

# **ELAB 2.0**

## **WIRKUNGEN DER FAHRZEUGELEKTRIFIZIERUNG AUF DIE BESCHÄFTIGUNG AM STANDORT DEUTSCHLAND**

Vorabbericht, 04.06.2018

Hinweis: Aufgrund des Studienaufbaus sind Rückschlüsse auf die Beschäftigungseffekte einzelner Unternehmen und einzelner Standorte nicht möglich. Die Werte für den Standort Deutschland sind eine Hochrechnung auf Basis der untersuchten Technikumfänge und Daten der Projektpartner. Ein etwaiger Unterschied zwischen Automobilproduktion und Motorenproduktion in Deutschland sowie Beschäftigungseffekte durch Bezüge von Komponenten aus dem europäischen Ausland sind nicht berücksichtigt.





# **ELAB 2.0 WIRKUNGEN DER FAHRZEUGELEKTRIFIZIERUNG AUF DIE BESCHÄFTIGUNG AM STANDORT DEUTSCHLAND**

Vorabbericht, 04.06.2018

**Prof. Dr.-Ing. Prof. e. h. Wilhelm Bauer, Prof. Dr.-Ing. Oliver Riedel, Dr.-Ing. Florian Herrmann,  
Daniel Borrmann, Carolina Sachs**

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO  
in Stuttgart.

**Matthias Klötzke**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) - Institut für Fahrzeugkonzepte  
in Stuttgart

Projektpartner:

**BMW Group, Daimler AG, IG Metall, MAHLE International GmbH, Robert Bosch GmbH,  
Schaeffler AG, Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), Volkswagen AG, ZF Friedrichshafen AG**

# Inhalt

Kernbotschaften .....	1
1 Hintergrund, Motivation und Zielstellung.....	2
2 Methodisches Vorgehen und Rahmenbedingungen .....	3
3 Wesentliche Ergebnisse und Implikationen für den Standort Deutschland .....	5
4 Handlungsfelder und Handlungsempfehlungen.....	9

## Kernbotschaften

-----  
Kernbotschaften  
-----

Aus den Ergebnissen und Erkenntnissen des Projekts ELAB 2.0 lassen sich die folgenden zentralen Botschaften ableiten:

1. Durch die Umsetzung einer vorausschauenden Strategie kann die Elektrifizierung des Antriebsstrangs ein Beispiel eines erfolgreichen Strukturwandels sein, sozial, ökologisch und ökonomisch.
2. Die Auswirkungen der Elektrifizierung der Antriebe auf die Beschäftigung werden erheblich sein. Insbesondere ist dabei auch eine mögliche Verlagerung von Prozessen der Wertschöpfungskette aus Deutschland heraus zu bedenken.
3. Bei der Einordnung der ermittelten Auswirkungen in den Verlauf eines herausfordernden Strukturwandels der Branche sind beispielsweise mit Produktivitätssteigerungen über den Zeitverlauf noch weitere Größen zu berücksichtigen.
4. Da die von den Auswirkungen Betroffenen sehr unterschiedlich sind, wie beispielsweise OEM, spezialisierte Zulieferer, breiter aufgestellte Zulieferer, Betriebe, Standorte und v.a. regionale Cluster, ist die Politik auf allen Ebenen gefordert, frühzeitig Gegenstrategien zu entwickeln und Innovationsblockaden zu vermeiden.

# 1 Hintergrund, Motivation und Zielstellung

Die Automobilindustrie steht vor einer nie dagewesenen Transformation. Die Verbreitung des automatisierten Fahrens oder der Sharing-Economy sowie viele weitere Entwicklungen bedeuten große Auswirkungen technischer, ökonomischer und sozialer Art für die Fahrzeughersteller und die -zulieferer. Zwei Megatrends stellen konkrete Herausforderungen für die Beschäftigung dar und führen zu sehr großer Unsicherheit: Zum einen ist dies die **Dekarbonisierung**, das heißt die festgesetzten CO<sub>2</sub>-Ziele sowie die daraus resultierende Elektrifizierung der Antriebe. Hinzu kommen Einflüsse auf die Produktionszahlen in Europa infolge der **Globalisierung**. So führt die Marktsättigung in Europa zu einer Stagnation der dortigen Fertigungsmengen, während es durch die zunehmende Lokalisierung in wachsenden Märkten wie Indien oder China nicht von steigenden Produktionszahlen profitieren kann.

Als eine Konsequenz aus den beiden genannten Trends werden unter anderem die Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Automobilindustrie durch mehrere unterschiedliche Effekte beeinflusst. Zum einen kommt es zu einer **Verschiebung von Marktanteilen** zwischen den verschiedenen Antriebsstrang-Technologien: Produzierte Volumina der auf dem Verbrennungsmotor beruhenden Komponenten und Antriebsstränge (ICE) gehen zurück, während jene zunehmen, die auf elektrischen Antrieben und Traktionsbatterien basieren (BEV). Gleichzeitig muss davon ausgegangen werden, dass speziell **in Europa** auf Grund der Marktsättigung die **Produktionszahlen** in den kommenden Jahren **tendenziell stagnieren** werden. Hinzu kommt der Druck auf deutsche Standorte durch den Wettbewerb mit Niedriglohnländern.

Erste Analysen der **Wirkungen der Elektrifizierung des Antriebsstrangs auf eine idealtypische Antriebsstrangproduktion** erfolgten im **Projekt ELAB 1.0** (2010-2012). Bei den damaligen Projektarbeiten lag der Fokus auf einem Aggregatwerk und waren verschiedene **Absatzszenarien** zugrunde gelegt. Diese umfassten unter anderem ein Referenzszenario (gemäß damaligen Prognosen zu erwartende Anteile unterschiedlicher Antriebsstränge am Absatz), ein BEV-Szenario (stärkere Verbreitung von BEV im Vergleich zur Referenz) sowie ein ICE-Szenario. **Ergebnis** des Projekts ELAB 1.0 war, dass **keine negativen Auswirkungen** auf die Beschäftigung resultieren würden. Dies lag zum einen an der zum damaligen Zeitpunkt vertretenen Annahme, dass insbesondere **Hybridkonzepte** einen erheblichen Anteil an den jeweiligen Hochlaufszszenarien ausmachen würden. Zum anderen lag der Betrachtungsfokus des Projekts auf den Herstellungs- und Montageprozessen in einem **Endmontagewerk**, sodass vorgelagerte Wertschöpfungsstufen bei den Zulieferunternehmen nicht berücksichtigt wurden.

Die Ergebnisse aus ELAB 1.0 bedürfen heute einer Überarbeitung. Denn einerseits sind damalige **Annahmen** mittlerweile **nicht mehr oder nur noch teilweise gültig** und müssen angepasst werden und andererseits haben sich **Rahmenbedingungen verändert**. So ist etwa auch im gemäß heutigen Prognosen aktualisierten Referenzfall davon auszugehen, dass sich BEV stärker und PHEV (Plug-In-Hybride) weniger verbreiten, als dies bei ELAB 1.0 unterstellt wurde.

Im Projekt ELAB 2.0 werden nun nicht nur für ein Aggregatwerk, sondern **sowohl für Automobilhersteller (OEM) als auch weitest möglich für TIER1- und TIER2-Zulieferer** sowie für weitere Akteure die Konsequenzen der oben genannten Trends und Entwicklungen bei aktualisierten Annahmen und Rahmenbedingungen untersucht. Dies geschieht mittels Abschätzung der **Technologieeffekte ohne und mit Berücksichtigung von Produktivitätssteigerungen**. Untersuchungsgegenstand ist dabei wieder die Herstellung von Antriebssträngen. Vor- und nachgelagerte Prozesse gehören nur im jeweils beschriebenen Umfang bzw. gar nicht zum Betrachtungsraum - im Gegensatz zu anderen aktuellen Studien, die die gesamte Automobilindustrie im Blick haben. Ausgehend von den quantitativen Resultaten werden im Rahmen des Projektes Empfehlungen zum Umgang mit Konsequenzen und Auswirkungen ausgearbeitet.

## 2 Methodisches Vorgehen und Rahmenbedingungen

Für die Ermittlung der Beschäftigungsveränderungen durch die Elektromobilität basiert das methodische Vorgehen, analog zum Projekt ELAB 1.0, auf ausgewählten Modellbausteinen und damit verbundenen Referenzannahmen. Zur Quantifizierung der Beschäftigungsveränderungen wird im Gegensatz zu Top-Down-Studien, die auf statistischen Daten basieren, ein sogenannter **Bottom-Up-Ansatz** gewählt: Ausgehend von der Bauteil- und Komponentenebene werden mit Hilfe der Projektpartner die Personalbedarfe innerhalb der einzelnen Komponentenbereiche ermittelt und zu den Personalbedarfen auf System- bzw. Antriebsstrang-Topologie aggregiert. Den Modellrechnungen liegt zwecks **Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit** der gesammelten Daten und daraus resultierender Ergebnisse die Annahme zugrunde, dass eine fixe Ausbringungsmenge von **1 Million Antriebssträngen** produziert wird. Die Komponenten lassen sich drei Antriebsstrang-Typen zuordnen, die nach aktuellem Wissensstand im Betrachtungszeitraum die größte Bedeutung für die Projektpartner bei **»Passenger Cars« mit 2-Rad-Frontantrieb im C-Segment** haben:

- **ICE** (umfasst Benzin- und Dieselantriebe sowie deren Mild-Hybrid-Varianten - MHEV) mit 4-Zylinder-ICE mit 100 kW, Automatikgetriebe, 48-V-Startergenerator, Batterie mit 0,7 kWh ( $\cong$  48-V-Batterie; keine elektrische Reichweite), DC/DC-Wandler,
- **PHEV** (einschließlich HEV) mit 4-Zylinder-Benzin-ICE mit 100 kW, Hybridgetriebe mit Elektrischer Maschine (synchron) mit 75 kW als Ein-Motor-Konzept (paralleler Hybrid), Batterie mit 10 kWh und Thermomanagement (50 km elektrische Reichweite), DC/DC-Wandler,
- **BEV** mit Elektrischer Maschine (synchron) mit 100 kW und Getriebe als Ein-Motor-Konzept (Zentralmotor), Batterie mit 60 kWh (400 km Reichweite), DC/DC-Wandler.

Der Auswahl der Komponenten lagen die Forderungen zugrunde, dass sich Veränderungen beim Personalbedarf eindeutig der Elektrifizierung des Antriebsstrangs zuordnen lassen und dass die zugehörigen Prozesse von den Projektpartnern auch untersucht werden können. Unter anderem deswegen **nicht berücksichtigt** sind die **Herstellung der Magnete für die Elektrische Maschine** und **der Zellen für die Traktionsbatterie**. Die Zuordnung der ausgewählten Komponenten zu den Antriebssträngen ergibt die in Abbildung 1 dargestellte Matrix. Für möglichst detailgetreue Resultate ist der ICE unterteilt in Benzin- und Dieselantrieb sowie je in die Mild-Hybrid-Variante (MHEV).

Zuordnung der betrachteten Komponenten zu den repräsentativen Antriebssträngen

	ICE Benzin	ICE-Periph. Benzin	ICE Diesel	ICE-Periph. Diesel	Automatikgetriebe	Hybridgetriebe	Elektrische Maschine	Traktionsbatterie	Leistungselektronik
ICE Benzin (100 kW ICE, Peripherie, Automatikgetriebe)	X	X			X				
ICE Benzin MHEV (wie oben + 0,7 kWh Batterie, DC/DC-Wandler)	X	X			X			X*	X
ICE Diesel (100 kW ICE, Peripherie, Automatikgetriebe)			X	X	X				
ICE Diesel MHEV (wie oben + 0,7 kWh Batterie, DC/DC-Wandler)			X	X	X			X*	X
PHEV (100 kW ICE, 75 kW E-Motor, 10 kWh Batterie, DC/DC-Wandler)	X	X				X		X**	X
BEV (100 kW E-Motor, 60 kWh Batterie, DC/DC-Wandler)							X	X	X

\* 10% / \*\* 70% des Personalbedarfs für die Herstellung einer Traktionsbatterie mit 60 kWh angenommen

Abbildung 1: Zuordnung der betrachteten Komponenten zu den Antriebssträngen

Obenstehende Abbildung 1 zeigt auch eine hier zwecks Vereinfachung getroffene Annahme. So muss der Personalbedarf für die **Herstellung einer Batterie mit 0,7 kWh bzw. 10 kWh** nicht separat erhoben werden, sondern er lässt sich berechnen als **10% bzw. 70% des Personalbedarfs für die Herstellung einer Batterie mit 60 kWh**.

Bedingt durch die Zusammensetzung der Projektpartner und deren jeweiliger Position in der deutschen Automobilindustrie konnten im Gegensatz zum Projekt ELAB 1.0 insbesondere für die konventionellen Komponenten sowohl **Daten auf Ebene von OEM als auch aus vorgelagerten Bereichen** der jeweiligen Wertschöpfungsketten erhoben werden. Abbildung 2 fasst die Herkunft der Daten je Komponente zusammen.

Komponente	ICE	ICE-Peripherie	Automatikgetriebe	Hybridgetriebe (einschl. El. Maschine)	El. Maschine (einschl. Getriebe, ohne Magnete)	Traktionsbatterie (ohne Zellen)	Leistungselektronik
Personalbedarf aus Sicht der	OEM, TIER1- und TIER2-Zulieferer						»ELAB 1.0«

Abbildung 2: Herkunft der Daten zu den verschiedenen Komponenten

Bei den Betrachtungen ausgeschlossen ist nicht nur die Herstellung von Magneten und Zellen (siehe oben), sondern auch von Zukauf- und von Normteilen. Ausgehend von diesem Umstand und vom Einblick der Projektpartner in die Wertschöpfungsketten der betrachteten Komponenten kann in Prozent abgeschätzt werden, welchen Anteilen der Beschäftigung in der betrachteten Wertschöpfungskette die analysierten Umfänge entsprechen. Die Prozentzahl, der **analysierte Anteil der Beschäftigung in der betrachteten Wertschöpfungskette (WSK)**, stellt einen Richtwert dar, für wie viele Beschäftigte auf Basis der geltenden Prämissen die später getroffenen Aussagen gelten. Dank der Kompetenzen und Erfahrungen der Projektpartner gelingt es, für die meisten Komponenten die betrachtete Wertschöpfungskette zu teilweise deutlich über 50% zu analysieren. Nur für die ICE-Peripherie beträgt der analysierte Anteil der betrachteten Wertschöpfungskette lediglich ein Viertel (vgl. Abbildung 3).

Komponente	ICE	ICE-Peripherie	Automatikgetriebe	Hybridgetriebe (einschl. El. Maschine)	El. Maschine (einschl. Getriebe, ohne Magnete)	Traktionsbatterie (ohne Zellen)	Leistungselektronik
Analys. Anteil der Beschäftigung in der jeweils betr. WSK	60%	25%	75%	75%	85%	70%	55%

Abbildung 3: Analysierter Anteil der Beschäftigung in der je Komponente betrachteten Wertschöpfungskette

Durch Verknüpfung der erhobenen Personalbedarfe mit definierten Szenarien können Gesamtaussagen zu den Veränderungen der Beschäftigung in den im Projekt betrachteten Wertschöpfungsketten erfolgen. Die **Szenarien** bilden hier zwecks Darstellung der Beschäftigungssituation in Deutschland die Verhältnisse in der **Antriebsstrangproduktion** ab und nicht beim Absatz. Sie sind inspiriert vom Benchmark-Ansatz der EU-Kommission zur CO<sub>2</sub>-Zielerreichung, von breiten Einfahr- oder Zulassungsverboten für ICE sowie von weiteren gesetzlichen Verschärfungen. Ergänzend zur Betrachtung der **Effekte durch Technologieveränderungen** (Elektrifizierung des Antriebsstrangs) erfolgt außerdem eine Betrachtung der Effekte durch **Produktivitätssteigerungen**. Dabei wird, basierend auf Erfahrungswerten der beteiligten Projektpartner, davon ausgegangen, dass bei den **konventionellen Komponenten** eine Produktivitätssteigerung von **2% p.a.** ggn. 2016 und bei den **neuen Komponenten** eine Produktivitätssteigerung von **3% p.a.** ggn. 2016 über den Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2030 eintreten wird.

### 3 Wesentliche Ergebnisse und Implikationen für den Standort Deutschland

Als Referenz-Zeitpunkt für die Datenerhebung gilt das Jahr 2016, da zu Beginn des Projekts ELAB 2.0 im Jahr 2017 noch keine vollumfänglich belastbaren Daten für spätere Zeitpunkte verfügbar waren. Die ermittelten Netto-Personalbedarfe für das Jahr 2016 für den je Komponente analysierten Anteil der Beschäftigung in der betrachteten Wertschöpfungskette und für den Fahrzeugeinbau zeigt Abbildung 4. Die Bedarfe umfassen Direkte, Produktionsnahe-indirekte und Indirekte Mitarbeiter.

Gesamt- <b>Netto</b> -Personalbedarfe in <b>2016</b> für die <b>Herstellung</b> von	Analys. Anteil der Beschäftigung in der jeweils betr. WSK	Beschäftigte bei	
		250.000 Stück/a	1.000.000 Stück/a
ICE Benzin (4 Zylinder, 100 kW)	60%	~ <b>1.140</b>	~ <b>3.990</b>
ICE Diesel (4 Zylinder, 100 kW)	60%	~ <b>1.150</b>	~ <b>4.030</b>
ICE-Peripherie Benzin (4 Zylinder, 100 kW)	25%	~ <b>630</b>	~ <b>2.100</b>
ICE-Peripherie Diesel (4 Zylinder, 100 kW)	25%	~ <b>1.030</b>	~ <b>3.380</b>
Automatikgetriebe (Doppelkupplung, 6 Gänge)	75%	~ <b>940</b>	~ <b>3.360</b>
Hybridgetriebe (Doppelkupplung, 6 Gänge) einschließlich Elektrischer Maschine (synchron, 75 kW)	75%	~ <b>1.230</b>	~ <b>4.420</b>
Elektrische Maschine (synchron, 100 kW) einschl. Getriebe, ohne Magnete (nicht in betrachteter WSK)	85%	~ <b>530</b>	~ <b>1.840</b>
Traktionsbatterie (60 kWh) ohne Zellen (nicht in betrachteter WSK)	70%	~ <b>350</b>	~ <b>1.320</b>
Leistungselektronik	55%	~ <b>120</b>	~ <b>420</b>
Fahrzeugeinbau bei	ICE	~ <b>270</b>	~ <b>900</b>
	PHEV	~ <b>430</b>	~ <b>1.450</b>
	BEV	~ <b>210</b>	~ <b>680</b>

Abbildung 4: Personalbedarfe für die Komponentenherstellung bei analysiertem Anteil der Beschäftigung in der jeweils betrachteten WSK sowie für den Fahrzeugeinbau im Jahr 2016 (netto)

In obenstehender Abbildung 4 ist erneut kenntlich gemacht, dass bei der Traktionsbatterie die Herstellung der Zellen nicht zur betrachteten Wertschöpfungskette zählt. Der Grund dafür ist, dass im Jahr 2016 eine Zellherstellung deutscher Hersteller nicht vorhanden und auch nicht in Aussicht war. Auch bei ihrer Berücksichtigung wären allerdings keine besonders großen Beschäftigungseffekte zu erwarten, da in der Zellherstellung in der Regel ein sehr hoher Automatisierungsgrad vorherrscht.

Im Vergleich zu den im Rahmen des Projekts ELAB 1.0 aufgestellten Annahmen werden heute andere Entwicklungen erwartet. Diese bestehen etwa darin, dass sich bis zum Jahr 2030 Stückzahlen weg von ICE verschieben und zwar in eingeschränktem Umfang hin zu PHEV und in bedeutendem Umfang hin zu BEV. Auf Grundlage dessen werden nachfolgend drei Szenarien aufgestellt, die die Verteilung produzierter Stückzahlen auf die repräsentativen Antriebsstränge abbilden. Stets ist dabei der **in Gesamteuropa produzierte Antriebsstrangmix in 2016** die Ausgangsbasis (hauptsächlich auf den Ebenen OEM, TIER1, TIER2). Prämisse für den betrachteten Produktionsmix ist der gesamteuropäische Absatzmarkt (Kontinentaleuropa), hier Normierung auf 1 Million Antriebsstränge, mit den Stützjahren 2025 und 2030. Für das Jahr **2017** ergeben sich so

**2% PHEV- und 1% BEV-Anteil.** Die Szenarien stellen jeweils eine Zusammenfassung dar. Die Entwicklung in einzelnen Segmenten und Märkten kann unterschiedlich sein.

-----  
 Wesentliche Ergebnisse und  
 Implikationen für den Standort  
 Deutschland  
 -----

Im **Szenario 1** wird ausgegangen von einem moderaten Anstieg des PHEV-Anteils über 10% im Jahr 2025 auf 15% im Jahr 2030 sowie von einem ebenfalls moderaten Anstieg des BEV-Anteils über 15% im Jahr 2025 auf 25% im Jahr 2030. Dies entspricht näherungsweise dem Benchmark-Ansatz der EU-Kommission zur CO<sub>2</sub>-Zielerreichung. Im **Szenario 2** wird ausgegangen von einem stärkeren Anstieg des PHEV-Anteils über 10% im Jahr 2025 auf 20% im Jahr 2030 und von einem deutlich stärkeren Anstieg des BEV-Anteils über 20% im Jahr 2025 auf 40% im Jahr 2030. Dies könnte eintreten bei breiten Einfahr- oder Zulassungsverboten für ICE. Im **Szenario 3** wird ausgegangen von einem sehr moderaten Anstieg des PHEV-Anteils auf 10% im Jahr 2025, der gleich bleibt bis zum Jahr 2030, und von einem sehr starken Anstieg des BEV-Anteils über 40% im Jahr 2025 auf 80% im Jahr 2030. Dies ist ein extremes Szenario, das durch weitere gesetzliche Verschärfungen eintreten könnte. Voraussetzung wäre, wie auch für Szenario 2, eine Stärkung der Belastbarkeit der Verteilnetze insbesondere im urbanen Raum sowie eine Erhöhung der Akzeptanz seitens der Kunden. Die Szenarien sind visualisiert in Abbildung 5.

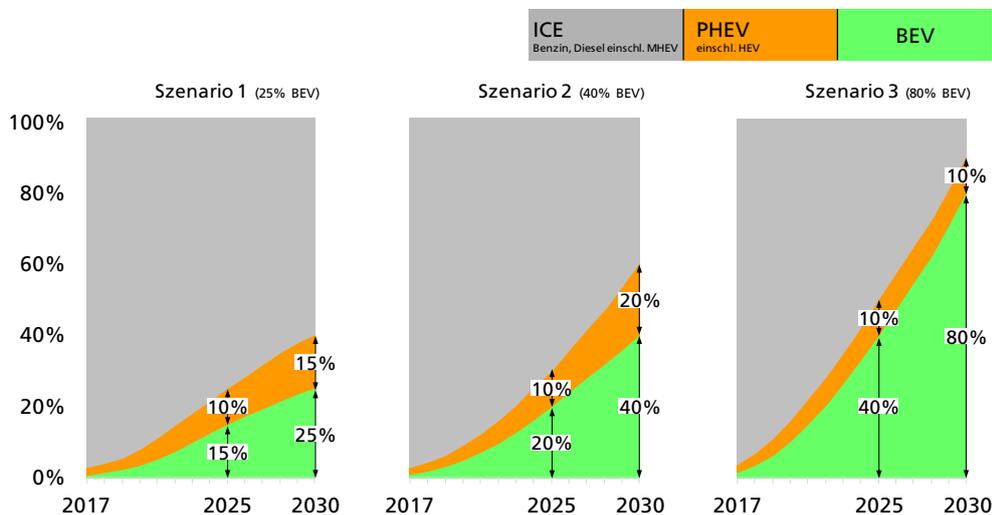


Abbildung 5: Im Projekt ELAB 2.0 zugrunde gelegte Szenarien

Werden die ermittelten Netto-Personalbedarfe aus Abbildung 4 unter Anwendung der projekt-eigenen Methodik kombiniert mit den Szenarien aus Abbildung 5, ergeben sich die Personalbedarf-**Saldo-Effekte**. Dabei handelt es sich um die **Brutto-Werte** im betrachteten Umfang **für 1 Million Antriebsstränge** über alle analysierten Komponenten. Abbildung 6 zeigt die Saldo-Effekte **bei Szenario 1, 2 und 3** isoliert infolge des technologischen Wandels als auch in Kombination mit Produktivitätssteigerungen. Außerdem veranschaulicht Abbildung 6 die **Baseline der Produktivitätssteigerungen** - die Effekte durch Produktivitätssteigerungen angewendet auf eine ab dem Jahr 2017 konstant bleibende Verteilung produzierter Stückzahlen auf die repräsentativen Antriebsstränge über den gesamten Betrachtungszeitraum (2% PHEV- und 1% BEV-Anteil).

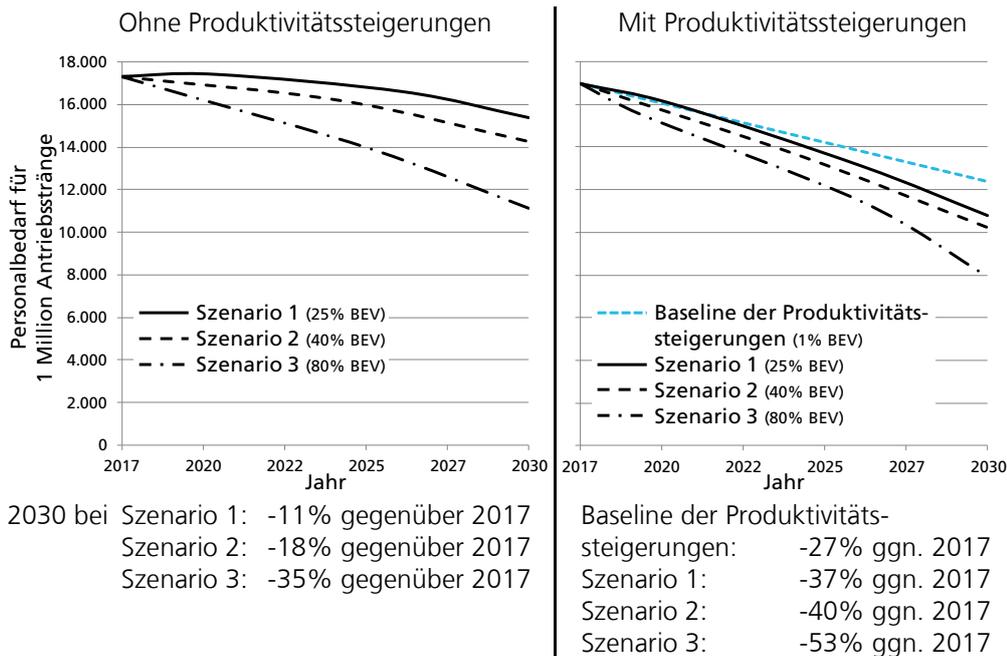


Abbildung 6: Personalbedarf-Saldo-Effekte bei den betrachteten Szenarien und einer ab dem Jahr 2017 konstant bleibenden Stückzahlen-Verteilung (brutto)

Die Veränderungen der Personalbedarfe zu den Stützjahren 2025 und 2030 bei Szenario 1, 2 und 3 sowie bei der Baseline der Produktivitätssteigerungen - bezogen auf den Gesamt-Bedarf im Jahr 2017 und unterteilt nach Antriebssträngen - in Abbildung 7 angegeben.

Personalbedarf-Veränderungen zu Stützjahren bezogen auf den Gesamt-Bedarf im Jahr 2017		Ohne Produktivitätssteigerungen		Mit Produktivitätssteigerungen	
		2025	2030	2025	2030
Baseline der Produktivitätssteigerungen (1% BEV)	ICE			-14%	-23%
	PHEV BEV			-2% -1%	-3% -1%
	<b>Saldo</b>			<b>-17%</b>	<b>-27%</b>
Szenario 1 (25% BEV)	ICE	-17%	-26%	-29%	-43%
	PHEV BEV	+7% +3%	+10% +5%	+4% +2%	+4% +2%
	<b>Saldo</b>	<b>-7%</b>	<b>-11%</b>	<b>-23%</b>	<b>-37%</b>
Szenario 2 (40% BEV)	ICE	-22%	-44%	-33%	-56%
	PHEV BEV	+8% +5%	+15% +11%	+5% +4%	+9% +7%
	<b>Saldo</b>	<b>-9%</b>	<b>-18%</b>	<b>-24%</b>	<b>-40%</b>
Szenario 3 (80% BEV)	ICE	-37%	-65%	-45%	-71%
	PHEV BEV	+7% +10%	+7% +23%	+4% +8%	+3% +15%
	<b>Saldo</b>	<b>-20%</b>	<b>-35%</b>	<b>-33%</b>	<b>-53%</b>

Abbildung 7: Veränderungen der Personalbedarfe je Antriebsstrang bezogen auf den Gesamt-Bedarf im Jahr 2017

Obenstehende Abbildung 6 zeigt links, dass unter den gegebenen Prämissen der Rückgang des Gesamt-Personalbedarfs bei Szenario 1 bereits erheblich, aber geringer als bei Szenario 2 und 3 ist. Dies erklärt sich durch den geringeren Rückgang des Bedarfs für die ICE, während für die PHEV und die BEV neue Bedarfe entstehen (siehe Abbildung 7 mittlere Spalten). Eine wesentliche Schlussfolgerung hieraus ist, dass die Auswirkungen alleine der Technologieeffekte bedingt durch die Elektrifizierung bereits sehr herausfordernd sind. In Kombination mit Produktivitätssteigerungen werden die zu erwartenden Beschäftigungseffekte jedoch voraussichtlich so stark ausgeprägt sein (siehe Abbildung 7 rechts), dass begleitend gezielte qualifikations- und beschäftigungspolitische sowie struktur- und regionalpolitische Maßnahmen erforderlich sein werden.

-----  
Wesentliche Ergebnisse und  
Implikationen für den Standort  
Deutschland  
-----

Nachfolgend sind einzelne Kontext-relevante Aspekte beschrieben, die unter anderem auf den quantitativen Analysen basieren:

- Eine Abnahme des Personalbedarfs infolge des Wechsels zum elektrischen Antriebsstrang bzw. zu neuen Komponenten ist höchst wahrscheinlich. Nicht einmal bei Szenario 1, in dem eine vergleichsweise moderate Diffusion der elektrischen Antriebstechnologien angenommen ist, gelingt eine vollständige Kompensation des zurückgegangenen Personalbedarfs durch die generell beschäftigungsintensiven PHEV.
- Der niedrige Anteil der Beschäftigung in der betrachteten Wertschöpfungskette bei »ICE-Peripherie« (25%) ist von sehr großer Bedeutung. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit zunehmender Elektrifizierung der Antriebsstränge hin zu rein elektrischen Antriebskonzepten ein noch wesentlich stärkerer Rückgang der Personalbedarfe bei Herstellern von Produktumfängen für den konventionellen Antriebsstrang eintritt - wesentlich getrieben unter anderem durch den Wettbewerb mit Ländern mit niedrigen Lohnkosten, der die Anspannung für deutsche Standorte noch weiter erhöht.
- Die ermittelten Ergebnisse haben für spezialisierte Tätigkeiten eine größere Bedeutung als bei Betrachtung der ganzen Branche oder einer übergeordneten Systemebene. Insbesondere, wenn ein Rückgang von Stückzahlen und Umsatz zur Schließung von dedizierten Betriebsteilen, Standorten oder ganzen Betrieben führt oder einen Technologiebruch in monostrukturellen Industrieregionen nach sich zieht, können die Auswirkungen durchaus gravierend sein.

## 4 Handlungsfelder und Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse, die im voranstehenden Kapitel 3 ausgewiesen sind, lassen bereits für den Bereich der Herstellung von Antriebssträngen deutliche bis gravierende Veränderungen des Personalbedarfs sichtbar werden. Dabei ist bei Betrachtung und Evaluation der Saldo-Effekte in Abbildung 6 und in Abbildung 7 stets zu berücksichtigen, dass diese auf der **Annahme einer vollständigen Hebung** der mit PHEV- und BEV-Komponenten verbundenen Personalbedarf-Potenziale in Deutschland beruhen. Findet ein Teil der PHEV- und BEV-Wertschöpfung im Ausland statt, verringern sich die Personalbedarf-Potenziale in Deutschland entsprechend.

Bei Betrachtung von Abbildung 7 wird deutlich, dass bei Szenario 1 und 2 teilweise beträchtliche **positive Effekte durch PHEV** generiert werden, die den Personalbedarf-Rückgang dämpfen. Die hier getroffenen Annahmen werden allerdings ggf. wesentlich beeinflusst durch eine geänderte Gesetzgebung.<sup>1</sup> Die genannten positiven Effekte hängen demnach maßgeblich von der konkreten **Berücksichtigung der PHEV bei der Ausgestaltung der Regulierung** der EU-Kommission ab. Ähnliches gilt für eine **Anrechnung alternativer Kraftstoffe** (Autogas, Erdgas, Biokraftstoffe, Synthetische Kraftstoffe) oder einer weiteren **Optimierung des Verbrennungsmotors**. Ferner kann davon ausgegangen werden, dass die globale Entwicklung der Absatzzahlen und damit der Produktionsvolumina dem Rückgang des Personalbedarfs entgegenwirkt. Diese Annahme wird an dieser Stelle allerdings nicht weiterverfolgt, da bei ELAB 2.0 eine normierte Ermittlung erfolgt ohne Vermischung mit globalen Effekten (erhobene Daten und Auswertungen beziehen sich auf 1 Million Antriebsstränge als fixe Ausbringungsmenge etc.). Auch durch eine **Erschließung neuer Technologien** als zukünftige Kernkompetenz in der Automobilindustrie in Deutschland kann unter Umständen ein Beitrag zum Erhalt von Wertschöpfung und Beschäftigung vor Ort gelingen. Beispiele in diesem Zusammenhang könnten die Zellherstellung, das autonome Fahren oder Mobilitätsdienstleistungen sein. Generell hilfreich bei der Erschließung neuer Technologien ist die **Innovationsförderung**, die Verbesserung der Rahmenbedingungen für deutsche Standorte sowie die Verfügbarkeit von **Venture Capital**.

In Abbildung 6 sind die ermittelten Rückgänge des Personalbedarfs dargestellt. Sie basieren auf den **analysierten Anteilen der Beschäftigung in der betrachteten Wertschöpfungskette** je Komponente aus Abbildung 3 und Abbildung 4 sowie auf der fixen Ausbringungsmenge von **1 Million Antriebssträngen**. Ausgehend von diesen Annahmen ergibt sich der in Abbildung 6 im Jahr 2017 ersichtliche Personalbedarf in Höhe von **ca. 17.000 Beschäftigten**. Selbige Abbildung zeigt bis zum Jahr 2030 ohne Produktivitätssteigerungen einen Rückgang des Personalbedarfs bei Szenario 1 von ca. 2.000, bei Szenario 2 von ca. 3.000 und bei Szenario 3 von ca. 6.000 Beschäftigten. Mit Berücksichtigung zu erwartender Produktivitätssteigerungen zeigt Abbildung 6 bis zum Jahr 2030 einen Rückgang des Personalbedarfs bei Szenario 1 von ca. 6.000, bei Szenario 2 von ca. 7.000 und bei Szenario 3 von ca. 9.000 Beschäftigten.

Im Anschluss erfolgen Berechnungen unter der Annahme, dass sich auf Basis der in Abbildung 3 genannten Anteile auch die gesamte betrachtete Wertschöpfungskette je Komponente analysieren lässt. Wird demnach je Komponente der analysierte Anteil der Beschäftigung in der betrachteten Wertschöpfungskette ausgehend von der vorliegenden Bandbreite von 25% bis 85% **hochskaliert auf hypothetische 100%**, ergibt sich auf Basis der fixen Ausbringungsmenge von **1 Million Antriebssträngen** ein Personalbedarf für das Jahr 2017 in Höhe von **ca. 36.000 Beschäftigten**. Werden diesen die Saldo-Effekte aus Abbildung 7 zugrunde gelegt, folgt bis zum Jahr 2030 ohne Produk-

<sup>1</sup> Gemäß Sensitivitätsanalysen im Rahmen des Projekts nimmt der Rückgang des Personalbedarfs, wenn im Szenario 1 in 2030 der Anteil der BEV zu Lasten der PHEV von 25% um 5% auf 30% angehoben wird, um nicht einmal weitere 2% zu, während eine Anhebung des BEV-Anteils im Szenario 1 in 2030 um 10% auf 35% einen um über 8% stärkeren Rückgang des Personalbedarfs nach sich zieht.

tivitätssteigerungen ein Rückgang des Personalbedarfs bei Szenario 1 von ca. 4.000, bei Szenario 2 von ca. 6.000 und bei Szenario 3 von ca. 13.000 Beschäftigten. Mit Berücksichtigung zu erwartender Produktivitätssteigerungen folgt bei der hier getroffenen Annahme bis Jahr 2030 ein Rückgang des Personalbedarfs bei Szenario 1 von ca. 13.000, bei Szenario 2 von ca. 14.000 und bei Szenario 3 von ca. 19.000 Beschäftigten.

-----  
Handlungsfelder und  
Handlungsempfehlungen  
-----

Im Anschluss erfolgen Berechnungen unter der Annahme, dass mit Hilfe der im Rahmen von ELAB 2.0 erhobenen Daten auch Rückschlüsse auf die Beschäftigung ohne und mit Berücksichtigung zu erwartender Produktivitätssteigerungen in der gesamten Herstellung von Antriebssträngen in ganz Deutschland möglich sind. Sind die analysierten Anteile der Beschäftigung in der betrachteten Wertschöpfungskette **hochskaliert auf hypothetische 100%**, werden die angestrebten Rückschlüsse durch Anpassung der fixen Ausbringungsmenge möglich. Hierfür herangezogen werden die ca. **5,75 Millionen Antriebsstränge**, die gemäß Angabe des VDA zum 29.03.2018 der Anzahl der **in Deutschland im Jahr 2016 hergestellten Fahrzeuge** entsprechen. Damit hochskaliert ergibt sich der Personalbedarf in der Herstellung von Antriebssträngen für das Jahr 2017 zu **ca. 210.000 Beschäftigten**. Werden diesen ebenfalls die Saldo-Effekte aus Abbildung 7 zugrunde gelegt, folgt bis zum Jahr 2030 ohne Produktivitätssteigerungen ein Rückgang des Personalbedarfs bei Szenario 1 von ca. 23.000, bei Szenario 2 von ca. 37.000 und bei Szenario 3 von ca. 72.000 Beschäftigten. Mit Berücksichtigung zu erwartender Produktivitätssteigerungen folgt bei den hier getroffenen Annahmen bis zum Jahr 2030 ein Rückgang des Personalbedarfs bei Szenario 1 von ca. 76.000, bei Szenario 2 von ca. 82.000 und bei Szenario 3 von ca. 109.000 Beschäftigten.

Bezogen auf die gesamte deutsche Volkswirtschaft mit über 44 Millionen Beschäftigten gemäß Angabe des Statistischen Bundesamtes zum 01.06.2018 erscheinen die genannten Zahlen zwar durchaus handhabbar. Mit Fokus auf die Automobilindustrie mit knapp 840.000 Beschäftigten gemäß Angabe des Statistischen Bundesamtes zum 01.06.2018 deuten sich aber bereits deutliche Herausforderungen an. Dies gilt umso mehr, wenn auch die mindestens ebenso zahlreichen Beschäftigten, die durch die Automobilindustrie zusätzlich induziert sind, ebenfalls zu den Betroffenen gezählt werden. **Auf Standortebene** und in monostrukturellen Industrieregionen können die **Herausforderungen schließlich gravierend** sein. Des Weiteren sind die Auswirkungen ungleich verteilt zwischen Standorten und ggf. auch zwischen Branchen und Regionen. So wird beispielsweise am Standort eines Werks für ICE-Komponenten ein vollständiger Erhalt der Beschäftigung beim Wechsel zu BEV-Komponenten nicht realisierbar sein. Verdeutlicht werden kann dies unter anderem an Hand von Teilen für die Versorgung der ICE mit Kraftstoff oder zur Abgasabführung von ihr. Beides ist bei BEV nicht mehr erforderlich. Davon betroffen sind nicht nur diejenigen, die direkt an den genannten oder vergleichbaren Teilen arbeiten. Es ergeben sich auch volkswirtschaftliche Auswirkungen, wie ein Verlust von Kaufkraft in der Region. In solchen Fällen wird besonders großer Handlungsbedarf gegeben sein, etwa in Form von **regionalen Industriekonzepten** oder (industrie-)politischen Initiativen. Diese sind frühzeitig zu initiieren. Insbesondere in Kombination mit Produktivitätssteigerungen werden die Technologieeffekte aber auch an großen, robusten Standorten oder sogar auf Gesamtebene erheblich ausfallen und weitere umfangreiche Maßnahmen erforderlich machen. Denn nach derzeitigem Erkenntnisstand bieten Aufgaben in anderen Sektoren - wie etwa der Ladeinfrastrukturausbau oder Energiedienstleistungen - zwar neue Arbeitsplätze, jedoch keinen vollständigen Ersatz für überflüssig gewordene Beschäftigung. Daher bedarf es eines Dialogs mit Politik und Anspruchsgruppen, um Handlungsfelder konkret auszuarbeiten.

Zur Bewältigung der bevorstehenden Umwälzungen wird neben der Umsetzung unternehmensinterner Programme des »Transformations-Managements«, die maßgeblich in Großunternehmen bereits begonnen haben, politische Unterstützung erforderlich sein. Bei einer Vielzahl von **klein- und mittelständischen Unternehmen** (KMU) bestehen aufgrund ihrer Größe und Entfernung zum OEM in der Wertschöpfungskette **erhebliche Wissenslücken** hinsichtlich der zu erwartenden Entwicklung der Elektromobilität.

Werden diese Lücken rechtzeitig adressiert, erhöhen sich die Chancen für die Unternehmen in vorgelagerten Stufen der Lieferkette, neue Geschäftspotenziale auszuschöpfen und ihre Position am Markt zu sichern. Beispiele für erfolgreiche Unterstützungsmaßnahmen durch die Politik sind die Programme zur **Förderung und Höherqualifizierung von KMU**. Die Schwerpunkte liegen dabei auf Maßnahmen zur optimierten Informationsversorgung der KMU sowie zur Vernetzung mit anderen KMU und wissenschaftlichen Institutionen, auf einem Zugang zu Produktionslaboren und -einrichtungen sowie auf Programmen zur Schulung von Mitarbeitern auf Mittelmanagement- und operativer Ebene. Diese Ansätze sollten ausgebaut werden.

Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs wird die Beschäftigung nicht nur in quantitativer Hinsicht beeinflussen, sondern für die Herstellung gewisser Komponenten auch die **Kompetenzanforderungen verändern**. Selbst für »gängige« Tätigkeiten bzw. für »gängige« Komponenten können veränderte Kompetenzprofile entstehen. Überdies bedürfen die »neuen« Komponenten der rechtzeitigen Planung einer Strategie zum Ausbau der erforderlichen Kompetenzen. Hierfür sollten Maßnahmen zur **Weiter- und Neuqualifizierung** der Belegschaft im Unternehmen oder bei externen Institutionen in Betracht gezogen werden. Es ist davon auszugehen, dass die Akquise gewisser Kompetenzen nur durch die Einstellung neuer Mitarbeitender und nicht mittels Umschulungen realisierbar sein wird. Gleichzeitig zu beachten ist, dass diverse **Qualifizierungen für »neue« Komponenten** bereits benötigt werden, während **konventionelle Komponenten weiterhin herzustellen** sind. Für den Ausbau der erforderlichen Kompetenzen für die Elektromobilität können **Roadmaps auf unternehmensinterner Ebene** erstellt werden. Mit deren Hilfe werden eine kritische Bewertung des IST-Qualifikationsstands, eine Priorisierung der Qualifizierungsinhalte sowie Entscheidungen darüber möglich, ob die Weiter-/Neuqualifizierung »on the job«, im Unternehmen, aber nicht »on the job«, oder extern stattfinden muss.

Der Erhalt der Beschäftigung in der Automobilindustrie wird eine **Veränderungsbereitschaft der Belegschaft** erfordern. Dies kann auch Umqualifizierungsmaßnahmen umfassen. Gegebenenfalls müssen neue, flexiblere Arbeitszeitmodelle entstehen, um eine arbeitspolitisch gerechte Transformation vom konventionellen hin zum elektrischen Antriebsstrang sicherzustellen. Mitarbeiter, deren Tätigkeit vom Wandel maßgeblich betroffen ist, sollten über Folgen des Wandels auf ihrem beruflichen Pfad sowie die verfügbaren Optionen zur Neuqualifizierung informiert und sensibilisiert werden.

Zusätzlich zu den oben berechneten 210.000 Beschäftigten im Bereich der **Herstellung von Antriebssträngen** sind von den Technologieeffekten auch viele derjenigen betroffen, die **an anderen Teilen des Gesamtfahrzeugs** arbeiten, etwa am Fahrwerk oder an der Karosserie. Die Auswirkungen erreichen zudem über die Herstellung hinaus unter anderem Personal sowohl **entlang des gesamten Produktlebenszyklus'** einschließlich Entwicklung und Homologation als auch aus dem Service und der Wartung und Instandhaltung sowie bei Händlern und Werkstätten als auch in angrenzenden Tätigkeitsfeldern wie Vertrieb und Verwaltung. Ferner hängen zahlreiche Stellen indirekt von der Automobilindustrie ab, sodass der tatsächliche Umfang der hier geschilderten Effekte in der gesamten Volkswirtschaft auch um ein Mehrfaches größer sein könnte.

Werden die genannten Vorschläge und Empfehlungen aufgegriffen, kann der Wechsel zu den »neuen« Komponenten gelingen. Für den notwendigen Transformationsprozess sind aber im Betrachtungszeitraum der Studie die **notwendigen Rahmenbedingungen** zu schaffen. Dies betrifft auch die EU-Ebene und dort etwa die Berücksichtigung der PHEV bei der Ausgestaltung der Regulierung der EU-Kommission. Ferner müssen **ausreichende zeitliche, materielle und intellektuelle Ressourcen** zur Verfügung stehen, um die strukturellen Veränderungen zu ermöglichen. Nur dann kann der bevorstehende **Strukturwandel in der Automobilindustrie erfolgreich** verlaufen. Weiterführende Details, Erkenntnisse und Empfehlungen sind dem Abschlussbericht zum Projekt zu entnehmen. Vertiefende Betrachtungen bedürfen weiterer Studien.