale Marktanteil beträgt 2020 voraussichtlich 2,3 Prozent, im Jahr 2016 waren es noch 2,5 Prozent. Die Marktanteile sind für jedes Teilsystem in Tabelle 25 bestimmt und zeigen wie oben beschrieben das Spezialisierungsmuster des bayerischen Auto-Clusters.

¹⁹ Für die Berechnung siehe Anhang „Adjustierte Marktvolumen“

Tabelle 25

Marktvolumen 2020 nach Systemen in Bayern und weltweit

	Marktvolumen Bayern		Anteile am Gesamt		Markt-
	Brutto	Adjustiert	Bayern	Welt	anteil Bayern
Klassische Antriebe					
Verbrennungsmot. und Kraftstoffsyst.	7.761	3.046	6,9	9,5	1,7
Abgas- und Effizienztechnologien	1.970	773	1,7	4,7	0,9
Thermomanagement	728	286	0,6	1,6	0,9
Getriebe	7.168	2.813	6,4	3,8	3,8
Leistungselektronik und Nebenaggr.	3.179	1.248	2,8	2,3	2,8
Elektrische Antriebe	20	8	0,0	0,1	0,3
Batterie	4	2	0,0	0,2	0,0
Gesamt klassische Antriebe	20.830	8.176	18,5	22,2	1,9
Antriebe mit Elektrokomponente					
Verbrennungsmot. und Kraftstoffsyst.	568	223	0,5	0,3	3,9
Abgas- und Effizienztechnologien	145	57	0,1	0,2	1,8
Thermomanagement	1.623	637	1,4	0,1	26,4
Getriebe	315	124	0,3	0,1	4,3
Leistungselektronik und Nebenaggr.	1.001	393	0,9	0,1	14,7
Elektrische Antriebe	1.327	521	1,2	0,2	14,7
Batterie/Brennstoffzelle	266	104	0,2	1,0	0,6
Ladetechnik	1.425	559	1,3	0,1	21,5
Gesamt Antriebe mit Elektrokomponente	6.669	2.618	5,9	2,1	6,3
Automatisierung					
Umfelderfassung	2.034	798	1,8	0,8	5,1
Datenverarbeitung	932	366	0,8	1,9	1,0
Aktorik	1.890	742	1,7	1,9	2,0
Ortung	94	37	0,1	0,1	2,3
Gesamt Automatisierung	4.950	1.943	4,4	4,7	2,1
Vernetzung					
Kommunikationssysteme	3.483	1.367	3,1	1,3	5,6
Multimedia- und Fahrerinfo.systeme	2.848	1.118	2,5	3,4	1,7
Connected Car Services	125	49	0,1	0,2	1,1
Gesamt Vernetzung	6.456	2.534	5,7	4,9	2,7
Betrachtete Systeme	38.905	15.270	34,5	33,9	2,3
Sonstige	73.969	29.032	65,5	66,1	2,3
Gesamtmarkt	112.874	44.302	100,0	100,0	2,3

Marktvolumen in Millionen Euro; Marktanteile in Prozent; Adjustiert: 39,2 Prozent der Marktvolumen; Anteil Wertschöpfung Automobilindustrie plus Produktion der Zulieferungen in Prozent des Produktionswertes des Clusters; Quelle: Fraunhofer IAO (2020); eigene Einschätzungen

6.3 Vergleich der Prognose- und der Ist-Entwicklung 2016 bis 2020

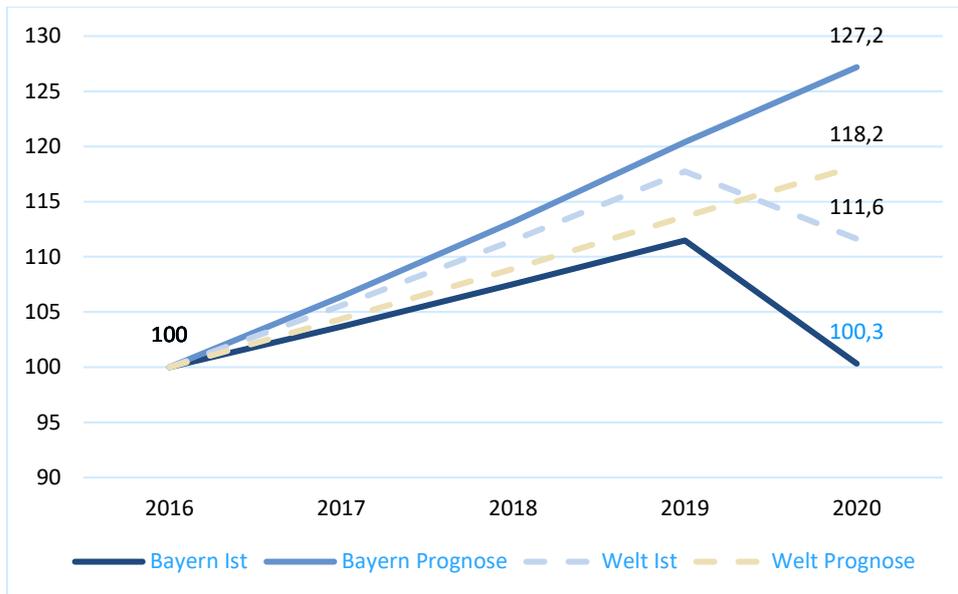
Bevor im nächsten Kapitel Zukunftsszenarien für Bayern vorgestellt werden, soll hier analysiert werden, wie sich Bayern im Vergleich zu den Prognosen aus der Studie von 2018 entwickelt hat. Eine Leitfrage steht im Vordergrund: Konnte das bayerische Auto-Cluster zwischen 2016 und 2020 die Potenziale nutzen, die damals beschrieben wurden?

- Ein zentrales Ergebnis der Studie von 2018 war, dass Bayern einen Strukturvorteil hat, weil das Auto-Cluster 2016 auf Teilsegmente spezialisiert war, die überdurchschnittlich wachsen sollten. Wenn Bayern in jedem Teilsegment wie der Weltmarkt gewachsen wäre, würde sich ein Wachstum des Marktvolumens von 27,2 Prozent ergeben. Tatsächlich ist das Auto-Cluster aber nicht gewachsen. Das Marktvolumen wird im Jahr 2020 ungefähr auf dem Niveau von 2016 liegen (Abbildung 5). So betrachtet, wurden die Potenziale nicht genutzt.
- Dieses Ergebnis gilt auch für die Jahre bis 2019. Auch hier liegt der tatsächliche Produktionswert deutlich unterhalb der beschriebenen Potenziellinie.
- Die globale Entwicklung ist bis 2019 sogar dynamischer verlaufen, als es das globale Basisszenario aus dem Jahr 2018 beschrieben hat. Das wird sich erst im Jahr 2020 durch den erwartbaren Einbruch ändern.

Dieses Gesamtergebnis zeigt auch der Vergleich des bayerischen Marktanteils. Er ist von 2,5 Prozent (2016) auf 2,3 Prozent (2020) geschrumpft. Dieser Trend hat wiederum nichts mit dem Einbruch von 2020 zu tun. Im Jahr 2019 lag der bayerische Marktanteil bei 2,2 Prozent – also auch unter dem Niveau von 2016.

Abbildung 5

Vergleich der Entwicklung der bayerischen Marktvolumen mit der Entwicklung aus dem Szenario von 2018



Index der Marktvolumen (2016 = 100)

Quelle: Fraunhofer IAO (2020), IW Consult (2020)

Dieses Ergebnis gilt durchgehend für alle betrachteten Teilsysteme (Tabelle 26). In allen Segmenten sind die erzielten Marktvolumen geringer als die Potenziale, die in dem Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“ aufgezeigt wurden. Auch dieses Ergebnis ist unabhängig von dem Einbruch des laufenden Jahres 2020 und gilt auch für die Zeit von 2016 bis 2019.

Tabelle 26

Vergleich der Istwerte und der Prognosedaten der bayerischen Marktvolumen im Jahr 2020

	Ist	Prognose	Differenz
Verbrennungsmotor und Peripherie	12,2	16,0	-3,8
Getriebe	7,5	8,3	-0,9
Thermomanagement	2,4	6,1	-3,7
Leistungselektronik	2,5	4,4	-2,0
Ladetechnik	1,4	3,4	-2,0
Elektrische Antriebe	1,3	3,2	-1,8
Batterie	0,3	0,4	-0,2
Umfelderfassung	2,1	3,0	-0,8
Datenverarbeitung	1,0	2,1	-1,1
Aktorik/Ortung	2,1	3,3	-1,2
Kommunikationssysteme	3,5	4,7	-1,2
Multimedia- und Fahrerinfo.systeme	3,0	4,5	-1,5
Sonstige	74,0	83,8	-9,8
Gesamt	113,2	143,1	-29,9

Angaben in Milliarden Euro

Peripherie: Kraftstoff- und Abgassysteme, Effizienztechnologien sowie Nebenaggregate

Ist-Entwicklung: tatsächlich gemessene Produktionswerte des bayerischen Auto-Clusters

Prognose: Entwicklung des Szenarios „Bayern wächst mit dem Markt“

Quelle: Fraunhofer IAO (2020), IW Consult (2020)

7 Bayernspezifische Szenarien

Bayern bleibt auf wachstumsstarke Märkte fokussiert – der Strukturvorteil kann fast 10 Prozent mehr Marktvolumen bringen

In diesem Abschnitt werden mögliche Entwicklungslinien des bayerischen Auto-Clusters bis 2030 skizziert. Die zukünftige Entwicklung in Bayern kann nicht mit einem Modell prognostiziert werden. Möglich sind nur annahmenbasierte Szenarien – also „Wenn-dann-Aussagen“. Diese Annahmen werden im Folgenden offengelegt und die Entwicklung der Marktvolumen entsprechend berechnet. Wie in der Studie von 2018 sollen strukturgleich insgesamt fünf bayernspezifische Szenarien untersucht werden.

- **Bayern wächst mit dem Markt:** In allen untersuchten Teilsystemen verändern sich die bayerischen Umsätze genau im Durchschnitt der globalen Trends. Der dort ausgewiesene Strukturwandel wird bewältigt.
- **Bayern ist Vorreiter:** Bayern ändert bei gleichen mengenmäßigen Marktanteilen wie im Basisszenario das Produktportfolio schneller als im weltweiten Durchschnitt. Die Anteile der hoch oder voll automatisierten rein batterieelektrisch betriebenen Fahrzeuge sollen gegenüber dem globalen Basisszenario stärker ansteigen.
- **Bayern bleibt stehen:** Bayern ändert die Verteilung der Umsätze des Startjahres 2020 in den Einzelsystemen bis 2030 nicht. Die mengenmäßigen Marktanteile bleiben konstant. Dabei könnten die potenziell negativen Effekte berechnet werden, wenn Bayern den weltweiten Trends nicht folgen würde.
- **Bayern verliert Marktanteile:** Bayern kann die Startvorteile nicht umsetzen und verliert Marktanteile. Sie sollen von 2,3 Prozent (2020) auf 1,4 Prozent (2030) fallen.
- **Bayern im MaaS-Szenario:** Auf Grundlage des globalen MaaS-Szenarios sollen in Bayern alle Teilsysteme mit der Rate des Weltmarktes in diesem Szenario wachsen. Die weltweite Produktion von Fahrzeugen stagniert zwischen 2000 und 2030 und gleichzeitig verschiebt sich die Struktur stärker in Richtung hoch oder voll automatisierte Elektrofahrzeuge.

Da die Szenarien auch für diese Strukturen der Referenzfahrzeuge definiert werden, sind die adjustierten bayerischen Marktvolumen (Tabelle 25 [Tabelle 25](#)) in diese entsprechenden Referenzfahrzeuge umzurechnen. Die resultierenden Stückzahlen dürfen nicht als Fahrzeuge der OEMs interpretiert werden, sondern es sind Rechenäquivalente.

Dazu werden die ermittelten adjustierten Marktvolumen der einzelnen Systeme mithilfe der Systempreise in Stückzahlen umgerechnet. Dabei werden die bayerischen Preise pauschal um zehn Prozent gegenüber dem Weltmarktniveau erhöht, um zumindest sehr grob die höheren Kosten in Bayern berücksichtigen zu können²⁰.

²⁰ Das entspricht der Vorgehensweise wie in der Studie aus 2018 (vbw 2018).

Bayernspezifische Szenarien

Die Tabelle 27 zeigt im Überblick die Annahmen zu den fünf Szenarien, die vorgestellt werden sollen. Die Szenarien 1 bis 4 setzen an dem globalen Basisszenario an, das die wahrscheinliche Zukunftsentwicklung beschreibt. Das fünfte Szenario beruht auf dem globalen MaaS-Szenario (4.1). Die wichtigsten Entwicklungen sind (siehe Kapitel 3.5):

- Die Zahl der weltweit neu zugelassenen Fahrzeuge steigt von 74,3 Millionen (2020) auf 91,4 Millionen (2030). Es dauert nach dieser Prognose fast sechs Jahre, bis das Niveau von 2019 wieder erreicht ist.
- Der Trend zur Automatisierung geht weiter. Der Anteil der Fahrzeuge in den Leveln 0 bis 2 fällt von 98,5 Prozent heute auf 65 Prozent in 2030. Rund 8,5 Prozent sollen in zehn Jahren weltweit die Level 4 oder 5 erreicht haben.
- Bei der Vernetzung steigen die Anteile der „Tethered-Technologie“ von 27,5 Prozent (2020) auf 39 Prozent (2030) an. Wesentliche Treiber sind die Multimedia- und Fahrerinformationssysteme (Kapitel 3.5.3).

Die bayerischen Szenarien können nur sinnvoll definiert werden, wenn jeweils nur einige Parameter verändert, andere aber konstant gehalten werden. Je nach Szenario werden entweder Marktanteile oder Stückzahlen konstant gehalten. Um Marktanteile ausrechnen zu können, müssen die gemessenen Produktionswerte des Auto-Clusters in „adjustierte Marktvolumen“ umgerechnet werden. Der Faktor beträgt 0,392 (siehe dazu Kapitel 6.2).

Bei dem ersten Szenario („Bayern wächst mit dem Markt“) wird angenommen, dass in Bayern die Produktionswerte aller 22 betrachteten Systeme bis 2030 mit der gleichen Rate wie die Marktvolumen im globalen Basisszenario (siehe Kapitel 3) wachsen. Diese Vorgehensweise entspricht der der Vorgängerstudie aus 2018. Das ist gleichzeitig auch der Maßstab zur Beurteilung der Wirkung der anderen vier oben vorgestellten bayerischen Basisszenarien. Auch das entspricht methodisch der Studie aus 2018.

Tabelle 27

Annahmen der bayerischen Szenarien

Szenario	Beschreibung der Annahmen
Bayern wächst mit dem Markt	Das bayerische Auto-Cluster wächst in allen 22 betrachteten Teilsystemen (Tabelle 24) wie im globalen Basisszenario.
Bayern ist Vorreiter	<p>Bayern behält seine Weltmarktanteile bei den Stückzahlen wie im Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“, steigt aber aus der Produktion konventioneller Antriebe aus. Zielstruktur 2030:</p> <ul style="list-style-type: none"> – konventionelle Antriebe null Prozent (global: 61,5 Prozent) – Hybridantriebe 25 Prozent (global: dreizehn Prozent) – Elektroantriebe 73 Prozent (global: 24,5 Prozent) – Brennstoffzelle zwei Prozent (global: ein Prozent) <p>Auch der Wandel hin zu höheren Automatisierungsgraden verläuft im Vergleich zum Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“ schneller. Im Jahr 2030 entfallen auf die Level:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 0 bis 2 rund 25 Prozent (global: 65 Prozent) – 3 rund 45 Prozent (global: 27 Prozent) – 4 und 5 rund 30 Prozent (global: neun Prozent)
Bayern bleibt stehen	<p>Bayern hält seine Weltmarktanteile auf die Stückzahlen bis 2030, wächst mit dem Weltmarkt, verändert aber die Struktur der Referenzfahrzeuge nicht.</p> <p>Verteilung Antriebe in 2030:</p> <ul style="list-style-type: none"> – konventionell 85 Prozent (global: 61,5 Prozent) – hybrid zehn Prozent (global: dreizehn Prozent) – elektrisch fünf Prozent (global: 25,5 Prozent) <p>Verteilung Automatisierung 2030:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 0 bis 2 rund 97 Prozent (global: 65 Prozent) – 3 rund drei Prozent (global: 26 Prozent) – 4 und 5 genau null Prozent (global: neun Prozent) <p>Verteilung Vernetzung 2030 wie 2020 bei „Bayern wächst mit dem Markt“.</p>
Bayern verliert Marktanteile	Bayern verliert 40 Prozent seiner heutigen Marktanteile und erreicht im Jahr 2030 nur noch 1,38 Prozent. Die Struktur verändert sich dabei wie im globalen Basisszenario.
Bayern im MaaS-Szenario	Das bayerische Auto-Cluster verändert sich wie das Welt-Szenario und erreicht 2030 die gleichen Strukturen bei der Fahrzeugelektrifizierung, -automatisierung und -vernetzung, wie es das globale MaaS-Szenario beschreibt.

Quelle: Eigene Darstellung

7.1 Bayern wächst mit dem Markt

Wenn das Auto-Cluster in allen betrachteten Teilsystemen mit dem Weltmarkt wächst, ist eine Erhöhung der adjustierten Marktvolumen von 44,3 Milliarden (2020) auf 76 Milliarden Euro (2030) zu erwarten (Tabelle 28). Das entspricht einem Zuwachs von 72 Prozent.

- Mit Ausnahme der konventionellen Antriebe wachsen die Marktvolumen in allen betrachteten Teilsystemen.
- Am stärksten sind die Zuwächse konstruktionsbedingt in den Systemen, die global am stärksten zulegen. Das sind die elektrischen Antriebe und die Automatisierung ab Level 3.
- Die Marktanteile (bezogen auf die Marktvolumen) wachsen entsprechend. Insgesamt ist eine Zunahme von 2,3 Prozent (2020) auf 2,8 Prozent (2030) zu erwarten.

Möglich wird dieses überdurchschnittliche Wachstum durch den positiven Struktureffekt. Die bayerischen Unternehmen haben in den Feldern überdurchschnittlich hohe Marktanteile, in denen weltweit hohe Wachstumsraten erwartet werden. Dort, wo schwach wachsende oder schrumpfende Märkte erwartet werden, sind die bayerischen Unternehmen des Auto-Clusters heute weniger stark vertreten.

Der Struktureffekt ist berechnet, indem unterstellt wird, dass Bayern im Startjahr 2020 die gleiche Verteilung der Marktvolumen auf die einzelnen Systeme wie der Weltmarkt gehabt hätte und die einzelnen Systeme mit der gleichen Rate wie der Weltmarkt bis 2030 gewachsen wären. Rechnerisch deckungsgleich ist das, wenn der Weltmarktanteil Bayerns am globalen Gesamtvolumen aus dem Startjahr fixiert wird und Bayern sich der Struktur des Weltmarktes in den Jahren 2025 und 2030 angleicht. Bei beiden Methoden ist der Strukturvorteil Bayern herausgerechnet.

Der Struktureffekt beträgt gemessen an den adjustierten Marktvolumen im Jahr 2030 rund 14 Milliarden Euro. Das ist genau die Differenz zwischen den Marktvolumen im Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“ (76 Milliarden Euro) und der Vergleichsbasis ohne Strukturvorteil (61,9 Milliarden Euro). Mit Ausnahme der konventionellen Antriebe und der sonstigen Systeme hat Bayern im Jahr 2030 einen Strukturvorteil. Das gilt insbesondere für die batterieelektrischen Antriebe.

Tabelle 28

Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“ und Struktureffekt

Systeme	Bayern wächst mit dem Markt			Struktureffekt	
	2020	2025	2030	2025	2030
Antriebe					
Konventionell	8,2	8,5	6,7	8,2	8,3
Hybrid	1,7	7,3	8,2	1,7	2,5
Batterieelektrisch	1,0	4,0	13,2	1,0	4,4
Gesamt	10,8	19,9	28,0	10,8	15,2
Automatisierung					
Level 0 bis 2	1,7	2,5	2,4	1,7	2,0
Level 3	0,3	1,9	3,7	0,3	3,0
Level 4 und 5	0,0	0,2	1,4	0,0	1,2
Gesamt	1,9	4,5	7,5	1,9	6,1
Vernetzung					
Embedded	1,7	2,6	3,1	1,7	3,0
Tethered	0,8	1,3	1,6	0,8	1,5
Gesamt	2,5	3,9	4,7	2,5	4,5
Trendabhängige Systeme	15,3	28,3	40,3	15,3	25,9
Sonstige Systeme	29,0	35,0	35,7	29,0	36,0
Gesamt	44,3	63,3	76,0	44,3	61,9
Weltmarktanteile Bayern					
Antriebe	2,3	3,1	4,2	1,7	2,3
Automatisierung	2,1	2,6	2,8	1,1	2,3
Vernetzung	2,7	2,5	2,4	1,6	2,3
Sonstige Systeme	2,3	2,3	2,3	1,9	2,3
Gesamt	2,3	2,5	2,8	1,8	2,3

Adjustierte Marktvolumen in Milliarden Euro; Marktanteile der Marktvolumen in Prozent

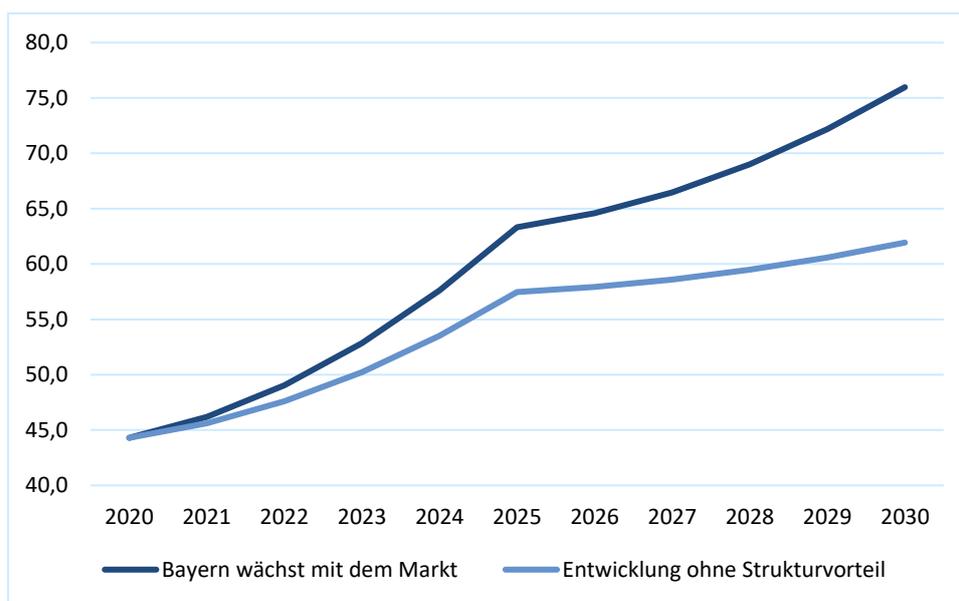
Quelle: Fraunhofer IAO (2020); IW Consult (2020a, 2020b, ...); eigene Einschätzungen

Dieser Strukturvorteil kann – wie in der Vorgängerstudie von 2018 – über den gesamten Szenario-Zeitraum von 2020 bis 2030 kumuliert dargestellt werden. Das zeigt die Abbildung 6. Die Fläche zwischen der Kurve „Bayern ohne Strukturvorteil“ (untere Linie) und der Kurve „Bayern wächst mit dem Markt“ (obere Linie) misst den Strukturvorteil über die Jahre 2020 bis 2030. Er summiert sich auf rund 64 Milliarden Euro. Das sind 9,7 Prozent bezogen auf die kumulierten Marktvolumen des Szenarios „Bayern wächst mit dem Markt“.

In der Studie von 2018 betrug dieser Struktureffekt für den Zeitraum 2016 bis 2030 rund 13,9 Prozent. Berechnet man den Effekt auch für den Zeitraum 2020 bis 2030, würden sich 10,2 Prozent ergeben. Der Struktureffekt ist jetzt etwas kleiner geworden als in der Vorgängerstudie.

Abbildung 6

Entwicklung des Struktureffektes im Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“



Adjustierte Marktvolumen in Milliarden Euro

Quelle: Fraunhofer IAO (2020), IW Consult (2020)

Die Struktureffekte können auch auf der Ebene der einzelnen Systeme dargestellt werden, um zu veranschaulichen, bei welchen Komponenten das bayerische Auto-Cluster einen Strukturvorteil hat und wo nicht. Zur Bewahrung der Übersicht sind die insgesamt im Fraunhofer-Modell 22 erfassten Systeme zu dreizehn Gruppen zusammengefasst. Dargestellt sind in der Tabelle 29 jeweils die Veränderungen der adjustierten Marktvolumen zwischen 2020 und 2030 in dem Szenario „ohne Strukturvorteil“ und in dem Szenario „mit



Bayernspezifische Szenarien

Strukturvorteil“. Das Letztere entspricht dem Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“. Die Differenzen dieser beiden Wachstumsbeiträge geben genau den in Eurobeträgen gemessenen Strukturvorteil des bayerischen Auto-Clusters nach den dreizehn Teilsystemgruppen wieder²¹. Die Differenzsumme von 14,0 Milliarden Euro entspricht exakt dem vorne ermittelten Struktureffekt.

- Am stärksten wirkt der Strukturvorteil im Thermomanagement, in der Ladetechnik und bei den elektrischen Antrieben.
- Auch die Verbrennungsmotoren einschließlich der damit verbundenen Peripherie haben einen positiven Struktureffekt, weil dort die Marktanteile Bayerns relativ gering und diese Bereiche im Weltportfolio schwach sind oder nicht wachsen.
- Einen negativen Struktureffekt gibt es insbesondere bei den Batterien, der Datenverarbeitung sowie den Multimedia- und Fahrerinformationssystemen. In diesen global stark wachsenden Feldern hat Bayern nur unterdurchschnittliche Marktanteile. Kritisch dürfte insbesondere der Bereich der Batterie sein.

²¹ Der Gesamtunterschied von 14,1 Milliarden Euro entspricht dem adjustierten Marktwert des Szenarios „Bayern wächst mit dem Weltmarkt“ (76,0 Milliarden Euro) und der Vergleichsrechnung ohne Strukturvorteil (61,9 Milliarden Euro) im Jahr 2030. Siehe dazu Tabelle 28.

Tabelle 29

Struktureffekt nach Teilsystemen der Referenzfahrzeuge

	Differenz zwischen 2030 und 2020		Differenz der Szenarien
	Szenario ohne Strukturvorteil	Szenario mit Strukturvorteil	Struktureffekt
Thermomanagement	0,3	4,9	4,6
Ladetechnik	0,4	4,1	3,6
Elektrische Antriebe	0,5	3,6	3,0
Leistungselektronik	0,3	2,6	2,3
Umfelderfassung	1,9	4,1	2,3
Verbrennungsmotor und Peripherie	0,2	0,7	0,5
Kommunikationssysteme	1,0	1,1	0,2
Getriebe	0,0	0,2	0,1
Sonstiges	6,7	6,7	-0,1
Aktorik/Ortung	1,1	1,0	-0,1
Multimedia- und Fahrerinfo.systeme	1,4	1,1	-0,4
Datenverarbeitung	1,1	0,5	-0,6
Batterie	2,7	1,2	-1,5
Gesamt	17,6	31,7	14,0

Differenzen der adjustierten Marktvolumen zwischen 2030 und 2020 in Milliarden Euro;
Lesehilfe: Positive (negative) Werte zeigen, wo Bayern einen Strukturvorteil (-nachteil) hat.
Quelle: Fraunhofer IAO (2020); IW Consult (2020a, 2020b, ...); eigene Einschätzungen

7.2 Bayern ist Vorreiter

In diesem Szenario wird unterstellt, dass Bayern den Wechsel hin zu batterieelektrisch betriebenen und hoch automatisierten Fahrzeugen noch schneller schafft als im Szenario „Bayern wächst mit dem Weltmarkt“ und damit auch deutlich schneller als die globalen Wettbewerber. Unter den beschriebenen Annahmen errechnet sich ein Marktvolumen von 81,5 Milliarden Euro im Jahr 2030. Das sind 5,5 Milliarden Euro mehr als im Szenario „Bayern wächst mit dem Weltmarkt“. Der Weltmarktanteil steigt leicht von 2,3 Prozent im Basisszenario auf 3,0 Prozent durch die Vorreiterrolle an. Zwei Effekte sind hervorzuheben:

- Die Einbußen bei den konventionellen Antrieben werden durch Zuwächse bei elektrischen Antrieben überkompensiert. Dabei sind gegenläufige Preiseffekte eingerechnet. Die Stückpreise für konventionelle Motoren bleiben in etwa auf dem heutigen Niveau,

während die Preise für batterieelektrische und brennstoffzellenbetriebene Antriebe fallen werden. Das reduziert die Marktvolumen, senkt aber spiegelbildlich die Kostennachteile der alternativen Antriebe und erhöht damit die Marktchancen.

- Die stärksten Effekte kommen über die höheren Automatisierungsgrade hin zu den Leveln 3 und höher. Dort liegen die Marktpreise deutlich über denen in dem Segment der Level 0 bis 2. Im Jahr 2030 ergibt sich ein Unterschied von 3,7 Milliarden Euro.

Aus diesem Szenario erfolgen zwei wichtige Ableitungen:

- Für das bayerische Auto-Cluster gibt es eine klare Botschaft: Ein schnellerer Wandel hin zu elektrifizierten und hoch automatisierten Fahrzeugen führt zu höheren Marktvolumen.
- Hinter dieser Vorreiterrolle steckt eine noch höhere Anforderung an den Strukturwandel als im Basisszenario. Es ist fraglich, ob die starke Konzentration auf elektrische Antriebe und höhere Automatisierungsgrade nachfrage- und marktseitig gelingen kann.

Wie anspruchsvoll diese Ziele sind, zeigt ein Blick auf die dadurch veränderten Marktanteile. Der Weltmarktanteil bei Antrieben mit Elektrokomponente würde in dem Vorreiter-Szenario fast zehn Prozent im Jahr 2030 betragen, im Startjahr 2020 sind es rein rechnerisch nur 6,3 Prozent. Im Bereich der Automatisierung wäre ein Anstieg des Weltmarktanteils von 2,1 Prozent (2020) auf 4,2 Prozent notwendig.

Mit steigenden Marktvolumen könnte das bayerische Auto-Cluster auch rechnen, wenn die Einführung von Brennstoffzellenfahrzeugen schneller und mit höheren Anteilen voranschreitet. In dem Szenario „Bayern ist Vorreiter“ ist nur im Jahr 2030 ein Anteil an Brennstoffzellen von einem Prozent vorgesehen und vorher nichts. Bei progressiveren Wachstumsstrategien (siehe Kapitel 4.2) könnten diese Anteile in Bayern durchaus höher werden. Selbst bei einer Erhöhung von zwei auf vier Prozent im Jahr 2030 und von null auf zwei Prozent im Jahr 2025 jeweils zulasten der batterieelektrischen Fahrzeuge hätte das kaum Auswirkungen auf die Marktvolumen. Nach dem Fraunhofer-IAO-Modell werden sich Batterie- und Brennstoffzellenantriebe sehr stark annähern. In dem globalen Basisszenario geht Fraunhofer nicht von einer Verbreitung der Brennstoffzelle in Pkw oder leichten Nutzfahrzeugen aus.

Tabelle 30

Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern ist Vorreiter“

Systeme	Bayern ist Vorreiter			Bayern wächst mit dem Markt
	2020	2025	2030	2030
Antriebe				
Konventionell	8,2	2,3	0,0	6,7
Hybrid	1,7	6,2	8,2	8,2
Elektrisch	1,0	16,7	21,7	13,2
Gesamt	10,8	25,1	29,9	28,0
Automatisierung				
Level 0 bis 2	1,7	1,3	1,0	2,4
Level 3	0,3	3,5	5,6	3,7
Level 4 und 5	0,0	2,9	4,6	1,4
Gesamt	1,9	7,8	11,2	7,5
Vernetzung				
Embedded	1,7	2,6	3,1	3,1
Tethered	0,8	1,3	1,6	1,6
Gesamt	2,5	3,9	4,7	4,7
Trendabhängige Systeme	15,3	36,8	45,8	40,3
Sonstige Systeme	29,0	35,0	35,7	35,7
Gesamt	44,3	71,8	81,5	76,0

Adjustierte Marktvolumen in Milliarden Euro; Marktanteile der Marktvolumen in Prozent
Quelle: Fraunhofer IAO (2020); IW Consult (2020a, 2020b, ...); eigene Einschätzungen

7.3 Bayern bleibt stehen

In diesem strukturkonservierenden Szenario sind die Marktvolumen im Jahr 2030 kleiner als in dem als Vergleichsmaßstab verwendeten „Bayern wächst mit dem Markt“-Szenario. Im Jahr 2030 liegt das adjustierte Marktvolumen in Bayern bei 57,4 Milliarden Euro. Das sind 18,6 Milliarden Euro weniger als im Vergleichsszenario „Bayern wächst mit dem Markt“. Konstruktionsbedingt liegen die Marktvolumen bei den Fahrzeugen mit Verbrennerantrieb und mit niedrigeren Automatisierungsgraden (Level 0 bis 2) höher als im Szenario „Bayern wächst mit dem Weltmarkt“. Das kann aber die Einbußen bei den anderen Systemen nicht kompensieren. Dieses Szenario wäre sehr negativ und ist faktisch keine Alternative:

- Das wichtigste Argument ist, dass bei diesem Szenario das bayerische Auto-Cluster eine nicht zukunftsfähige Struktur hätte, denn der Wandel zu Elektrofahrzeugen, höheren Automatisierungs- und Vernetzungsgraden wird weitergehen. Die wirklich negativen Auswirkungen würden sich erst in den Jahren nach 2030 zeigen.
- Die implizit unterstellte Annahme, dass sich bei der Entwicklung der nicht direkt betroffenen Systeme nichts ändert, ist ebenfalls wenig realistisch. Auch für diese Zulieferer würden die Märkte schrumpfen. Sie können ihre Marktanteile nur halten, wenn sie die modernsten Fahrzeuge anbieten – also die Trends bei der Elektrifizierung, der Automatisierung und Vernetzung mitgehen.

Das Szenario „Bayern bleibt stehen“ soll kein Zukunftsleitbild beschreiben, sondern im Gegenteil zeigen, wie hoch die Kosten eines verweigerten Strukturwandels wären.

Tabelle 31

Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern bleibt stehen“

Systeme	Bayern bleibt stehen			Bayern wächst mit dem Markt
	2020	2025	2030	2030
Antriebe				
Konventionell	8,2	8,4	10,4	6,7
Hybrid	1,7	1,6	1,8	8,2
Elektrisch	1,0	0,9	0,8	13,2
Gesamt	10,8	10,9	13,0	28,0
Automatisierung				
Level 0 bis 2	1,7	1,8	3,6	2,4
Level 3	0,3	0,2	0,4	3,7
Level 4 und 5	0,0	0,0	0,0	1,4
Gesamt	1,9	1,9	4,0	7,5
Vernetzung				
Embedded	1,7	2,6	3,1	3,1
Tethered	0,8	1,3	1,6	1,6
Gesamt	2,5	3,9	4,7	4,7
Trendabhängige Systeme	15,3	16,7	21,7	40,3
Sonstige Systeme	29,0	35,0	35,7	35,7
Gesamt	44,3	51,7	57,4	76,0

Adjustierte Marktvolumen in Milliarden Euro; Marktanteile der Marktvolumen in Prozent

Quelle: Fraunhofer IAO (2020); IW Consult (2020a, 2020b, ...); eigene Einschätzungen

7.4 Bayern verliert Marktanteile

In diesem Szenario würden die Anteile Bayerns an den globalen Marktvolumen im Jahr 2025 um 20 Prozent und im Jahr 2030 um 40 Prozent niedriger liegen als 2020. Sie sinken damit von 2,3 Prozent (2020) auf nur noch 1,38 Prozent im Jahr 2030. Das ist eine sehr extreme Annahme, die aber verdeutlichen soll, wie wichtig die Sicherung von Marktanteilen durch Produktion in Bayern für das Auto-Cluster ist. Das Marktvolumen beträgt in diesem Szenario im Jahr 2030 nur noch 37,2 Milliarden Euro. Das sind 7,1 Milliarden Euro weniger als im Startjahr 2020. Das bayerische Auto-Cluster würde unter diesen Annahmen deutlich schrumpfen. Soll das Ausgangsniveau von 2020 zumindest gehalten werden, dürfen die Marktanteilverluste nicht mehr als ein Fünftel des Ausgangsniveaus von 2020 betragen.

Tabelle 32

Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern verliert Marktanteile“

Systeme	Bayern verliert Marktanteile			Bayern wächst mit dem Markt
	2020	2025	2030	2030
Antriebe				
Konventionell	8,2	8,3	5,0	6,7
Hybrid	1,7	1,9	1,5	8,2
Elektrisch	1,0	1,4	2,6	13,2
Gesamt	10,8	11,6	9,1	28,0
Automatisierung				
Level 0 bis 2	1,7	1,8	1,2	2,4
Level 3	0,3	1,3	1,8	3,7
Level 4 und 5	0,0	0,1	0,7	1,4
Gesamt	1,9	3,3	3,7	7,5
Vernetzung				
Embedded	1,7	1,9	1,8	3,1
Tethered	0,8	1,0	0,9	1,6
Gesamt	2,5	2,9	2,7	4,7
Trendabhängige Systeme	15,3	17,7	15,5	40,3
Sonstige Systeme	29,0	28,2	21,6	35,7
Gesamt	44,3	46,0	37,2	76,0

Adjustierte Marktvolumen in Milliarden Euro; Marktanteile der Marktvolumen in Prozent

Quelle: Fraunhofer IAO (2020); IW Consult (2020a, 2020b, ...); eigene Einschätzungen

7.5 Bayern im MaaS-Szenario

Das „Mobility-as-a-Service“-Szenario ist dadurch geprägt, dass weltweit weniger Fahrzeuge als im Basisszenario produziert werden, aber der Wandel hin zur Elektromobilität und zu höheren Automatisierungsleveln schneller geht.

Die Wirkung dieses Szenarios für Bayern wird dargestellt, indem im Rahmen des globalen MaaS-Szenarios die Marktvolumen des bayerischen Auto-Clusters unter der Bedingung „Bayern wächst mit dem Markt“ berechnet werden. Es ist methodisch identisch mit dem Vorgehen in Kapitel 7.1. Auch hier können die adjustierten Marktvolumen mit und ohne Strukturvorteil berechnet werden.

Wenn das Auto-Cluster in allen betrachteten Teilsystemen mit der Rate des Weltmarktes wächst, ist eine Erhöhung der adjustierten Marktvolumen von 44,3 Milliarden (2020) auf 85,1 Milliarden Euro (2030) zu erwarten.

- Mit Ausnahme der konventionellen Antriebe wachsen die Marktvolumen in allen betrachteten Teilsystemen.
- Am stärksten sind die Zuwächse konstruktionsbedingt in den Systemen, die global am meisten zulegen. Das sind die elektrischen Antriebe und die Automatisierung ab Level 3.
- Die Marktanteile (bezogen auf die Marktvolumen) wachsen entsprechend. Insgesamt ist eine Zunahme von 2,3 Prozent (2020) auf 3,0 Prozent (2030) zu erwarten.

Das ist zunächst überraschend, weil es in dem zugrunde liegenden weltweiten MaaS-Szenario kaum zu Mengeneffekten kommt. Die Zahl der produzierten Fahrzeuge liegt 2030 nur knapp über dem Niveau von 2020. Diese schwach laufenden Produktionszahlen werden durch die Strukturverschiebung hin zu höherwertigen Fahrzeugen (elektrifiziert und automatisiert) kompensiert. Das war schon in der globalen Betrachtung dieses Szenarios in Kapitel 4.1 ein wesentliches Ergebnis.

In Bayern trägt diese Strukturkomponente noch stärker als weltweit zu den wachsenden Marktvolumen bei. Das lässt sich schon daran erkennen, dass das adjustierte Marktvolumen im Jahr 2030 bei Zugrundelegung des globalen MaaS-Szenarios mit den angegebenen 85,1 Milliarden Euro höher ist als auf Grundlage des globalen Basisszenarios (76 Milliarden Euro, Tabelle 28). Die Strukturverschiebungen im MaaS-Szenario kommen dem bayerischen Spezialisierungsprofil entgegen und stützen es. Das zeigt auch die Berechnung des Struktureffektes, der im MaaS-Szenario mit 14,6 Prozent äquivalent gerechnet höher ist als bei Zugrundelegung des globalen Basisszenarios (9,7 Prozent).

Tabelle 33

Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“ im globalen MaaS-Szenario

Systeme	Bayern wächst mit dem Markt			Struktureffekt	
	2020	2025	2030	2025	2030
Antriebe					
Konventionell	8,2	7,2	4,7	8,2	5,9
Hybrid	1,7	8,1	11,3	1,7	3,5
Batterieelektrisch	1,0	9,1	17,1	1,0	5,7
Gesamt	10,8	24,5	33,1	10,8	15,1
Automatisierung					
Level 0 bis 2	1,7	2,8	2,0	1,7	1,5
Level 3	0,3	2,4	4,8	0,3	3,5
Level 4 und 5	0,0	1,8	4,2	0,0	3,1
Gesamt	1,9	7,0	11,0	1,9	8,1
Vernetzung					
Embedded	1,7	2,6	3,8	1,7	3,5
Tethered	0,8	1,3	1,0	0,8	0,9
Gesamt	2,5	3,8	4,7	2,5	4,5
Trendabhängige Systeme	15,3	35,3	48,9	15,3	27,7
Sonstige Systeme	29,0	34,5	36,2	29,0	36,5
Gesamt	44,3	69,8	85,1	44,3	64,2

Adjustierte Marktvolumen in Milliarden Euro; Marktanteile der Marktvolumen in Prozent

Quelle: Fraunhofer IAO (2020); IW Consult (2020a, 2020b, ...); eigene Einschätzungen

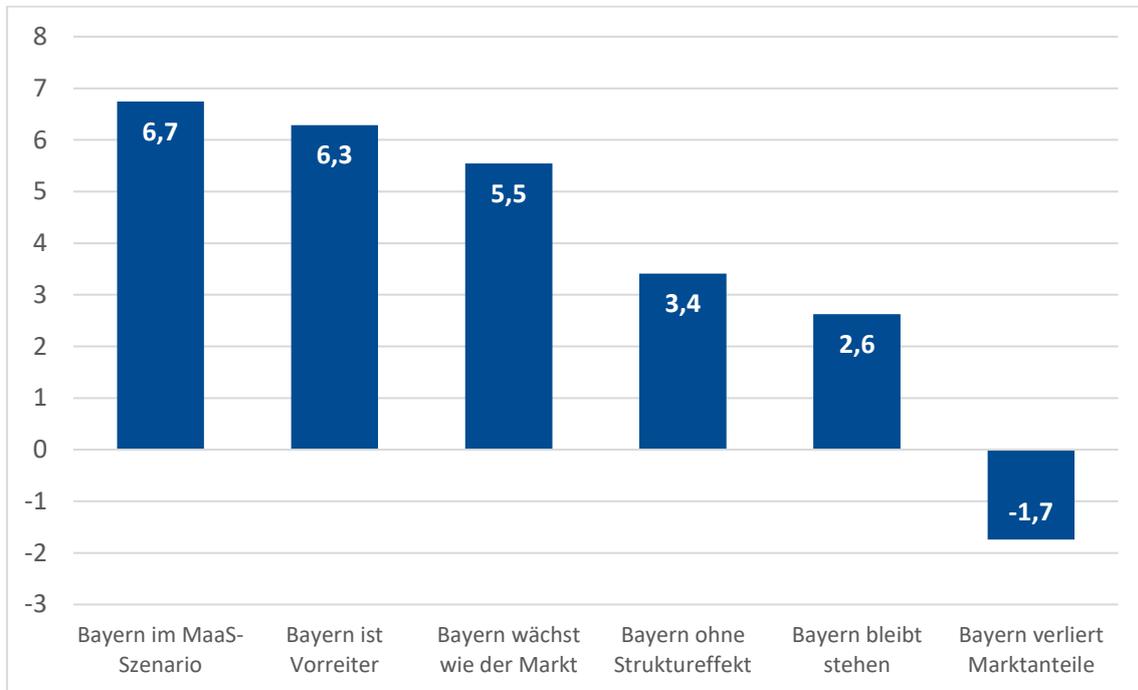
7.6 Szenarien im Überblick

Die Abbildung 7 zeigt die bayerischen Szenarien im Überblick. Abgetragen sind die jahresdurchschnittlichen Wachstumsraten der bayerischen Marktvolumen zwischen 2020 und 2030 nach Szenarien:

- Das MaaS-Szenario hat das höchste Wachstumspotenzial (+6,7 Prozent). Dort entfaltet trotz stagnierender Stückzahlen eine stark fortschreitende Elektrifizierung und Automatisierung der Fahrzeuge ein weltweit hohes Wachstum. Bayern ist auf diese Felder am stärksten konzentriert. Ein positiver Struktureffekt in Bayern eröffnet grundsätzlich Raum für Wachstum. Bayern ist auf Märkte spezialisiert, die im überdurchschnittlichen Ausmaß wachsen sollen.
- Im Szenario „Bayern wächst mit dem Weltmarkt“ zeigen sich ähnliche Effekte wie in dem MaaS-Szenario. Die Wachstumsrate beträgt 5,5 Prozent pro Jahr. Nur zeichnet das globale Basisszenario eine etwas schwächere Wachstumslinie vor. Auch hat Bayern einen klar positiven Struktureffekt, der allerdings etwas geringer ausgeprägt ist als im MaaS-Szenario.
- Im Szenario „Bayern ist Vorreiter“ forciert das bayerische Auto-Cluster im Vergleich zu dem Szenario „Bayern wächst mit dem Weltmarkt“ den Strukturwandel bei der Elektrifizierung und Automatisierung der Fahrzeuge. Wenn es gelänge, wäre eine Wachstumsrate von 6,3 Prozent zu erwarten.
- Bei den Szenarien „Bayern bleibt stehen“ und „Bayern verliert Marktanteile“ sind die Wachstumsaussichten ungünstiger als im Vergleichsszenario „Bayern wächst mit dem Weltmarkt“. Sie beschreiben Entwicklungslinien, die unvorteilhaft sind und keine Zukunftsoption darstellen. Der Verlust von Marktanteilen würde besonders schwer wiegen. Deshalb ist eine Stabilisierung der Inlandsproduktion aus Sicht des Standortes Bayern besonders wichtig.

Abbildung 7

Vergleich der Wachstumsraten verschiedener Szenarien für Bayern



Jahresdurchschnittliches Wachstum der bayerischen Marktvolumen in Prozent.

Das MaaS-Szenario unterscheidet sich von dem Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“ nur durch ein unterschiedliches zugrunde liegendes globales Szenario.

Quelle: Fraunhofer IAO (2020), IW Consult (2020)

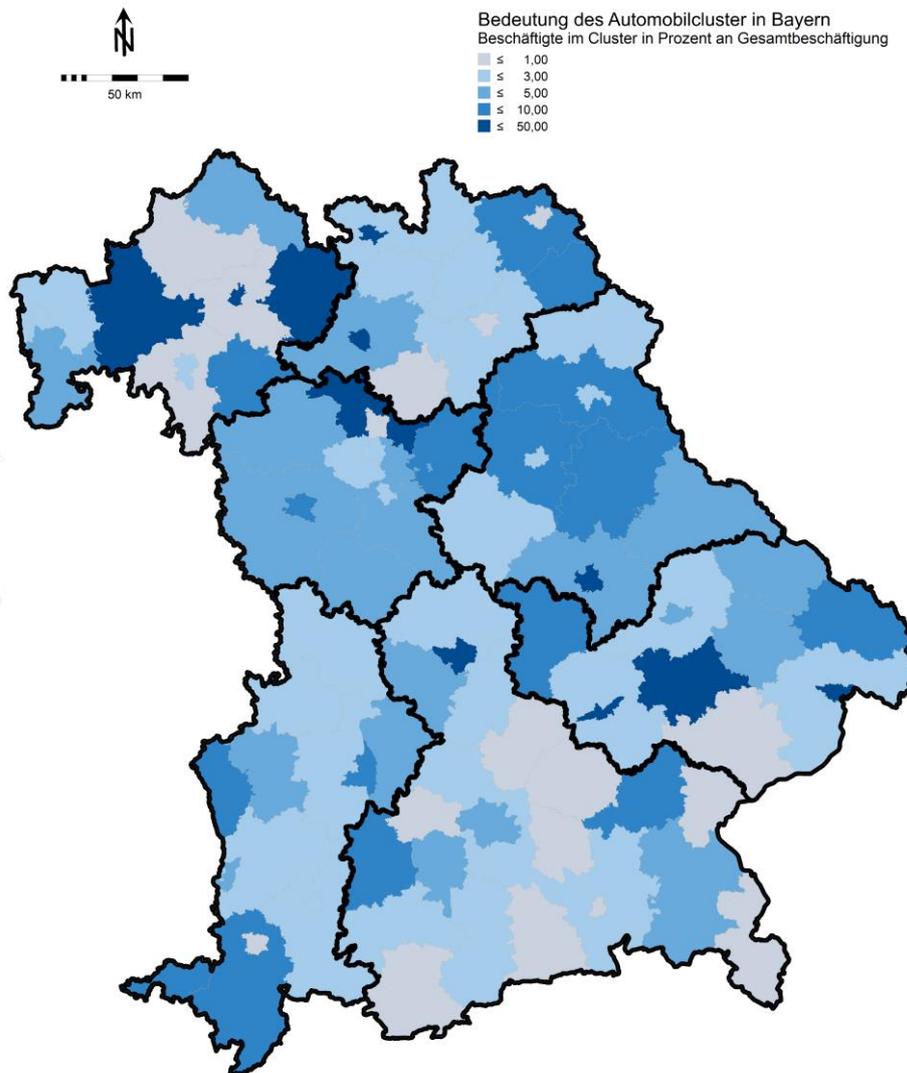
8 Regionalstruktur des Auto-Clusters Bayern

Das Auto-Cluster Bayern ist regional konzentriert – in drei Landkreisen liegt der Beschäftigungsanteil bei rund zwei Fünfteln

Bayern ist insgesamt sehr stark durch die Automobilindustrie geprägt. Aber innerhalb dieser gibt es Konzentrationen und regionale Schwerpunkte. Das verdeutlicht die Abbildung 8, die die Beschäftigten des Auto-Clusters – hier definiert als Produktions-Cluster – als Anteile an allen Beschäftigten am Arbeitsort darstellt. Dargestellt sind nicht nur die Beschäftigten des Wirtschaftszweigs 29 (Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen), sondern auch alle Zulieferer aus dem Verarbeitenden Gewerbe. Diese Informationen sind aus öffentlichen Statistiken nicht verfügbar. Sie müssen aus Datenbanken, der Analyse von Websites und Einzelrecherchen identifiziert und miteinander verknüpft werden. Besonders aufwendig und schwierig ist dabei die Zuordnung der Beschäftigten großer Unternehmen auf einzelne Standorte. Einbezogen in die Berechnungen sind nur die industriellen Zulieferer und nicht die aus dem Dienstleistungsbereich.

- In drei Städten oder Landkreisen (Ingolstadt, Dingolfing-Landau, Stadt Schweinfurt) liegt der Anteil der Beschäftigten des Auto-Clusters bei jeweils rund zwei Fünfteln.
- Bei weiteren acht Städten oder Landkreisen sind die Anteile größer als zehn Prozent.
- Es sind klare Schwerpunkte auszumachen. Hotspots gibt es in allen bayerischen Bezirken. Die höchsten Anteile mit jeweils mehr als acht Prozent werden in Niederbayern und Unterfranken erreicht. In der Oberpfalz sind es knapp sieben Prozent und in allen Regierungsbezirken gut vier bis 4,5 Prozent.

Abbildung 8
Bedeutung des Auto-Clusters Bayern



Quelle: IW Consult (2020)

Auf Basis von Datenbank- und Web-Recherchen können in ähnlicher Weise die Unternehmen mit ihren Mitarbeiterzahlen identifiziert werden, die Teile des Verbrennungsmotors herstellen und deshalb vom Strukturwandel auch besonders betroffen sind. Einbezogen sind nur Zulieferer aus dem industriellen Bereich und keine OEMs. Wiederum mussten die Standorte der großen Unternehmen einzeln recherchiert werden, weil die Datenbanken keine Informationen über die Verteilung der Mitarbeiter auf die Standorte haben. Auch sind Schätzungen notwendig. Wiederum sind die Oberpfalz und Unterfranken besonders betroffen.



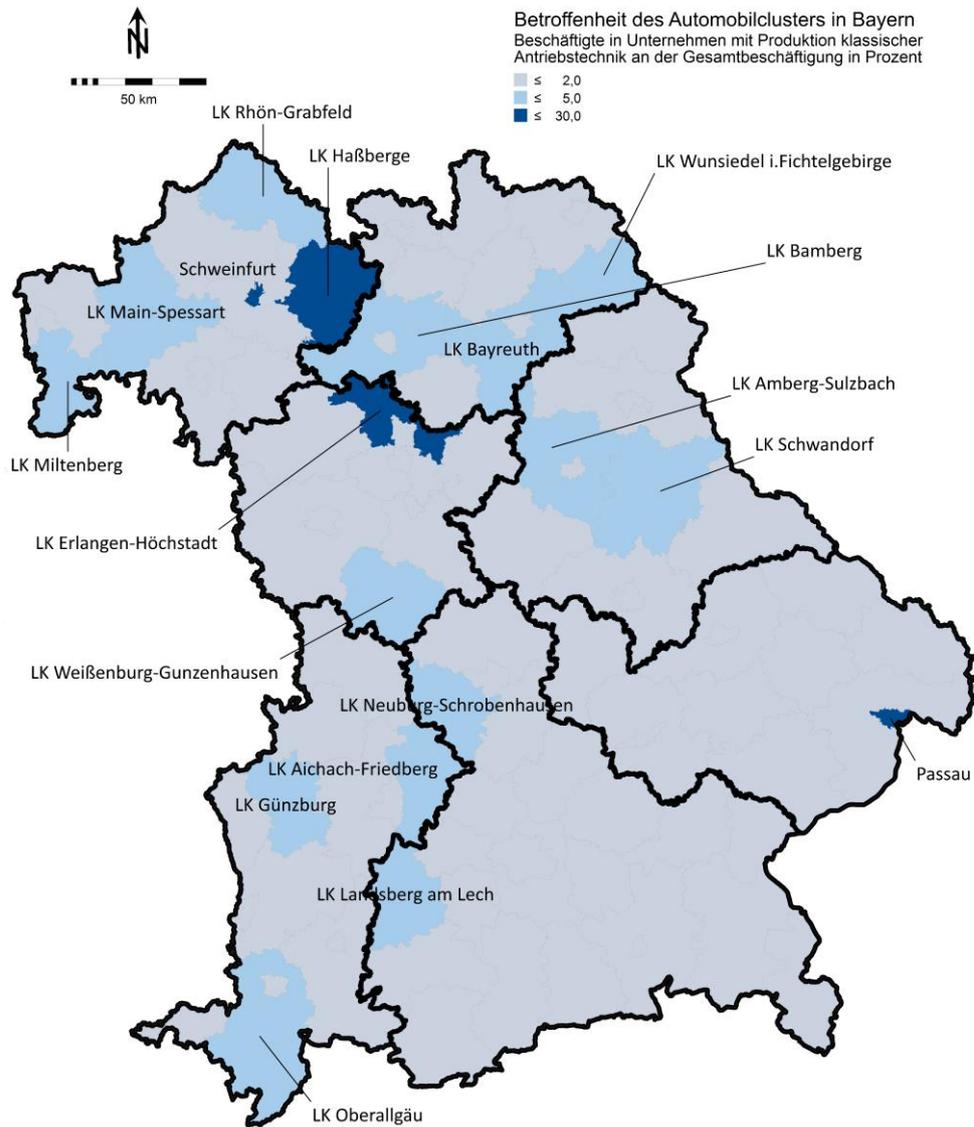
Regionalstruktur des Auto-Clusters Bayern

Nach der vorliegenden Methode umfasst der bayerische Automotive-Cluster zirka 326.000 Beschäftigte.²² Davon arbeiten rund 70.000 Beschäftigte in Unternehmen, die klassische Antriebstechnik produzieren (21,4 Prozent). Besonders hoch ist der Anteil in den Städten Schweinfurt und Passau sowie den Landkreisen Erlangen-Höchstadt und Haßberge mit Anteilen von mehr als 7,5 Prozent der Gesamtbeschäftigung in der Region. In diesen Regionen sind jeweils mindestens 70 Prozent der Automotive-Beschäftigten der herkömmlichen Antriebstechnik zuzuordnen. In Erlangen-Höchstadt und Passau gilt das sogar für nahezu alle Beschäftigten des Clusters.

²² Nicht einbezogen sind die Zulieferer aus den Dienstleistungen, die knapp 24.000 Beschäftigte ausmachen (s. Tabelle 17).

Regionalstruktur des Auto-Clusters Bayern

Abbildung 9
Betroffenheit des Auto-Clusters Bayern



Die Erhebungen zu dieser Karte haben vorläufigen Status. In Passau befindet sich ein Werk von ZF, in dem Getriebe und Antriebstechnik für Sonderfahrzeuge hergestellt werden.

Quelle: IW Consult (2020)

Regionalstruktur des Auto-Clusters Bayern

Die hier gewählte Vorgehensweise ist ein alternativer Ansatz. Entscheidende Vorteile entstehen dadurch, dass unternehmensscharfe Mikrodaten genutzt werden, um die regionalen Analysen zu präzisieren. Es werden unter anderem Werke der großen OEMs und Zulieferer nach der Haupttätigkeit klassifiziert – also beispielsweise, ob sie im Bereich des klassischen Antriebs (Motor, Getriebe, Abgasanlage etc.) tätig sind. So lassen sich regionale Betroffenheiten identifizieren, die bei der Analyse öffentlicher Daten nicht festgestellt werden könnten. Diese Datengrundlage ist essenziell, um zielgenau Regionen unterstützen zu können, die besonders vom automobilen Wandel geprägt sind. Dieser bottom-up-Ansatz wird im Rahmen eines vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Projekts von der IW Consult und von Fraunhofer-IAO derzeit weiterverfolgt und vertieft. Dadurch kann auch die Datengrundlage für regionale Input-Output-Analysen verbessert werden, um die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der automobilen Transformation kleinräumig genauer erfassen zu können.

Hinweis: Bei der großen Menge an Daten können aufgrund von Erfassungs- und Zuordnungsproblemen Ungenauigkeiten entstehen. Die Automotive-Welt wandelt sich sehr schnell. Aktuell sehen sich viele Automotive-Unternehmen zwei Umbrüchen (Corona-Pandemie und automobiler Transformation) ausgesetzt, wodurch Produktionsstätten geschlossen, Mitarbeiter entlassen und ganze Unternehmensteile verkauft werden. Diese Aktualität kann in den Daten nur teilweise abgebildet werden. Die Auflistungen der Unternehmen und Mitarbeiter können dementsprechend von der aktuellen Situation abweichen. Die Unternehmensdaten sind nicht mit den Unternehmen abgestimmt.



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Überblick über Erneuerungs- und Modernisierungsbedarfe nach Systemen und Referenzfahrzeugen
Abbildung 2	Automatisierungsstufen des automatisierten Fahrens
Abbildung 3	Referenzfahrzeuge und betrachtete Systeme in den jeweiligen automobilen Megatrends
Abbildung 4	Globale Marktentwicklung bei Fahrzeugneuzulassungen 2019 bis 2030
Abbildung 5	Vergleich der Entwicklung der bayerischen Marktvolumen mit der Entwicklung aus dem Szenario von 2018
Abbildung 6	Entwicklung des Struktureffektes im Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“
Abbildung 7	Vergleich der Wachstumsraten verschiedener Szenarien für Bayern
Abbildung 8	Bedeutung des Auto-Clusters Bayern
Abbildung 9	Betroffenheit des Auto-Clusters Bayern

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Produktion von Fahrzeugen nach Regionen
Tabelle 2	Weltweite Entwicklung nach Referenzfahrzeugen
Tabelle 3	Weltweite Entwicklung der Marktvolumen nach Referenzfahrzeugen
Tabelle 4	Weltweite Entwicklung der Fahrzeuge nach Antriebsart
Tabelle 5	Weltweite Entwicklung der Fahrzeuge nach Automatisierungsgraden
Tabelle 6	Weltweite Entwicklung der Fahrzeuge nach Vernetzungsgraden
Tabelle 7	Weltweite Entwicklung der Fahrzeuge nach Transformationsbereichen
Tabelle 8	Marktvolumen 2020 bis 2030 für Antriebe mit Verbrennungsmotor
Tabelle 9	Marktvolumen 2020 bis 2030 für Antriebe mit Elektrokomponente
Tabelle 10	Marktvolumen 2020 bis 2030 für Antriebe
Tabelle 11	Marktvolumen 2020 bis 2030 für den Bereich Automatisierung
Tabelle 12	Marktvolumen 2020 bis 2030 für den Bereich Vernetzung
Tabelle 13	Marktvolumen 2020 bis 2030 nach Systemen
Tabelle 14	Kerndaten des globalen MaaS-Szenarios
Tabelle 15	Globale Marktvolumen im MaaS-Szenario
Tabelle 16	Progressives Brennstoffzellen-Szenario
Tabelle 17	Produktionswerte des Auto-Clusters Bayern 2019
Tabelle 18	Wertschöpfung, Beschäftigung und Produktivität des Auto-Clusters
Tabelle 19	Größen- und Branchenstruktur des Auto-Clusters Bayern
Tabelle 20	Struktur des Produktionswertes des Auto-Clusters Bayern nach Stellung der Wertschöpfungskette
Tabelle 21	Effekte des Auto-Clusters Bayern auf die Bruttowertschöpfung
Tabelle 22	Effekte des Auto-Clusters Bayern auf die Arbeitsplätze
Tabelle 23	Effekte des Auto-Clusters Bayern auf den Produktionswert
Tabelle 24	Produktionswerte 2020 des Auto-Clusters Bayern nach Systemen
Tabelle 25	Marktvolumen 2020 nach Systemen in Bayern und weltweit
Tabelle 26	Vergleich der Istwerte und der Prognosedaten der bayerischen Marktvolumen im Jahr 2020
Tabelle 27	Annahmen der bayerischen Szenarien



[Tabellenverzeichnis](#)

Tabelle 28	Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern wächst mit dem Markt“ und Struktureffekt
Tabelle 29	Struktureffekt nach Teilsystemen der Referenzfahrzeuge
Tabelle 30	Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern ist Vorreiter“
Tabelle 31	Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern bleibt stehen“
Tabelle 32	Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern verliert Marktanteile“
Tabelle 33	Entwicklung der Marktvolumen im Szenario „Bayern verliert Marktanteile“ im globalen MaaS-Szenario

Anhang

Adjustierte Marktvolumen

Wie in Kapitel 6.2 ausgeführt, sind die globalen Marktvolumen aus dem Modell des Fraunhofer IAO mit den Produktionswerten des bayerischen Auto-Clusters direkt vergleichbar. Bei dem globalen Marktmodell werden nur die einzelnen Komponenten modelliert und zu Gesamtwerten addiert. Nicht enthalten sind die Umsätze, die durch die Zusammenführung dieser Einzelsysteme zu Fahrzeugen entstehen. Diese Aufgabe übernehmen im Regelfall die OEMs. In den Umsatz- und Produktionsstatistiken sind dadurch Doppelzählungen enthalten. Es werden die Umsätze der Zulieferer und der OEMs zu einem Gesamtwert addiert. Nach diesem Bruttokonzept sind die Produktionswerte für das bayerische Auto-Cluster (125 Milliarden Euro für 2019) erhoben. Sie enthalten in Höhe der Vorleistungen Doppelzählungen. Würde man alle diese Doppelzählungen herausrechnen (also auf die Wertschöpfung abstellen), würde sich ein Volumen von 42 Milliarden Euro ergeben. Das wiederum wäre im Vergleich zu der Erhebungsmethode im globalen Modell eine Unterschätzung, denn die dort berechneten Marktvolumen sind keine reine Wertschöpfung, sondern enthalten auch Vorleistungen – und zwar in der Höhe, für die sie zur Herstellung der einzelnen Komponenten eingesetzt werden.

Lösung: Eine gute Approximation zur Sicherstellung einer Vergleichbarkeit der beiden Ansätze ist, nur die Wertschöpfung der Automobilindustrie (WZ 29) und die Produktionswerte der Zulieferer aus anderen Branchen zu erfassen. Bei dieser Überlegung ergibt sich ein Marktvolumen von Bayern in Höhe von 49,2 Milliarden Euro im Jahr 2019. Das wären rund 39,25 Prozent des erfassten Produktionswerts des Auto-Clusters Bayern. Mit diesem Faktor können die Produktionswerte für Bayern adjustiert und mit den globalen Marktvolumen verglichen werden. Diese adjustierten Marktvolumen betragen 44,3 Milliarden Euro ($0,3925 \cdot 112.874$). Das entspricht methodisch der Vorgehensweise aus der Studie von 2018. Der Adjustierungsfaktor war damals mit 41,2 Prozent etwas höher.



Ansprechpartner/Impressum

Christine Völzow

Geschäftsführerin, Abteilung Wirtschaftspolitik

Telefon 089-551 78-251

Telefax 089-551 78-249

christine.voelzow@baymevbm.de

Impressum

Alle Angaben dieser Publikation beziehen sich ohne jede Diskriminierungsabsicht grundsätzlich auf alle Geschlechter.

Herausgeber

bayme

Bayerischer Unternehmensverband Metall und Elektro e. V.

vbm

Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie e. V.

vbw

Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5
80333 München

www.baymevbm.de www.vbw-bayern.de

© bayme vbm vbw März 2021

Weitere Beteiligte

IW Consult GmbH

Dr. Karl Lichtblau

Fraunhofer IAO

Dr. Florian Herrmann
Florian Albert