

Kurzfassung

Strukturstudie BW^e mobil 2019

Transformation durch
Elektromobilität und Perspektiven
der Digitalisierung



Strukturstudie BW^e mobil 2019

Transformation durch
Elektromobilität und Perspektiven
der Digitalisierung

Herausgeber



Autoren



A. Management Summary

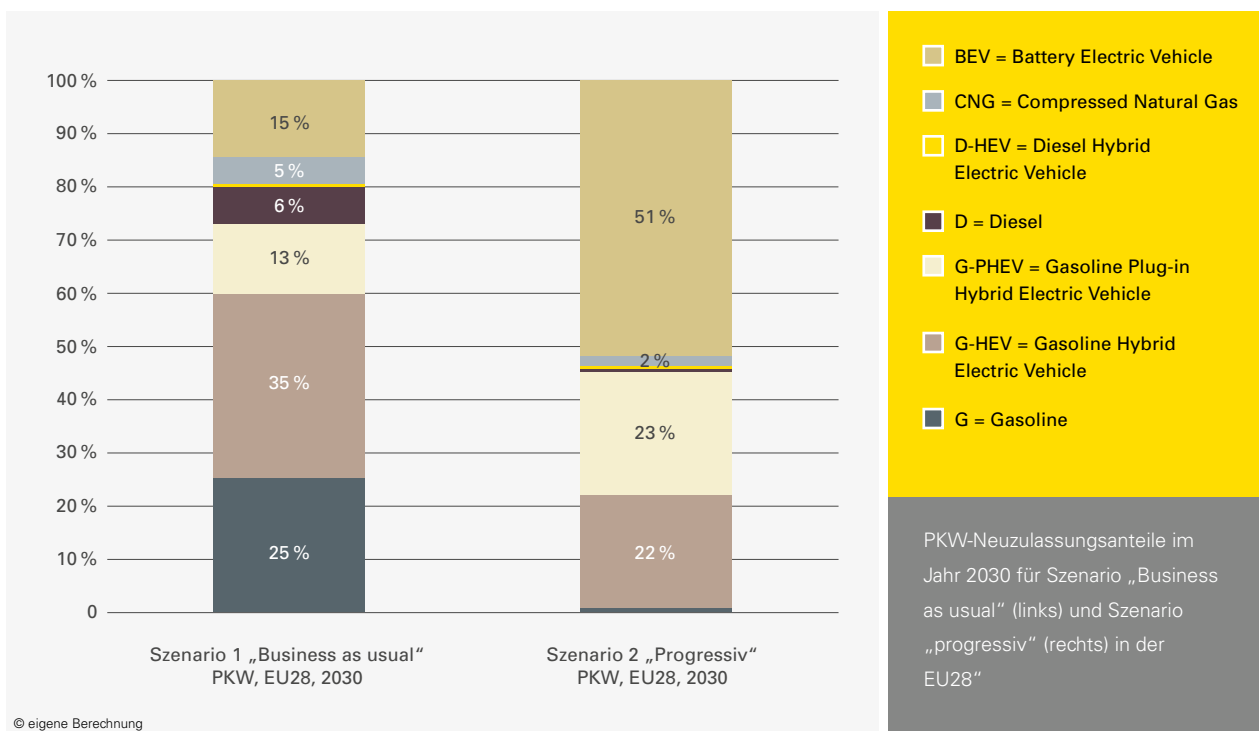
Der Technologiewandel führt zu einer Transformation der Mobilitätsindustrie.

Elektromobilität ist ein Megatrend, der – zusammen mit der Vernetzung von Fahrzeugen, dem autonomen Fahren sowie der digitalisierten Produktion – das Automobil, seine Nutzung und seine Produktion in den nächsten Jahren deutlich verändern wird. Insbesondere die Elektrifizierung des Antriebsstrangs verändert die bestehenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungsstrukturen in der Automobilbranche, wobei klassische Komponenten wie der Verbrennungsmotor letztlich an Bedeutung verlieren, gleichzeitig neue Komponenten der Elektromobilität wichtiger werden. Getrieben wird dieser Wandel vor allem von asiatischen PKW-Märkten, hier insbesondere von China. Für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg gilt es, diesen Prozess der Transformation und des Strukturwandels als Chance anzunehmen und zu nutzen.

Bereits 2030 könnten elektrische Antriebe bei Neuwagen in Europa dominieren.

Treiber für eine breite Elektrifizierung sind insbesondere die von der EU festgelegten CO₂-Grenzwerte für neue PKW und die Anstrengungen der Automobilhersteller, diese einzuhalten. Hierfür werden die verbrennungsmotorischen Fahrzeuge dank neuer Technologien immer effizienter und gleichzeitig immer stärker elektrifiziert.

Mit dem Modell DLR VECTOR21 wurde das Markt- und Käuferverhalten simuliert, um in zwei Szenarien plausible Zukunftsbilder des PKW-Neuwagenmarktes in Europa zu erhalten. Das Eintreten der Szenarien ist vor allem von für Baden-Württemberg exogenen Faktoren bestimmt. Im Business-as-usual-Szenario der DLR-VECTOR21-Simulation werden bei moderaterer Entwicklung der



Rahmenbedingungen 15 % aller verkauften Neu-PKW in Europa reine Elektrofahrzeuge sein, Plug-Ins und Full-Hybride erreichen dann Anteile von 13 % und 35 %. Die Brennstoffzelle erreicht im betrachteten Zeitraum in der Simulation keine nennenswerten Marktanteile. Bei sehr günstiger Entwicklung der Rahmenbedingungen – insbesondere der Batteriekosten und Infrastrukturverfügbarkeit – werden gemäß dem progressiven Szenario der DLR-VECTOR21-Simulation 51 % aller verkauften europäischen PKW-Neuwagen im Jahr 2030 rein elektrisch betrieben sein, weitere 47 % werden (teil-)elektrifiziert und mit Verbrennungsmotor ausgestattet sein. In diesem Szenario ist ein rein elektrisches Mittelklassefahrzeug spätestens 2030 preislich auf dem Niveau eines verbrennungsmotorisch betriebenen Benzin-PKW und damit auch bei den reinen Anschaffungskosten konkurrenzfähig. Während das konventionelle Fahrzeug im Jahr 2015 noch einen direkten Kostenvorteil von über 10.000 Euro aufweist, ist es im Jahr 2030 im progressiven Szenario rund 1.000 Euro teurer. Dies liegt unter anderem an der zunehmenden Komplexität und den steigenden Kosten für Effizienztechnologien. Diese sind zur Einhaltung gesetzlicher Emissionsgrenzwerte notwendig und führen gleichzeitig zu einer deutlichen Verbrauchsreduktion.

Der Meilenstein des Klimaschutzplanes 2030 wird erreicht – bei Einhaltung strikter Rahmenbedingungen.

Der Klimaschutzplan der Bundesregierung hat für den Verkehr ein Sektorziel von 40 bzw. 42 % CO₂-Minderung bis 2030 gegenüber 1990 festgeschrieben. Beide Szenarien erreichen rechnerisch dieses Ziel: Im Business-as-usual-Szenario ergeben sich CO₂-Minderungen für den PKW-Bereich von 50 % und im progressiven Szenario 55 % gegenüber 1990. Dies gilt allerdings nur unter der sehr unwahrscheinlichen Voraussetzung, dass die jährlichen Fahrleistungen und die durchschnittliche Motorleistung nicht weiter steigen. Real ist damit zu rechnen, dass eine steigende Verkehrsleistung den technischen Reduktionen entgegenwirken und die berechneten Potenziale nicht voll erreicht werden können. Außerdem müssten auch die anderen Verkehrsträger (z. B. Bahn-, Last- und Flugverkehr) gleichermaßen zur Erreichung der Sektorziele beitragen. Dies stellt ein erhebliches Risiko dar. Eine frühzeitige Elektrifizierung der PKW- Flotte hat dabei aufgrund der langsamen Umwälzung des Fahrzeugbestandes einen großen Einfluss auf den langfristigen CO₂-Ausstoß und einen stark positiven Effekt auf die angestrebte Treibhausgasneutralität im Jahr 2050. Insgesamt sind aus Klimaschutzgründen Maßnahmen erforderlich, die die Transformationsgeschwindigkeit

über die im Szenario Business-as-usual dargestellte Entwicklung hinaus beschleunigen.

Die Beschäftigten in Baden-Württemberg sind sehr unterschiedlich betroffen.

Im Referenzjahr 2016 waren im Automobilcluster Baden-Württemberg rund 470.000 Beschäftigte direkt oder indirekt tätig, dies entspricht ca. 11 % aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Land. Durch das Marktwachstum bei neuen Komponenten für die Elektromobilität und den gleichzeitigen Rückgang konventioneller Komponenten ergeben sich je nach Szenario für das Jahr 2030 insgesamt Beschäftigungspotenziale von +1,9 % (+8.900 Beschäftigte) bis hin zu -6,6 % (-30.800 Beschäftigte). Für den gesamten baden-württembergischen Automobilstandort können diese Beschäftigungseffekte als moderat eingeschätzt werden. Dies gilt aber nur, wenn das Cluster auch bei den alternativen Antriebstechnologien seine weltweit führende Innovationsrolle behält und bei den neuen Komponenten Marktanteile in ähnlicher Höhe wie heute gewinnen kann. Hierfür sind konzertierte Anstrengungen aller Branchenakteure und eine aktive industriepolitische Unterstützung notwendig, um die besondere Bedeutung des Automobilclusters Baden-Württemberg zu erhalten.

Die sich im Branchendurchschnitt ausgleichenden positiven und negativen Beschäftigungseffekte sind aber sehr unterschiedlich verteilt. So wird die Brisanz der Beschäftigungsentwicklung erst deutlich, wenn nur die direkt vom Antriebsstrang abhängigen Produktionswerke in Baden-Württemberg mit ihren 70.000 Beschäftigten betrachtet werden.

- Im **Business-as-usual-Szenario** könnten 2030 ca. 10 % (inkl. Produktivitätseffekten 27 %) der Beschäftigten in den vom Antriebsstrang abhängigen Produktionswerken durch Fade-out-Effekte betroffen sein. Von diesen ca. 18.500 betroffenen Beschäftigten könnten ca. 5.000 in der Herstellung neuer Komponenten (Fade-in) beschäftigt werden.
- Im **progressiven Szenario** wäre 2030 im Durchschnitt fast jeder zweite Beschäftigte in den antriebsstrangabhängigen Produktionswerken betroffen (46 %; inkl. Produktivitätseffekten 56 %). Insgesamt wären 39.000 Beschäftigte in Baden-Württemberg vom Fade-out der Verbrennungsmortertechnologie negativ betroffen, während ca. 8.000 neue Arbeitsplätze durch die neuen Elektrokomponenten entstehen könnten.

Die Transformation der baden-württembergischen Automobilindustrie kann insgesamt nur gelingen, wenn die Unternehmensstrategien und unterstützende industriepolitische Maßnahmen auch die nachhaltige Entwicklung der baden-württembergischen (Produktions-)Standorte mit in den Fokus nehmen und die Beschäftigten in die Transformation eingebunden werden.

Den Wirtschaftsstandort als führendes Zentrum industrieller Innovationen sichern.

Die wirtschaftliche Stärke Baden-Württembergs stützt sich schon seit Jahren auf ein spezifisches Innovationscluster, das sich auf Innovationen im Umfeld der industriellen Produktion spezialisiert hat und dabei weltweit eine führende Position einnimmt. Der Transformationsprozess zur Elektromobilität kann trotz des Strukturwandels bei der Beschäftigung wichtige Impulse zur Weiterentwicklung des baden-württembergischen Clusters für industrielle Innovationen liefern. Voraussetzung

dafür ist, dass das spezifische Innovationsmuster aus der Verknüpfung von Produktionswissen und Produktinnovation für die Zurückgewinnung der Innovationsführerschaft auch bei den neuen Antriebsstrangkzepten genutzt wird. Baden-Württemberg muss zum Leitmarkt und Leitanbieter für eine nachhaltige Mobilität und damit zum Vorreiter für den Transformationsprozess zur Elektromobilität werden.

Dies kann nur gelingen, wenn sich die Unternehmens- und Standortstrategien, gepaart mit dem Veränderungswillen der Beschäftigten und der Unterstützung aus Politik und Wissenschaft, an diesem Entwicklungsziel ausrichten. Dabei kann die Sicherung einer nachhaltigen Beschäftigungsperspektive der betroffenen Mitarbeiter ein wichtiges Element zur Überwindung von Veränderungshemmnissen werden. Denn nicht die Transformation zur Elektromobilität selbst, sondern verpasste Gestaltungschancen bei deren aktiver Weiterentwicklung können die wirtschaftliche Stärke Baden-Württembergs gefährden.

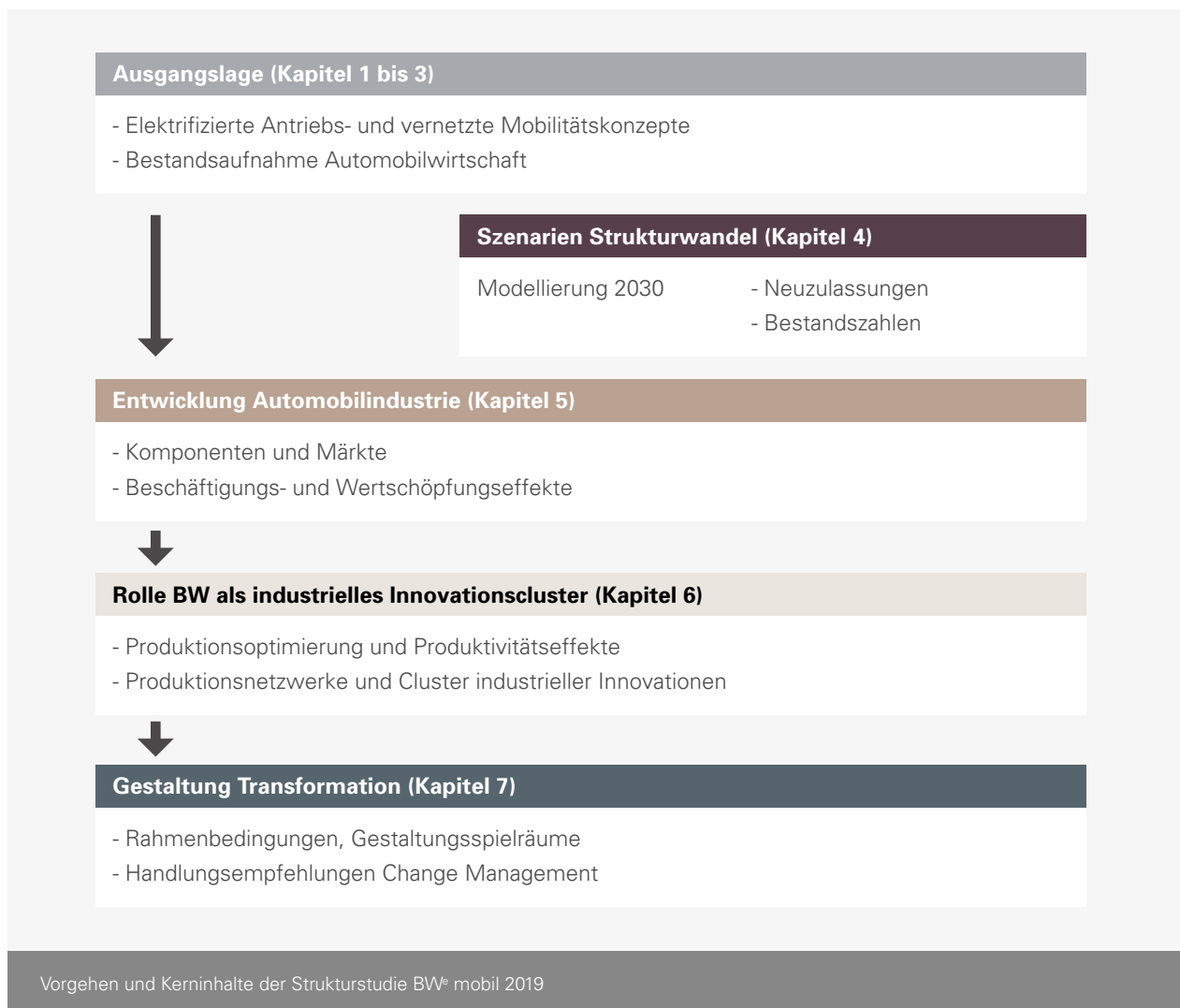


© Chesky_W/istockphoto

B. Zusammenfassung und Kernergebnisse

1. Zielsetzung der Studie

Mit der Transformation der Mobilitätsindustrie – angetrieben durch die Trends Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung – ergeben sich weltweit zusätzliche wirtschaftliche Chancen. In Deutschland – und hier speziell in Baden-Württemberg – als einem der bedeutendsten Standorte der Automobilindustrie in der Welt herrscht derzeit Unsicherheit, wie sich diese Veränderungen auf die zukünftige Wertschöpfung und Beschäftigung auswirken.



In diesem Zusammenhang wird hauptsächlich über mögliche negative Folgen für den Wirtschaftsstandort gesprochen, wiewohl mit dieser Transformation auch positive Wirkungen erreicht werden können, sofern sie aktiv und erfolgreich gestaltet wird.

Ziel dieser Studie ist es, potenzielle Veränderungen am Automobilstandort Baden-Württemberg darzustellen und daraus Herausforderungen und Chancen abzuleiten, die durch Elektrifizierung, aber auch durch Digitalisierung und Automatisierung entstehen.

Die Einhaltung der Klimaziele ist ein wichtiges Kriterium für eine gelungene Transformation, wobei hier die Elektrifizierung des PKW-Antriebes und Beschäftigungseffekte im Vordergrund stehen. Die notwendigen Veränderungen des Mobilitätsverhaltens wurden und werden in anderen Studien untersucht, beispielsweise in „Mobiles Baden-Württemberg. Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Mobilität“ (Baden-Württemberg Stiftung 2017).

Die objektive, transparente, wissenschaftlich und methodisch fundierte Analyse soll eine aktive und positive Gestaltung des Wandels in Politik, Gesellschaft und Industrie unterstützen. Sie liefert Antworten auf folgende Fragestellungen:

- Was ist der Technologiewandel?
- Welchen Stand haben Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung und welche Trends gibt es?
- Wie sieht die Branchenstruktur im Automobilssektor in Baden-Württemberg aus?
- Wie schnell und unter welchen Voraussetzungen setzen sich alternative Antriebe durch?
- Wie entwickeln sich dabei Wertschöpfung und Beschäftigung?
- Welche Gestaltungsoptionen stehen für die Transformation zur Verfügung?

Der Fokus der szenariobasierten Untersuchung liegt auf elektrifizierten PKW, deren Technik und Komponenten sowie der **Quantifizierung der Auswirkungen von Elektrifizierung auf Wertschöpfung und Beschäftigung**. Mögliche Effekte von Digitalisierung und Produktion 4.0 werden hier nicht mit eigenen Simulationsmodellen berechnet, sondern qualitativ beschrieben.



2. Technologiewandel: Übersicht und Trends „Elektrifizierung“

- Das Angebot an Elektrofahrzeugen nimmt kontinuierlich zu, deutsche Hersteller starten ab ca. 2020 eine Offensive.
- Es existieren verschiedene Bauformen und Grade der Elektrifizierung – vom Hybrid- bis zum reinen Batteriefahrzeug – mit jeweils unterschiedlichen elektrischen Leistungen, Reichweiten und Fahranteilen.
- Verbrennungsmotoren werden weiterhin bei vielen Antriebskonzepten eingesetzt, ausgenommen sind reine Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge.
- Klassische Komponenten werden kontinuierlich weiterentwickelt – effizienter, kleiner, leichter oder kompakter. Neue Komponenten verändern die Wertschöpfungsanteile am Fahrzeug signifikant. Der Schwerpunkt der Wertschöpfung verschiebt sich weiter von der Mechanik zur Elektrik/Elektronik.

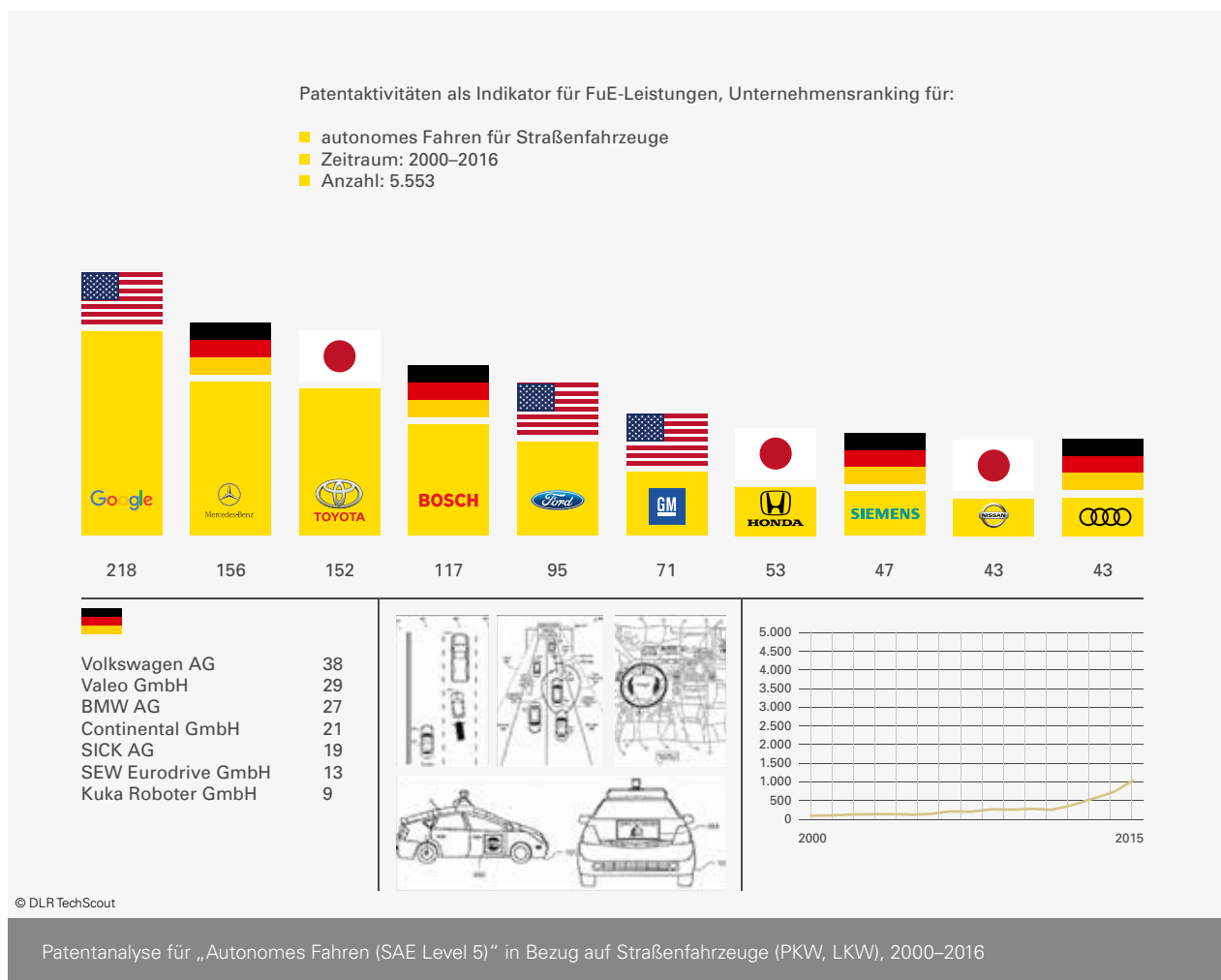
Antriebskonzepte Komponenten	ICE	HEV	PHEV	REEV	BEV	FCEV
	Veränderungen der Systeme bis 2030					
Verbrennungsmotor	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Starter und Lichtmaschine	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Entfällt
Abgasanlage/Luftsystem	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Kraftstoffversorgung	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Entfällt	Modifiziert
Getriebe	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert	Modifiziert/ Entfällt	Modifiziert/ Entfällt	Modifiziert/ Entfällt
Elektrische Antriebsmaschine	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Batteriesystem für Antrieb	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Leistungselektronik	n.V.	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu
Ladesystem intern	n.V.	n.V.	Neu	Neu	Neu	n.V.
Brennstoffzellensystem	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	Neu

Übersicht neuer, modifizierter und nicht mehr notwendiger Komponenten nach Antriebskonzept

ICE = Internal Combustion Engine; HEV = Hybrid Electric Vehicle; PHEV = Plug-In Hybrid Electric Vehicle; REEV = Range-extended Electric Vehicle; BEV = Battery Electric Vehicle; FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle

Übersicht und Trends „Digitalisierung“

- Wesentlicher Aspekt der Digitalisierung in der Mobilität ist die Konnektivität bzw. Kommunikation der Fahrzeuge untereinander, mit der Infrastruktur oder mit speziellen Plattformen, die beispielsweise von den Herstellern betrieben werden.
- Die Kombination aus vernetzten, intelligenten Verkehrselementen und automatisiert/autonom fahrenden Fahrzeugen führt zur Entwicklung neuer Mobilitätsdienstleistungen und Geschäftsmodelle.
- Neue Anbieter treten in den Markt ein und konkurrieren mit den „klassischen“ Automobilherstellern und -zulieferern. Deutsche Unternehmen sind aber bei Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für das autonome Fahren (Level 5) insgesamt stark vertreten.



- Teilautomatisierte Fahrzeuge existieren schon heute, komplett autonomes Fahren wird bis 2025/2030 erwartet.
- Die Entwicklung des technischen und rechtlichen Rahmens befindet sich derzeit im Anfangsstadium. Das autonome bzw. automatisierte Fahren soll dazu beitragen, die Verkehrssicherheit und die Mobilitätsangebote für alle gesellschaftlichen Gruppen zu erhöhen.

Übersicht und Trends „Automobilproduktion 4.0“

- Mit dem Schlagwort „Industrie 4.0“ ist die Vorstellung einer hoch automatisierten und flexibilisierten Produktion verbunden, die durch den flächendeckenden Einsatz digitaler Technologien ermöglicht wird.
- Die Automobilindustrie reagiert auf den intensiven Wettbewerbsdruck mit einer kontinuierlichen Anpassung der Produktion und der eingesetzten Produktionstechnologien, sie gilt als Impulsgeber und Treiber für die Modernisierung von Fertigungs- und Logistikkonzepten. Mit einer flexiblen Fertigung soll auch der Wandel der Antriebstechnik bewältigt werden.
- Die Anwendung von Industrie-4.0-Konzepten wird daher mittelfristig die Produktionsarbeit und damit auch die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten in der Automobilindustrie deutlich verändern.
- Allerdings sind die (Netto-)Beschäftigungswirkungen der Industrie-4.0-Konzepte zurzeit noch nicht quantifizierbar.

3. Die baden-württembergische Automobilwirtschaft

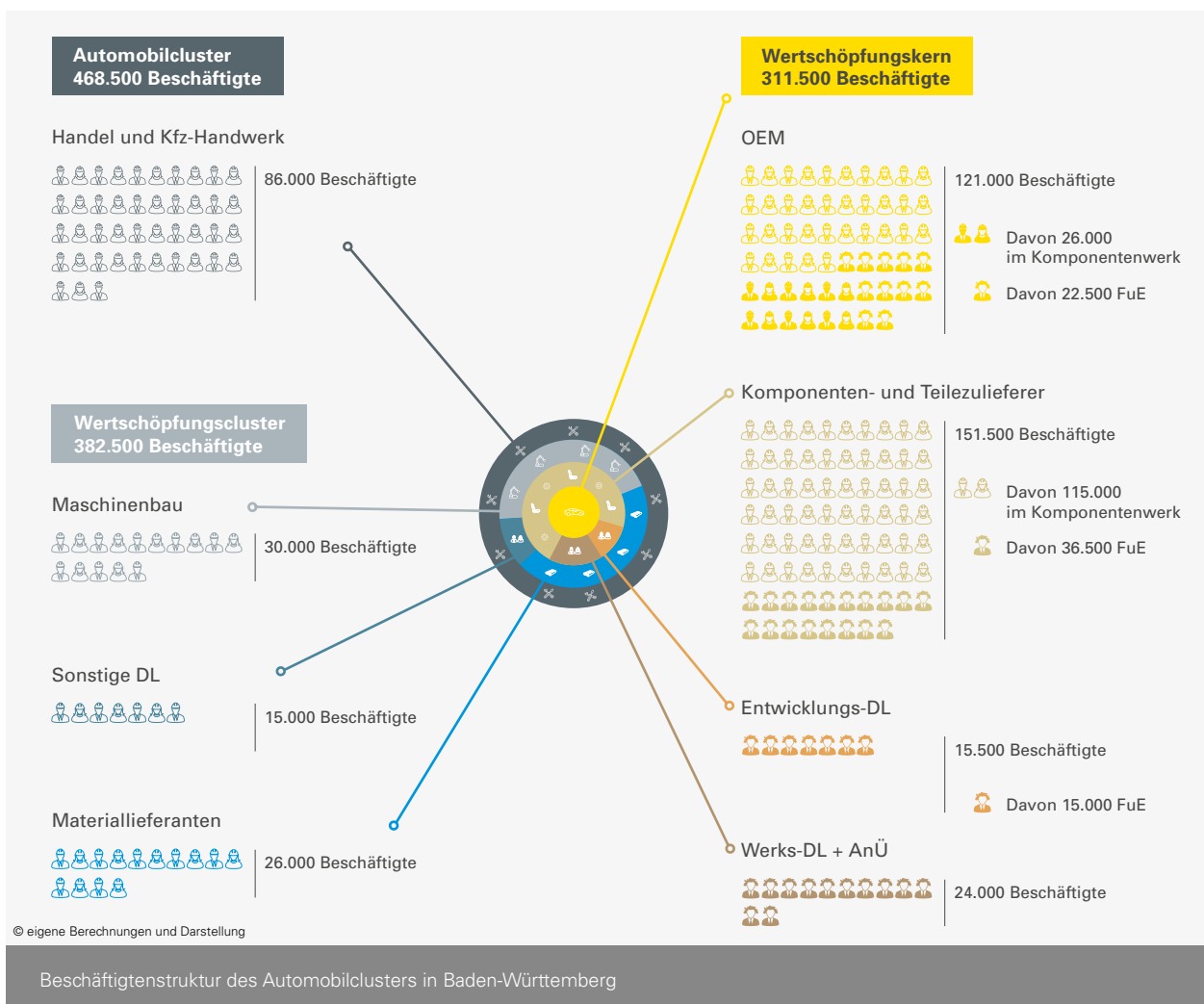
Baden-Württemberg ist ein weltweit führendes Zentrum der Automobilindustrie, das ein vollständig entwickeltes „Automotive-Cluster“ vorweisen kann. Hier ist die gesamte Wertschöpfungskette der Automobilproduktion, anhängender Dienstleistungen und zugehöriger Ausrüster aus Maschinen- und Anlagenbau angesiedelt. Dabei gehören die drei baden-württembergischen Hersteller (OEM) zum Premiumsegment, zahlreiche Zulieferer sind zudem auf den Antriebsstrang spezialisiert.

Die Automobilindustrie ist in Baden-Württemberg eine der industriellen Kernbranchen mit einem Jahresumsatz von etwas mehr als 105 Mrd. EUR (2016), allein der Fahrzeugbau erbringt rund ein Zehntel der gesamten Bruttowertschöpfung des Landes. Gleichzeitig gilt die Automobilbranche in Deutschland und in Baden-Württemberg als forschungsintensivste Industriebranche, sie bringt in Baden-Württemberg knapp die Hälfte der Ausgaben für Forschung und Entwicklung im Wirtschaftssektor auf.

Mit direkten und indirekten Beschäftigungseffekten hängen knapp 11 % aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von der Automobilwirtschaft ab: Fast 470.000 Beschäftigte können dem Automobilcluster zugeordnet werden. Der Transformationsprozess zur Elektromobilität wird sich auf die verschiedenen Beschäftigtengruppen sehr unterschiedlich auswirken. Als Grundlage für die Betroffenheitsanalyse wurde deshalb die Beschäftigtenstruktur in der Automobilbranche Baden-Württembergs detailliert analysiert und die Beschäftigtengruppen wurden den unterschiedlichen Clusterebenen und Wertschöpfungssegmenten zugeordnet.

- Der **Wertschöpfungskern** umfasst die Betriebe bzw. Beschäftigten, die sich auf Produkte für Kraftfahrzeuge spezialisiert haben und die in gemeinsame Produktinnovationsprozesse integriert sind. Etwa 311.500 Beschäftigte bei den OEM, den Komponenten- und Teilezulieferern (Tier 1 und 2), bei Entwicklungsdienstleistern und Werksdienstleistungen sowie bei der Arbeitnehmerüberlassung werden ihm zugeordnet.
- Im erweiterten **Wertschöpfungscluster** finden sich weitere Teile- und Materiallieferanten sowie sonstige Dienstleistungen, die der Automobilindustrie zuliefern, jedoch nicht ausschließlich auf das Produkt Kfz spezialisiert sind. Zu dieser Clusterebene zählen zusätzlich der Teil des Maschinen- und Anlagenbaues, der sich auf die Ausrüstung der Automobilindustrie spezialisiert hat. Diesem gesamten Wertschöpfungscluster können in Baden-Württemberg 382.500 Beschäftigte zugeordnet werden.
- Rund 86.000 Beschäftigte im Kfz-Gewerbe vervollständigen das gesamte **Automobilcluster** in Baden-Württemberg, das damit ca. 468.500 Beschäftigte umfasst.










Die Beschäftigten in diesen Wertschöpfungssegmenten können weiterhin unterschiedlichen Funktionsbereichen zugeordnet werden.



4. Transformation Elektromobilität – Markthochlauf elektrifizierter Antriebskonzepte und resultierende Beschäftigungseffekte

2017 wurden weltweit über 1 Mio. E-Fahrzeuge neu zugelassen, der Bestand erreichte damit erstmals mehr als 3 Mio. PKW. Der Anteil elektrifizierter Fahrzeuge am globalen Bestand ist derzeit und im Vergleich zu den konventionell betriebenen noch sehr gering und rangierte 2017 mit 3,2 Mio. Fahrzeugen bei ca. 0,3%. Allerdings wächst die Nachfrage stetig und aktuell mit immer größerer Geschwindigkeit: In den letzten drei Jahren wurde die Zahl der E-Fahrzeuge mehr als vervierfacht, 2014 lag sie noch bei nur ca. 0,76 Mio. PKW weltweit. Verantwortlich dafür ist vor allem der chinesische Automobilmarkt, der einen Anteil von ca. 1,2 Mio. PKW (also ein Drittel des weltweiten E-Fahrzeug-Bestandes) ausmacht. Die USA folgen mit insgesamt ca. 750.000 Fahrzeugen. Deutschland hat bis jetzt ca. 130.000 BEV und PHEV auf den Straßen, liegt also bei den relativen Marktanteilen und den absoluten Zahlen weit darunter.

Politische Ziele, Kaufanreize, Emissionsgrenzwerte und die Verfügbarkeit der Infrastruktur variieren im internationalen Vergleich erheblich. Die Entwicklung der internationalen Automobilmärkte für elektrifizierte und alternativ betriebene Fahrzeuge erfolgt unterschiedlich schnell, oftmals auch als direkte Folge politischer Ziele und Maßnahmen. Kritische Stellhebel sind hier beispielsweise CO₂-Gesetzgebungen und Regularien für den Umwelt- und Gesundheitsschutz (die z. B. den maximalen Ausstoß von Abgasemissionen limitieren), politische Ziele und Vorgaben (z. B. eine Quote für E-Fahrzeuge), finanzielle Subventionen und Kaufanreize (z. B. direkte monetäre Kaufzuschüsse), die Unterstützung von FuE-Aktivitäten sowie der Ausbau von Ladeinfrastruktur.

									
Neuzulassungen BEV 2017 (Anteil)	98.280 (0,73 %)	125.940 (1,41 %)	149.350 (1,46 %)	121.540 (6,39 %)	187.270 (28,76 %)	751.510 (0,91 %)	201.410 (0,59 %)	4.800 (0,02 %)	1.212.280 (1,37 %)
Zielgröße Elektrofahrzeuge	2020: 1 Mio. 2030: 6 Mio.	2020: 1,6 Mio.	2020: 2 Mio.	2020: 0,2 Mio. 2025: 1 Mio.	-	2025: 3,3 Mio.	2020: 1 Mio.	2020: 7 Mio.	2020: 4,6 Mio.
Förderung	BEV: 4.000 € PHEV: 3.000 €	BEV: 5.150 € PHEV: 2.860 €	BEV: bis 6.300 € PHEV: bis 1.000 €	-	-	Bis 5.400 €	BEV: bis 6.300 €	Regionale Zuschüsse	BEV: bis 7.200 € PHEV: bis 4.200 €
Emissionsgrenzwerte	2021: 95 CO ₂ g/km 2025: 81 CO ₂ g/km (-15 % zum Wert von 2021) 2030: 59 CO ₂ g/km (-37,5 % zum Wert von 2021)				-	2020: 121 CO ₂ g/km	2020: 105 CO ₂ g/km	-	2020: 117 CO ₂ g/km
ordnungsrechtlicher Rahmen	-	Verkaufsverbot ab 2040; Fahrverbot ab 2050	Verkaufsverbot ab 2040	Geplantes Verkaufsverbot ab 2030	-	Steigende Quote für E-Autos in neun Bundesstaaten	-	Elektrifizierte Flotte bis 2030	Steigende Quote für E-Autos (Verkaufsverbot)
Ladeinfrastruktur 2017	Slow: 22.213 Fast: 2.076	Slow: 11.479 Fast: 2.037	Slow: 14.407 Fast: 1.571	Slow: 32.976 Fast: 455	Slow: 8.292 Fast: 1.238	Slow: 39.601 Fast: 6.267	Slow: 21.507 Fast: 7.327	Slow: 222 Fast: 25 (2016)	Slow: 130.508 Fast: 83.395
Marktsituation und Rahmenbedingungen im internationalen Vergleich									

© eigene Darstellung

Szenarien zum Markthochlauf der Elektromobilität

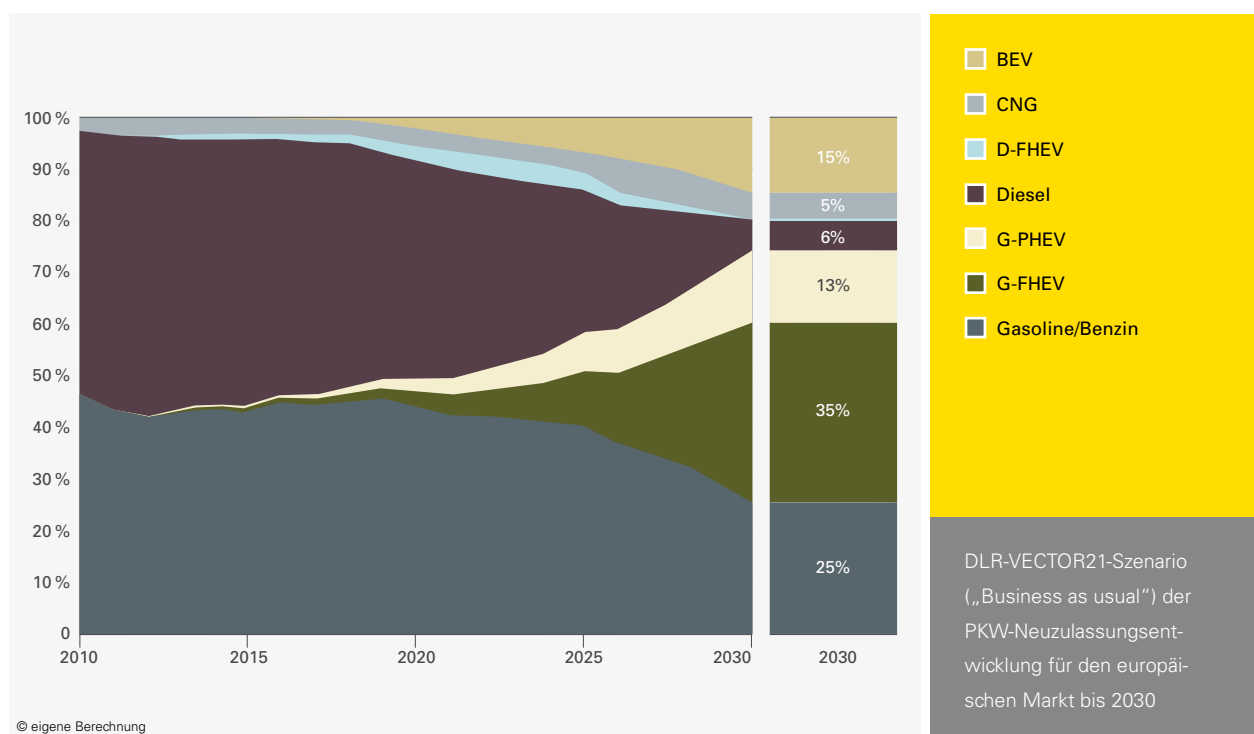
Auf Basis einer Metaanalyse wurden alle relevanten, derzeit in der Literatur existierenden Szenarien zum Markthochlauf Elektromobilität untersucht und deren Kernannahmen analysiert. Diese Analyse dient dazu, die Rahmenbedingungen für die beiden selbst zu simulierenden Szenarien (DLR VECTOR21) zu definieren. Die Metaanalyse zeigt sowohl unter moderaten als auch unter progressiven Bedingungen einen Rückgang des Marktanteils bei reinen Verbrennern, jedoch mit z.T. erheblich variierenden Geschwindigkeiten. Deziidierte Analysen benennen die Batteriekosten, die Infrastrukturverfügbarkeit, die CO₂-Gesetzgebung sowie das jährliche Produktionsangebot als kritische Stellgrößen für die Geschwindigkeit des Markthochlaufes.

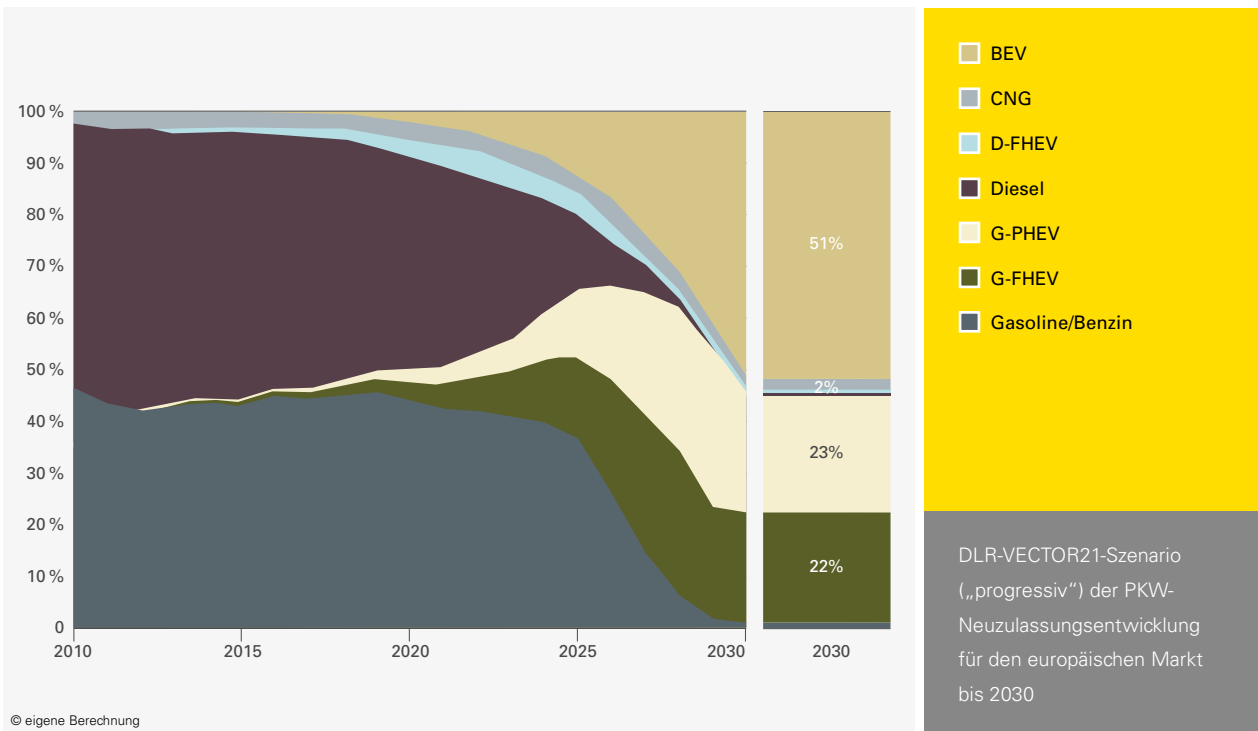
Auf Basis dieser Stellgrößen wurde mit dem DLR-VECTOR21-Modell das Käuferverhalten simuliert, um in zwei Szenarien plausible Zukunftsbilder des PKW-Neuwagenmarkts in Europa zu erhalten. Die beiden Szenarien stellen einen möglichen Ergebnisraum für die PKW-Marktentwicklung in Europa bis 2030 bei unterschiedlicher Entwicklung der Rahmenbedingungen und kritischen Stellgrößen dar. Das Eintreten ist vor allem von für Baden-Württemberg exogenen Faktoren bestimmt. Hier erreicht das BEV einen Marktanteil zwischen 15 % („Business as usual“) und 51 % („progressiv“) an den europäischen PKW-Neuzulassungen im Jahr 2030. Alle anderen Antriebsvarianten besitzen zu diesem Zeitpunkt schon elektrifizierte Komponenten, z. B. Start-Stopp-Systeme, elektrifizierte Nebenaggregate oder 48-V-Systeme. Das Brennstoffzellenfahrzeug erreicht bei alleiniger Betrachtung des europäischen PKW-Markts keinen Markteinstieg vor 2030, könnte aber von Spill-over-Effekten (Übertragungseffekten) aus anderen Bereichen (u. a. Nutzfahrzeuge) und dem damit verbundenem Infrastrukturausbau sowie von Kostensenkungen profitieren. Spätestens 2030 könnte unter den simulierten Bedingungen ein rein elektrisches Mittelklassefahrzeug preislich leicht unter dem Niveau eines verbrennungsmotorisch betriebenen PKW liegen und damit auch bei den reinen Anschaffungskosten konkurrenzfähig sein. Während das konventionelle Fahrzeug im Jahr 2015 noch einen direkten Kostenvorteil von über 10.000 EUR aufgewiesen hat, liegen seine Anschaffungskosten 2030 rund 1.000 EUR höher. Dies liegt unter anderem an den steigenden Kosten für Effizienztechnologien, die zur Einhaltung gesetzlicher Emissionsgrenzwerte notwendig sind und die damit gleichzeitig zu einer deutlichen Verbrauchsreduktion führen.

Die Techniken reichen von Leichtbaupaketen über Downsizing und rollwiderstandsverbesserte Reifen bis hin zur Elektrifizierung von Neben- und Hilfsaggregaten (ICE efficient). Unter den Annahmen und Berechnungen in dieser Studie kann beim optimierten Verbrennungsmotorfahrzeug ein CO₂-Reduktionspotenzial zwischen 40 und 50 % bis 2030 erzielt werden. Ausschlaggebend für die Kostenentwicklung beim BEV sind insbesondere die sinkenden Batteriekosten, die im untersuchten Zeitraum um mehr als 50 % abnehmen. Das liegt hauptsächlich an den Skaleneffekten durch hohe Produktionsvolumina, aber auch an technologischen Verbesserungen und Weiterentwicklungen in der Zellchemie der Batterie selbst. Neben den Batteriesystemen werden auch die Leistungselektronik und der Elektromotor günstiger, allerdings mit weit geringeren absoluten Auswirkungen auf den Kaufpreis.

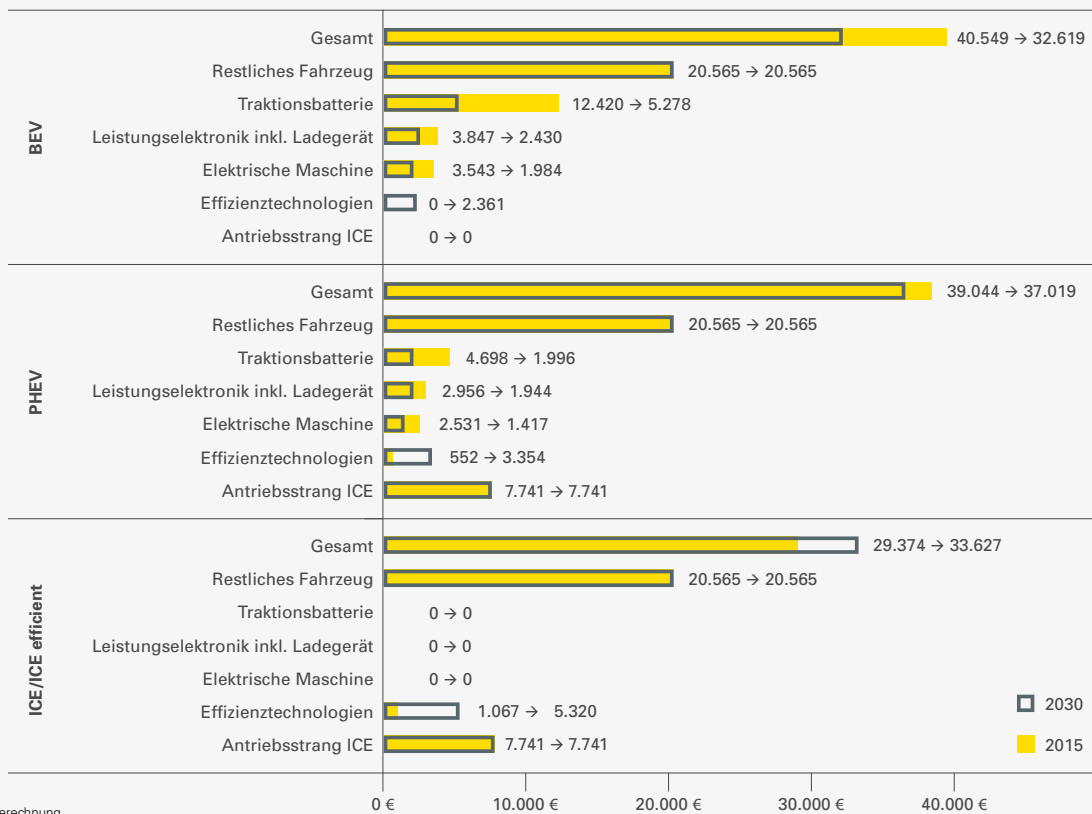
Beide Szenarien erreichen den im Klimaschutzplan genannten Meilenstein 2030 für den PKW-Anteil im Verkehrssektor. Dies allerdings unter den – aktuell sehr unwahrscheinlichen – Voraussetzungen nicht weiter steigender Verkehrsleistungen und einer gleichbleibenden durchschnittlichen Motorleistung, sodass Verbesserungen durch effizientere Antriebsstränge und Technologien tatsächlich wirksam werden. Außerdem müssten auch die anderen Verkehrsträger bzw. -arten – insbesondere der Luftverkehr sowie der Güterverkehr – in gleichem Maß zur Einhaltung der Sektorziele beitragen. Der Meilenstein 2050 wird jedoch nur mit dem progressiven Szenario erreicht, da die frühzeitige Elektrifizierung aufgrund der langsamen Umwälzung des PKW-Bestandes stark positiv auf den langfristigen CO₂-Ausstoß und die angestrebte Treibhausgasneutralität wirkt.

Dies verdeutlicht, dass ein beschleunigter technologischer Wandel zur Elektromobilität eine wichtige Voraussetzung für die Einhaltung der Klimaschutzziele darstellt, diese aber nur in Kombination mit einem veränderten Mobilitätsverhalten erreicht werden können. Der Ausbau von öffentlichem Nah- und Fernverkehr kann dazu beitragen, dass steigende Mobilitätsansprüche nicht automatisch zur Steigerung der Fahrleistung pro PKW führen. Innovative Fahrzeugkonzepte können z. B. durch die Nutzung von Leichtbauelementen und aerodynamischen Modernisierungen dazu beitragen, dass sich die Weiterentwicklung von Fahrzeugkomfort und Sicherheit von einer weiteren Steigerung der Motorleistung abkoppelt.





© eigene Berechnung



© eigene Berechnung

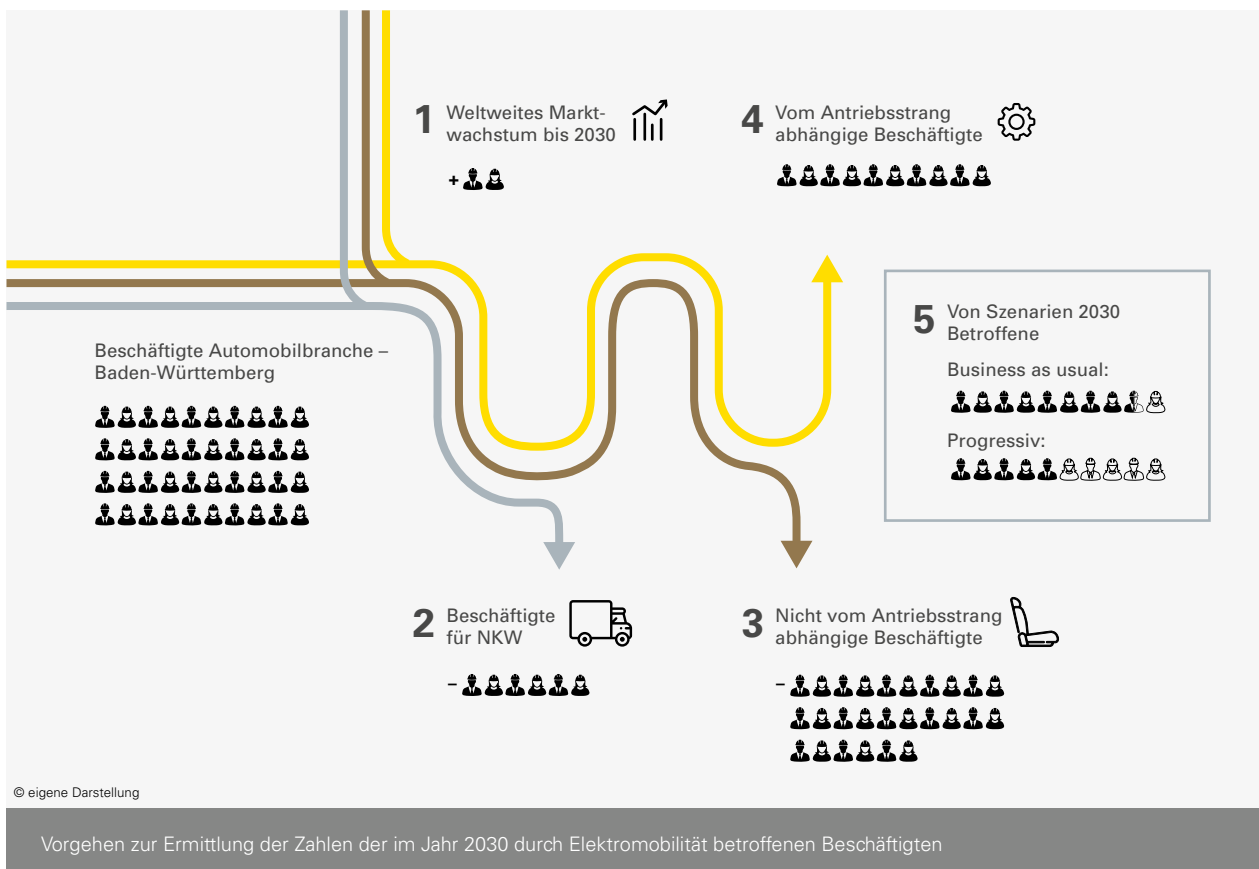
Exemplarische Kostenentwicklung (netto) verschiedener Mittelklasse-Fahrzeugkonzepte bis 2030

Beschäftigungseffekte Elektromobilität

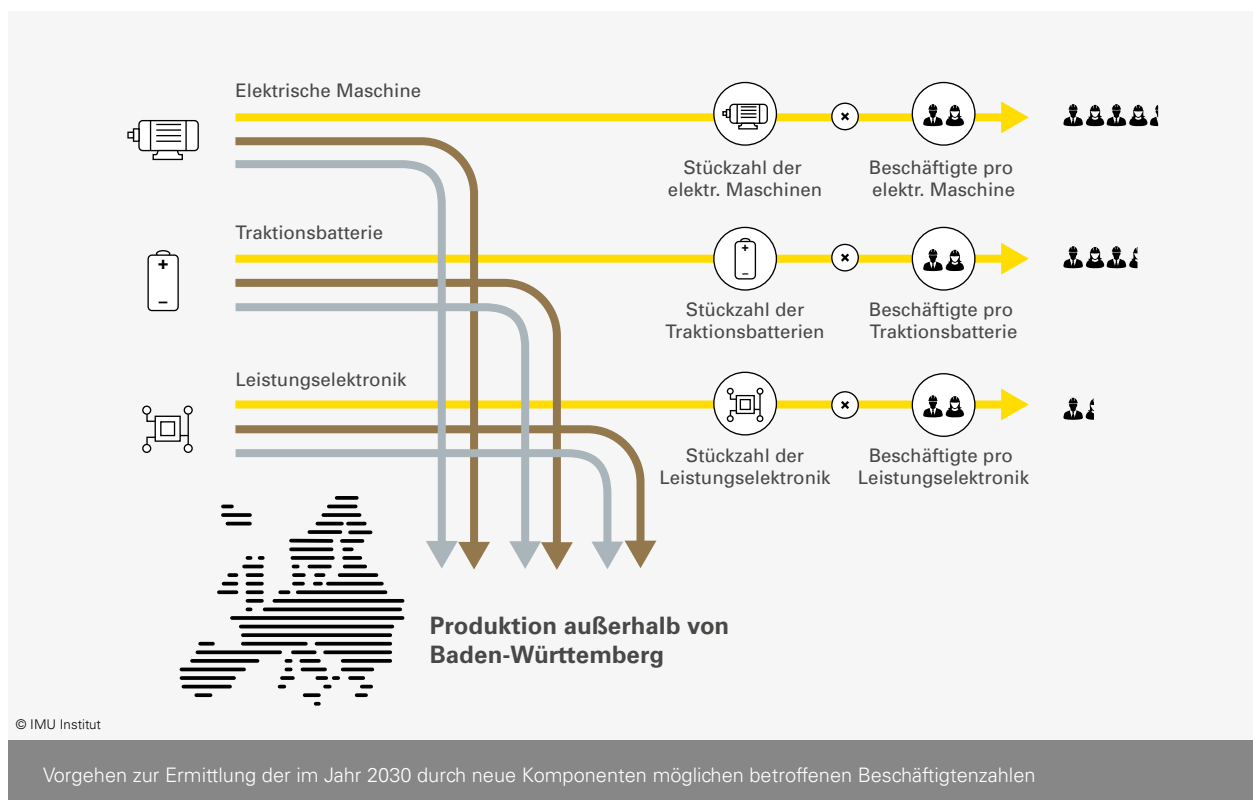
Auf der Grundlage der in den DLR-VECTOR21-Szenarien ermittelten Marktdurchdringungseffekte des technologischen Wandels zur Elektromobilität wurden die Auswirkungen auf die Beschäftigten der baden-württembergischen Automobilindustrie abgeschätzt. Dieses Vorgehen muss von allen betriebswirtschaftlichen Wirkungen dieses Strukturwandels abstrahieren: So können fehlende Standortrentabilität und Marktberichtigungen auf Unternehmensebene insbesondere im progressiven Szenario zu zusätzlichen Beschäftigungseffekten führen. Die hier abgeschätzten Beschäftigungseffekte dürfen deshalb nicht als Prognose der realen Beschäftigungsentwicklung verstanden werden. Vielmehr wird dargestellt, **in welchem Umfang Beschäftigte von dem Wandel betroffen sein können.**

In mehrstufigen Verfahren wurden „Fade-out“-Effekte durch die Verdrängung des Verbrennungsmotors sowie „Fade-in“-Effekte durch die mögliche Produktion neuer Komponenten bei elektrifizierten Antrieben ermittelt. Dabei erlaubt die detaillierte Darstellung des Automobilclusters in dieser Studie erstmals regionalisierte Aussagen zu den Beschäftigungseffekten.

In der „Fade-out“-Analyse ermitteln wir die vom Antriebsstrang abhängigen Beschäftigten der Automobilbranche in Baden-Württemberg. Dazu gehen wir von der Gesamtzahl der Beschäftigten der Branche im Jahr 2016 aus. Im ersten Schritt werden die Beschäftigungseffekte aus dem Marktwachstum bis 2030 addiert. Danach werden die Beschäftigten aus dem Segment Last- und Nutzfahrzeuge (Schritt 2) und die nicht von Produkten des Antriebsstranges abhängigen Beschäftigten (Schritt 3) abgezogen. Daraus ergibt sich die Zahl von Beschäftigten, die von einer vollständigen Umstellung auf batterieelektrische Antriebe betroffen wären (Schritt 4). In Schritt 5 bewerten wir dann, wie sich der Antriebsstrangmix der DLR-VECTOR21-Szenarien auf die Beschäftigtenzahlen auswirkt. Die Auswirkungen werden für alle Beschäftigtengruppen der einzelnen Wertschöpfungssegmente differenziert ermittelt.



In der „Fade-in“-Analyse gehen wir von den in den DLR-VECTOR21-Szenarien ermittelten Stückzahlen der Kernkomponenten des elektrischen Antriebes aus. In Schritt 1 wird die Anzahl der im Jahr 2030 auf dem europäischen Markt benötigten Komponenten dargestellt. In Schritt 2 wird ermittelt, welcher Anteil des europäischen Markts für neue Elektromobilitätskomponenten realistisch in Baden-Württemberg gefertigt werden könnte. Auf dieser Grundlage kann mit der jeweiligen Arbeitsproduktivität (in Beschäftigten pro Komponente) die zur Produktion notwendige Beschäftigtenzahl ermittelt werden (Schritt 3). Damit ergibt sich in Summe der durch die neuen Elektromobilitätskomponenten mögliche positive Beschäftigungseffekt. Diese Berechnung wird, wie bei den „alten Komponenten“, für alle Beschäftigtengruppen der einzelnen Wertschöpfungsgruppen differenziert durchgeführt.



Die ermittelten Ergebnisse müssen aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden.

1. Mit Blick auf die Entwicklung der **Gesamtbranche** zeigen die Ergebnisse, dass ein gelungener Transformationsprozess zur Elektromobilität die weltweit besondere Bedeutung des baden-württembergischen Automobilclusters nicht gefährden wird.

	Beschäftigte 2016	Gesamteffekte BAU 2030		Gesamteffekte Progressiv 2030	
Summe gesamtes Automobilcluster (einschl. Kfz-Gewerbe)	468.500	8.900	1,9%	-30.800	-6,6%
Beschäftigungseffekte Elektromobilität im Kfz-Gewerbe					

© eigene Darstellung

Im Business-as-usual-Szenario gleichen sich positive und negative Beschäftigungseffekte bis 2030 in der Gesamtbranche vollständig aus. Aufgrund der erhöhten Wertschöpfung bei Hybridantrieben und der erwarteten weltweiten Wachstumspotenziale wird insgesamt sogar ein leichtes Beschäftigungswachstum erwartet.

Im progressiven Szenario könnte es zu einem möglichen Beschäftigtenabbau von weniger als 7 % kommen. Da diese Entwicklung innerhalb eines Zeitraums von zwölf Jahren stattfinden wird, kann sie durch eine aktive industrie- und arbeitsmarktpolitische Begleitung so gestaltet werden, dass die wirtschaftliche Stärke Baden-Württembergs erhalten oder sogar ausgebaut werden kann.

Konkrete Risiken für die Entwicklung der Gesamtbranche ergeben sich nur dann, wenn die baden-württembergischen Unternehmen und Standorte der Branche ihre Kompetenz- und Innovationsführerschaft im technologischen Transformationsprozess zur Elektromobilität verlieren. Unsere Modellrechnungen setzen voraus, dass das Automobilcluster Baden-Württembergs auch bei den alternativen Antriebsstrangtechnologien seine weltweit bedeutende Innovationsrolle behält.

Das wird sich nicht von alleine einstellen. Vielmehr sind konzertierte Anstrengungen aller Branchenakteure und eine aktive industriepolitische Unterstützung notwendig, um die besondere Bedeutung des Automobilclusters Baden-Württemberg zu erhalten.

- Um die umfassenden Wirkungen des Strukturwandels in der Branche beurteilen zu können, muss die Bewertung der Gesamtbranchenentwicklung durch eine Analyse der Wirkungen auf **einzelne Standorte** und insbesondere auf die **Produktionswerke** in Baden-Württemberg ergänzt werden. Denn nicht immer kann garantiert werden, dass sich branchenweit einander ausgleichende positive und negative Beschäftigungseffekte im gleichen Unternehmen bzw. am gleichen Standort realisieren. Der Blick auf die Standortentwicklung ist für die Abschätzung der Entwicklung der Wirtschaftsregion Baden-Württemberg und insbesondere einzelner Landkreise von besonderer Bedeutung.

Unsere Modellrechnung ermöglicht eine spezifische Analyse der besonders betroffenen, vom **Antriebsstrang abhängigen Produktionswerke** in Baden-Württemberg. Hier arbeiteten 2016 ca. 70.000 Beschäftigte.

	Beschäftigte im Antriebsstrang 2016	Antriebsstrang BAU 2030		Antriebsstrang Progressiv 2030	
Fade-out antriebsstrangabhängige Produktion	69.600	-7.100	-10,2%	-32.300	-46,4%
Produktivität und Low-Cost-Country-Strategie		-11.600		-6.800	
Entwicklung ohne Fade-in		-18.700	-26,9%	-39.100	-56,2%
Fade-in-Potenziale Produktion		5.000		7.900	
Gesamtbilanz der Effekte	69.600	-13.700	-19,7%	-31.200	-44,8%

Beschäftigungseffekte Elektromobilität in den vom Antriebsstrang abhängigen Produktionswerken

Im Business-as-usual-Szenario werden durch den Wegfall der Verbrennungsmotor-Komponenten (Fade-out) ca. 7.100 Beschäftigte (-10 %) negativ betroffen sein. Wenn auch die für Produktionswerke zu erwartenden Produktivitätssteigerungen und Standortverschiebungen in Low-Cost-Countries (LCC) berücksichtigt werden, können insgesamt 18.700 Beschäftigte negativ betroffen sein. Das sind fast 27 % der 2016 in antriebsstrangabhängigen Produktionswerken beschäftigten Mitarbeiter. Selbst wenn es gelingen würde, alle in Baden-Württemberg gefertigten neuen Elektromobilitätskomponenten (Fade-in-Effekte) in den bisher vom Antriebsstrang abhängigen Produktionswerken zu fertigen, sind doch ca. 20 % der Beschäftigten negativ betroffen. Damit wird klar, dass selbst im Business-as-usual-Szenario große Anstrengungen aller Branchenakteure notwendig werden, um den Transformationsprozess für möglichst viele Standorte und Beschäftigte zu meistern.

Im progressiven Szenario ist im Durchschnitt fast jeder zweite Beschäftigte der antriebsstrangabhängigen Produktionswerke betroffen (46 %, inkl. Produktivitätseffekten 56 %). Insgesamt wären 39.100 Beschäftigte in Baden-Württemberg vom Fade-out der Verbrennungsmotortechnologie negativ betroffen, während ca. 7.900 neue Arbeitsplätze durch die neuen Elektrokomponenten entstehen könnten. Der Strukturwandel stellt diese Produktionswerke vor enorme Herausforderungen. Hier sind außerordentliche Anstrengungen aller Branchenakteure notwendig, um für möglichst viele Produktionswerke im Antriebsstrang eine nachhaltige Entwicklungsperspektive zu sichern.

3. Unsere Analyse zeigt, dass die **FuE-Beschäftigten** der Branche die zweitgrößte Gruppe der durch Transformation Betroffenen darstellen. Im progressiven Szenario könnten bis zu 3.700 bisherige Arbeitsplätze durch den Transformationsprozess zur Elektromobilität wegfallen. Die Detailanalyse zeigt, dass in diesem Bereich zusätzlich ca. 2.600 Beschäftigte für neue Aufgaben qualifiziert werden müssen, damit der Beschäftigungsabbau nicht noch höher ausfällt. In dieser quantitativen Schätzung wurde nicht berücksichtigt, dass sich mit der Digitalisierung des PKW neue vielfältige Aufgaben für die Forschungs- und Entwicklungsbereiche ergeben werden. Damit diese Verschiebung des Aufgaben- und Entwicklungsgebietes so weit wie möglich mit den aktuell beschäftigten Mitarbeitern realisiert werden kann, sind umfangreiche Qualifizierungskonzepte erforderlich, die ca. 10–15 % der über 70.000 FuE-Beschäftigten erreichen können. Diese Herausforderung muss angenommen werden, um die Stärke Baden-Württembergs als Standort industrieller Innovationen (s. u.) zu erhalten!

Die mögliche Entwicklung in den baden-württembergischen Produktionswerken verdeutlicht die Voraussetzungen für eine gelungene Transformation zur Elektromobilität: Die Unternehmensstrategien müssen um Konzepte zur nachhaltigen Entwicklung der betroffenen Standorte ergänzt werden, damit möglichst viele neue Komponenten in den betroffenen Produktionswerken angesiedelt werden können. Damit dieser Prozess durch industriepolitische Maßnahmen unterstützt werden kann, sind diese auf die spezifischen Anforderungen der baden-württembergischen Standorte und nicht allein auf Unternehmen auszurichten. Insgesamt müssen selbst im Business-as-usual-Szenario über 18.000 Beschäftigte für neue Aufgaben im Unternehmen oder außerhalb des Unternehmens qualifiziert werden. Hierzu sind überbetriebliche Qualifizierungskonzepte und zusätzlich arbeitsmarktpolitische Instrumente notwendig, die über Kurzarbeitskonzepte und geregelte Rentenübergänge verhindern, dass ein erheblicher Anteil der Betroffenen in die Arbeitslosigkeit entlassen wird.

Die Szenariorechnung zeigt, dass die konkrete Gefährdung eines vom Antriebsstrang abhängigen Produktionswerkes von mehreren Rahmenbedingungen abhängt. Nachhaltige Standortstrategien können sich an diesen Gefährdungs- und Chancenparametern orientieren.



Weiter wurde untersucht, wie sich der Transformationsprozess zur Elektromobilität auf die wirtschaftlichen Kernkompetenzen Baden-Württembergs auswirken kann. Die wirtschaftliche Stärke Baden-Württembergs stützt sich seit Jahren zunehmend auf eine besonders ausgeprägte industrielle Innovationsleistung: In Baden-Württemberg werden 42,9 % der Wertschöpfung in wissensintensiven Wirtschaftssegmenten generiert. Damit übertrifft das Land alle Vergleichswerte der weltweit erfolgreichsten industriellen Wirtschaftsregionen. Dabei können 22 % der Wertschöpfung im Produktionssektor dem wissensintensiven Bereich zugeordnet werden – das ist fast doppelt so hoch wie der deutsche Durchschnitt. Davon kommen allein 15 Prozentpunkte aus den Branchen Fahrzeugbau und Maschinenbau. Auch bei den klassischen Innovationskennziffern belegt Baden-Württemberg eine Spitzenposition. Bei den Inputfaktoren, wie FuE-Intensität der Wirtschaft, ebenso wie bei den Outputfaktoren, wie Patente pro Erwerbstätigen oder Anteil der Beschäftigten in wissensintensiven Branchen, schneidet Baden-Württemberg seit Jahren jeweils als beste Vergleichsregion ab. 2015 lag die FuE-Intensität – der Anteil der Innovationsausgaben am Umsatz des Unternehmenssektors – in Baden-Württemberg mit 4,9 % fast doppelt so hoch wie der Bundesdurchschnitt (2,9 %) und der EU28-Durchschnitt (2,0 %).

Diese Daten verdeutlichen, dass sich das baden-württembergische Innovationscluster auf Innovationen im Umfeld der industriellen Produktion spezialisiert hat und dabei weltweit eine führende Position einnimmt. Die nachhaltige Entwicklung der Wirtschaftskraft des Landes wird wesentlich davon abhängen, wie diese spezifische Stärke weiterentwickelt werden kann. Hier kann der Transformationsprozess zur Elektromobilität trotz möglicher negativer Beschäftigungseffekte wichtige Impulse zur Weiterentwicklung des baden-württembergischen Clusters für industrielle Innovation liefern. Voraussetzung dafür ist, dass die notwendigen Rahmenbedingungen für dieses Erfolgsmodell von allen Akteuren erkannt und weiterentwickelt werden. Die Unternehmen müssen sich weiterhin zu diesem industriellen Innovationscluster bekennen. Trotz weiterer Schritte zur Internationalisierung der Produktionsnetzwerke müssen sie zum Erhalt des Innovationsverbunds aus Produktion sowie Forschung und Entwicklung beitragen, um ihre Zukunft zu sichern. Gerade für die Neuentwicklung der neuen Elektromobilitätskomponenten ist ein umfassendes Produktions- und Prozesswissen notwendig. Ergänzend können Hochschulen, Universitäten und weitere Forschungseinrichtungen diesen Wandlungsprozess unterstützen und mit vorantreiben. Darüber hinaus helfen neue Bildungs- und Studienkonzepte dabei, dass Fachkräfte für die Weiterentwicklung des industriellen Innovationsclusters verfügbar sind.

Baden-Württemberg muss zum Leitmarkt und Leitanbieter für eine nachhaltige Mobilität und damit zum Vorreiter für den Transformationsprozess zur Elektromobilität werden. Dies kann nur gelingen, wenn sich die Unternehmens- und Standortstrategien, gepaart mit dem Veränderungswillen der Beschäftigten und der Unterstützung aus Politik und Wissenschaft, an diesem Entwicklungsziel ausrichten. Dabei kann die Sicherung einer nachhaltigen Beschäftigungsperspektive der betroffenen Mitarbeiter ein wichtiges Element zur Überwindung von Veränderungshemmnissen werden. Denn nicht die Transformation zur Elektromobilität selbst, sondern verpasste Gestaltungschancen bei deren aktiver Weiterentwicklung können die wirtschaftliche Stärke Baden-Württembergs gefährden.

5. Fazit und Handlungsempfehlungen

Baden-Württemberg verfügt über ein komplettes Automobilcluster, das neben international bedeutenden OEM und weltweit operierenden Zulieferern auch viele weltmarktbeherrschende Ausrüster aus dem Maschinen- und Anlagenbau beheimatet. Rund 470.000 Beschäftigte sind dem Cluster zuzuordnen, das seine Leistungs- und internationale Wettbewerbsfähigkeit insbesondere aus industriellen Innovationen schöpft.

Der sich abzeichnende Transformationsprozess der Automobilindustrie – getrieben durch Elektromobilität und Digitalisierung – ist deshalb nicht nur eine Frage der ökologischen Notwendigkeit. Vielmehr kann die industrielle Stärke Baden-Württembergs durch eine gelungene Transformation weiter ausgebaut werden, während ein verpasster Umstieg auf die neuen Technologien sich schnell negativ auf die Industriestruktur und den Wohlstand des Landes auswirken könnte.

Die Klimaschutzpolitische Einordnung beider Szenarien hat die Notwendigkeit gezeigt, den Marktdurchdringungsprozess für alternative Antriebstechnologien über die im Szenario Business-as-usual dargestellte Entwicklung hinaus zu beschleunigen. Denn auch wenn beide Szenarien die Klimaziele 2030 erreichen, ist mit Blick auf die langsamen Umwälzungsprozesse im Bestand ein frühzeitig höherer Elektrifizierungsgrad anzustreben, um die Treibhausgasneutralität 2050 erreichen zu können. Dies setzt sowohl hohe Marktanteile elektrischer Antriebe als auch deutliche Veränderungen der derzeitigen Mobilität voraus. Damit sind negative Beschäftigungseffekte im baden-württembergischen Automobilcluster verbunden, die bezogen auf die gesamte Branche moderat ausfallen. Allerdings sind insbesondere in den auf den Antriebsstrang spezialisierten Produktionswerken 25 bis 50 % der Arbeitsplätze betroffen. Die erfolgreiche Bewältigung dieser Transformation erfordert deshalb eine gemeinsame Anstrengung von Politik, Wirtschaft und Beschäftigten. Handlungsoptionen bestehen dabei insbesondere in drei Feldern.

I. Leitmarkt nachhaltige Mobilität Baden-Württemberg

Förderung einer beschleunigten Marktdurchdringung alternativer Antriebsarten. Vorgeschlagen werden hier Maßnahmen zum Ausbau der Ladeinfrastruktur, Öffentlichkeitsarbeit zur Unterstützung CO₂-bewussten Mobilitätsverhaltens und Finanzierungshilfen für Schnellumsteiger zur Elektromobilität.

II. Leitanbieter nachhaltige Mobilität Baden-Württemberg

Sicherung und Ausbau der Wertschöpfung im Transformationsprozess. Hier geht es um den Ausbau eines vollständigen Wertschöpfungsclusters des elektrischen Antriebsstranges, um die Förderung von neuen Batterietechnologien und um Unterstützungskonzepte für nachhaltige Standortentwicklungen.

III. Kompetenz- und Innovationscluster Elektromobilität Baden-Württemberg

Sicherung und Ausbau der Beschäftigung für den technologischen Wandel. Hier werden spezifische Aufbaustudiengänge für FuE-Beschäftigte und Qualifizierungsangebote für Produktionsbeschäftigte vorgeschlagen sowie weitere Maßnahmen zur Förderung der digitalen Kompetenzen und arbeitsmarktpolitische Instrumente zur Bewältigung des Transformationsprozesses vorgestellt.

Impressum

Herausgeber

e-mobil BW GmbH – Landesagentur für neue
Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg

Autoren

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. –
Institut für Fahrzeugkonzepte:
Benjamin Frieske, Bent van den Adel

IMU Institut GmbH:
Dr. Martin Schwarz-Kocher, Sylvia Stieler

BridgingIT GmbH:
Andreas Schnabel, Dr. Reha Tözün

Redaktion und Koordination der Studie

e-mobil BW GmbH
Isabell Knüttgen, Dr. Wolfgang Fischer

Layout/Satz/Illustration

markentrieb
Die Kraft für Marketing und Vertrieb

Fotos

Umschlag: MichaelUtech/istockphoto
Die Quellenachweise aller weiteren Bilder befinden
sich auf der jeweiligen Seite.

Auslieferung und Vertrieb

e-mobil BW GmbH
Leuschnerstraße 45
70176 Stuttgart
Telefon +49 711 892385-0
Fax +49 711 892385-49
info@e-mobilbw.de
www.e-mobilbw.de

Februar 2019

© Copyright liegt bei den Herausgebern

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Für die Richtigkeit der Herstellerangaben wird keine Gewähr übernommen.



www.e-mobilbw.de

e-mobil BW GmbH

Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und
Automotive Baden-Württemberg

Leuschnerstraße 45 | 70176 Stuttgart

Telefon +49 711 892385-0 | Fax +49 711 892385-49

info@e-mobilbw.de