

## Synthese und Handlungsempfehlungen zu Beschäftigungseffekten nachhaltiger Mobilität

Arbeitspapier aus AP6 und AP7 des Projektes:

Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität:  
Eine systemische Analyse der Perspektiven in  
Deutschland bis 2035

Karlsruhe, 21.2.2020

**M-Five GmbH**

**Mobility, Futures, Innovation, Economics**

Bahnhofstr. 46, 76137 Karlsruhe

Dr. Wolfgang Schade

Wissenschaftliche Leitung

Tel: +49 721 82481890

[wolfgang.schade@m-five.de](mailto:wolfgang.schade@m-five.de)

[www.m-five.de](http://www.m-five.de)

© M-Five 2020

**Bearbeitung durch:**

M-Five GmbH Mobility, Futures, Innovation,  
Economics, Karlsruhe

M.A. Daniel Berthold

M.Sc. Simon Mader

Dr. Wolfgang Schade

Dr. Christian Scherf

M.A. Udo Wagner

Fraunhofer Institut für System- und Innovations-  
forschung (ISI)

Dipl.-Phys. Luisa Sievers

M.Sc. Anna Grimm

Dr. Claus Doll

**Vorgeschlagene Zitierweise:**

Schade W., Berthold D., Doll C., Grimm A., Mader S., Scherf C., Sievers L., Wagner U. (2020): *Synthese und Handlungsempfehlungen zu Beschäftigungseffekten nachhaltiger Mobilität*. Arbeitspapier im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Karlsruhe.

*Diese Veröffentlichung entstand im Rahmen des von der Hans-Böckler-Stiftung geförderten Projekts „[Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität](#)“ (Projekt-Nr. 2016-974-1):*

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	9
2	Die Szenarien nachhaltiger Mobilität.....	11
3	Beschäftigungswirkung aus regionaler Sicht.....	16
3.1	Methodik.....	16
3.2	Regionale Beschäftigungseffekte.....	19
3.2.1	Beschäftigungseffekte im Szenario E-Straße 2035 (ES-35).....	20
3.2.2	Beschäftigungseffekte im Szenario Multimodalität 2035 (MM-35).....	25
3.2.3	Tabellarischer Vergleich der Kreise mit den stärksten Veränderungen.....	32
3.2.4	Haupttreiber der Beschäftigungsentwicklung.....	38
3.3	Methodische Reflexion.....	39
3.4	Fazit der regionalen Analyse.....	40
4	Beschäftigungswirkung aus sektoraler Sicht.....	42
4.1	Methodik.....	42
4.2	Ergebnisse der sektoralen Analyse.....	44
4.3	Methodische Reflexion.....	50
4.4	Fazit der sektoralen Analyse.....	51
5	Wachstums- und Beschäftigungswirkung.....	54
5.1	Methodik.....	54
5.2	Ergebnisse der dynamischen, gesamtwirtschaftlichen Analyse.....	57
5.2.1	Gesamtwirtschaftliche Wirkungen.....	57
5.2.2	Wirkungen auf die Beschäftigung.....	65
5.3	Methodische Reflexion.....	72
5.4	Fazit der gesamtwirtschaftlichen Analyse.....	73
6	Synthese der Beschäftigungswirkungen.....	76
6.1	Vergleich der absoluten Beschäftigungswirkung.....	76
6.2	Regionale Beschäftigungsänderungen.....	84
6.3	Sektorale Beschäftigungsänderungen.....	88
6.4	Gesamtwirtschaftliche Dynamik in der Beschäftigung.....	93

---

6.5	Fazit.....	98
6.5.1	Ökonomische Dimension.....	98
6.5.2	Ökologische Dimension.....	100
6.5.3	Soziale Dimension.....	101
6.5.4	Resilienz und Generationengerechtigkeit.....	103
6.5.5	Methodische Diskussion.....	104
6.5.6	Diskussion der forschungsleitenden Hypothesen des Projektes.....	106
7	Handlungsempfehlungen.....	108
7.1	Industriepolitik und Digitalisierung.....	108
7.2	Arbeitsmarktpolitik.....	117
Referenzen	.....	123

## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1-1:	Zusammenhang der Arbeitspakete und Arbeitspapiere / Berichte des Projektes .....	10
Abbildung 2-1:	Verkehrsmittelanteile der Szenarien (Bezug Verkehrsleistung).....	13
Abbildung 2-2:	Reduktion der kumulierten Treibhausgasemission aus dem Personenverkehr gegenüber dem Niveau aus 2018 (links), kumulierte THG-Emission aus Personenverkehr (rechts).....	14
Abbildung 3-1:	Input-Daten für die Regionaldatenbank Mobilität (RE-MOB).....	16
Abbildung 3-2:	Fortschreibung der Eckwerte und Ableitung von räumlichen Beschäftigungseffekten – Top-down Ansatz über Raumtypen.....	19
Abbildung 3-3:	Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung im Szenario ES-35 inkl. Güterverkehr und KEP-Dienste .....	21
Abbildung 3-4:	Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung im Szenario ES-35 ohne Güterverkehr und KEP-Dienste.....	23
Abbildung 3-5:	Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung im Szenario MM-35 ohne Güterverkehr und KEP-Dienste.....	26
Abbildung 3-6:	Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung im Szenario MM-35 inkl. Güterverkehr und KEP-Dienste .....	30
Abbildung 4-1:	Schematische Darstellung der deutschen Input-Output Tabelle.....	43
Abbildung 4-2:	Beschäftigungseffekte durch den Strukturwandel im Mobilitätssektor: Abweichung ES-35 und MM-35 von Status Quo absolut in VZÄ (linke Achse) und relativ in % (rechte Achse). .....	46
Abbildung 4-3:	Beschäftigungseffekte durch den Strukturwandel im Mobilitätssektor: Absolute Abweichung zwischen Szenarien und Status quo unterteilt nach Anforderungsniveau, Arbeitszeit und Geschlecht.....	49
Abbildung 5-1:	Module des dynamischen, gesamtwirtschaftlichen Modells ASTRA-HBS und Szenario-Inputs .....	55
Abbildung 5-2:	Modellierung des makroökonomischen Kreislaufs im Makro-Modell von ASTRA-HBS.....	56
Abbildung 5-3:	Ablauf der Modellierung der Personenverkehrsnachfrage .....	56
Abbildung 5-4:	Veränderung der jährlichen Investitionen für Personenverkehr in den Szenarien gegen REF-2015 (ohne Pkw) .....	58

Abbildung 5-5:	Veränderung der kumulierten Investitionen für Personenverkehr in den Szenarien gegen REF-2015 (ohne Pkw) .....	59
Abbildung 5-6:	Veränderung von BIP und Zahl der Erwerbstätigen (VZÄ) in den Szenarien gegen 2018 .....	61
Abbildung 5-7:	Veränderung des Konsums insgesamt und für den Verkehr in den Szenarien gegen 2018 .....	62
Abbildung 5-8:	Veränderung der Konsumausgaben für Verkehrsdienstleistungen und PKW-Versicherungen in den Szenarien gegen 2018 .....	63
Abbildung 5-9:	Veränderung der Staatseinnahmen aus Verkehr in den Szenarien gegen 2018 .....	64
Abbildung 5-10:	Entwicklung der Einnahmen aus der CO <sub>2</sub> -Bepreisung .....	65
Abbildung 5-11:	Veränderung der Beschäftigung in den Hauptsektoren in beiden Szenarien gegen 2018 .....	67
Abbildung 6-1:	Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung (ohne Güterverkehr und KEP-Dienste) in der Mobilität in den gegenüber REF-15 .....	84
Abbildung 6-2:	Veränderung der Beschäftigung in der Herstellung konventioneller PKW-Komponenten in den Szenarien ES-35 und MM-35 gegenüber REF-15	85
Abbildung 6-3:	Entwicklung der im Projekt identifizierten Standorte für zukünftige Produktion e-mobiler Komponenten oder PKW .....	87
Abbildung 6-4:	Beschäftigungseffekte durch den Strukturwandel im Mobilitätssektor: Abweichung ES-35 und MM-35 von Status Quo absolut in VZÄ in Verkehrsrelevanten Bereichen.....	90
Abbildung 6-5:	Veränderung der Erwerbstätigen in Sektoren mit Verkehrsbezug in ES-35 gegen REF-2018 .....	95
Abbildung 6-6:	Veränderung der Erwerbstätigen in Sektoren mit Verkehrsbezug in MM-35 gegen REF-2018 .....	96
Abbildung 7-1:	DGB-Index Gute Arbeit.....	118

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Eckwerte der beiden Szenarien nachhaltiger Mobilität .....	12
Tabelle 2:	Beschreibung der acht Kreistypen inklusive Gliederung in automobilen Schwerpunktregionen .....	17
Tabelle 3:	Zehn Kreise mit der stärksten Beschäftigungszunahme im Szenario ES-35 .....	33
Tabelle 4:	Zehn Kreise mit der stärksten Beschäftigungsabnahme im Szenario ES-35 .....	34
Tabelle 5:	Zehn Kreise mit der stärksten Beschäftigungszunahme im Szenario MM-35 .....	35
Tabelle 6:	Zehn Kreise mit der stärksten Beschäftigungsabnahme im Szenario MM-35 .....	36
Tabelle 7:	Investitionsprogramm für Personenverkehr 2019 bis 2035 nach Bereichen .....	58
Tabelle 8:	Gesamtbeschäftigungs-Shift in den Szenarien gegenüber dem Niveau von 2015.....	68
Tabelle 9:	Änderung der Beschäftigung nach PKW-Komponente im Bottom-up Modell gegenüber dem Niveau von 2015 (REF-2015).....	70
Tabelle 10:	Änderung der Erwerbstätigkeit in Mobilitätsdienstleistungen im Bottom-up Modell von ASTRA-HBS gegenüber dem Niveau von 2015 (REF-2015)...	71
Tabelle 11:	Vergleich der Beschäftigung: regionale, sektorale, gesamtwirtschaftliche Analyse.....	80
Tabelle 12:	Synthese der Beschäftigungsentwicklung durch Umsetzung nachhaltiger Mobilität auf regionaler Ebene.....	88

## Verzeichnis der Abkürzungen

AP	Arbeitspaket
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BEV	Battery electric vehicle
BIM	Building information modeling
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DeStatis	Statistisches Bundesamt
EEV	Endenergieverbrauch
ES-35	Szenario ES-2035
EW	Einwohner
EWT	Erwerbstätige
Fzg-km	Fahrzeugkilometer
IT	Informationstechnik
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen (bis 50 bzw. 250 Mitarbeiter/innen)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MM-35	Szenario Multi-Modalität-2035
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Personenverkehr
PBefG	Personenbeförderungsgesetzes
Pkm	Personenkilometer
PtL	Power-to-liquid, strombasierte Kraftstoffe
RE-MOB	Regionaldatenbank Mobilität
REF-dyn	Dynamisches Referenzszenario bis 2035
THG	Treibhausgas(e)
Tkm	Tonnenkilometer
VZÄ	Vollzeit-Äquivalente, EWT wenn alle Vollzeit arbeiten würden

## 1 Einleitung

Im Rahmen dieses Projekts haben M-Five und das Fraunhofer ISI im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung die Auswirkungen einer Transformation der Mobilität in Deutschland im Hinblick auf die Beschäftigung untersucht.

Ziel des Gesamtvorhabens ist die Analyse der Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität in Deutschland bis 2035. Im Kern steht dabei die Quantifizierung der Beschäftigungseffekte in disaggregierter Form, d.h. (1) in regionaler Auflösung, (2) nach Wirtschaftszweigen, (3) nach Zuordnung zu verschiedenen Verkehrsträgern sowie verbundenen Industrien wie der IT-Branche, und (4) auch gesamtwirtschaftlich.

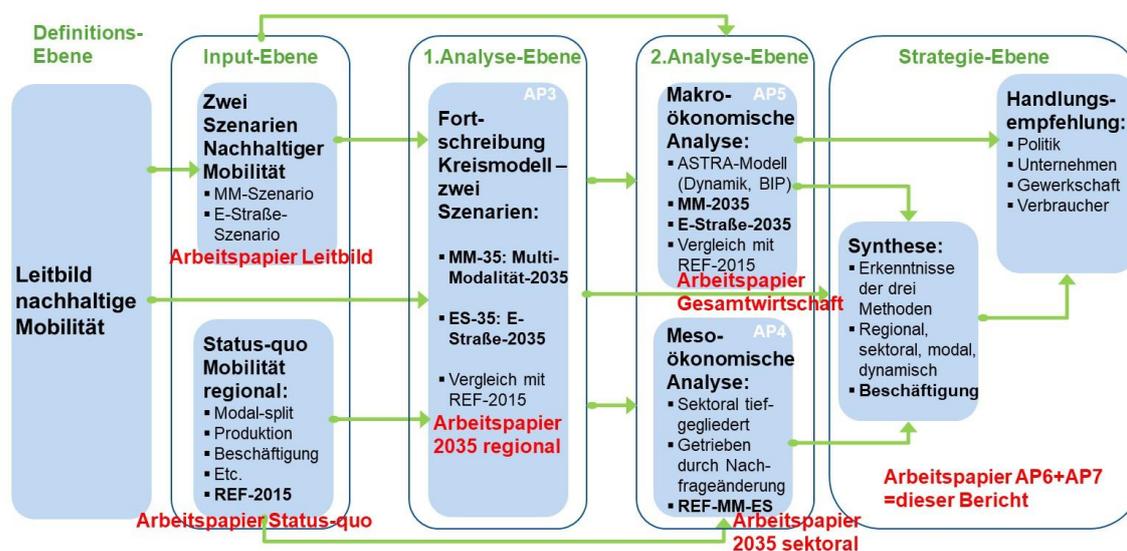
Das Gesamtvorhaben ist in sieben Arbeitspakete (AP) unterteilt (siehe Abbildung 1-1). In Arbeitspaket 1 wurden die beiden Szenarien nachhaltiger Mobilität bezeichnet als E-Straße 2035 (ES-35) und Multi-Modalität 2035 (MM-35) beschrieben und definiert. Inhalt des Arbeitspakets 2 ist die Beschreibung und Quantifizierung des Status quos der Beschäftigung und Wertschöpfung durch Mobilität in Deutschland im Jahr 2015. Dieser Bericht fasst die Ergebnisse der Modellier-Arbeitspakete (AP3, AP4, AP5) in einer Synthese zusammen (AP6) und entwickelt daraus Handlungsempfehlungen (AP7).

Arbeitspaket 3 lieferte eine Quantifizierung der für Mobilität und Beschäftigung relevanten Rahmendaten in den Szenarien. Darauf aufbauend erfolgte in AP3 die regionale Analyse der Beschäftigungswirkung nachhaltiger Mobilität auf Ebene der 402 Kreise in Deutschland. Arbeitspaket 4 analysierte die Beschäftigungswirkung der beiden Zukunftsszenarien in tiefer sektoral disaggregierter Form mit einer Analyse der erweiterten, nationalen Input-Output-Tabelle. Arbeitspaket 5 untersuchte die gesamtwirtschaftlichen Wachstums- und Beschäftigungswirkungen nachhaltiger Mobilität mit dem dynamischen Modell ASTRA-HBS.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Wir sind uns der Bedeutung von Genderaspekten bewusst auch und besonders bei Fragen zu Beschäftigung und Erwerbstätigkeit. Wir haben, um das kenntlich zu machen, im Bericht immer wieder die verschiedenen Formen für beide Geschlechter (z.B. großes Binnen-I, als /-Aufzählung), oder gelegentlich auch nur die weibliche Form genutzt. Auch dort wo dies nicht geschehen ist, sind natürlich immer alle Geschlechter gemeint.

Abbildung 1-1: Zusammenhang der Arbeitspakete und Arbeitspapiere / Berichte des Projektes



Quelle: M-Five, ISI

In vorliegender Veröffentlichung werden die Ergebnisse zur Beschäftigungswirkung nachhaltiger Mobilität aus den drei genannten Arbeitspaketen zusammengefasst und in einer Synthese zusammengeführt. Darauf aufbauend werden Handlungsempfehlungen für Politik und Wirtschaft entwickelt. Eine erste Fassung unserer Empfehlungen wurde mit dem Projektbeirat diskutiert. Die hier vorgelegten Handlungsempfehlungen wurden darauf aufbauend vom Projektteam entwickelt und spiegeln unsere Analyse wider, die nicht notwendigerweise die Beurteilung des Projektbeirates wiedergibt. Die alleinige Verantwortung für die Handlungsempfehlungen liegt somit beim Projektteam aus M-Five und Fraunhofer ISI.

Der Bericht gliedert sich in sechs Kapitel im Anschluss an diese Einleitung. Im Kapitel 2 werden die Szenarien ES-35 und MM-35 kurz rekapituliert. Danach folgt die Zusammenfassung der Ergebnisse der regionalen Analyse (Kapitel 3), der sektoralen Analyse (Kapitel 4) und der Analyse der dynamischen Wachstums- und Beschäftigungswirkungen (Kapitel 5). Daran schließt sich eine Synthese aller Erkenntnisse des Projektes an (Kapitel 6). Kapitel 7 beschließt den Bericht mit den aus der gesamthaften Analyse ableitbaren Handlungsempfehlungen für Industrie- und Arbeitsmarktpolitik.

## 2 Die Szenarien nachhaltiger Mobilität

Die Analyse der Beschäftigungsentwicklung bis 2035 erfolgte anhand von zwei Szenarien, die mit dem heutigen Zustand (2015) als sogenanntes Referenzszenario verglichen wurden. Das Referenzszenario bildet damit den Ausgangspunkt der Bewertung und basiert auf dem Zustand von Mobilität und Beschäftigung in Deutschland im Jahre 2015. Die beiden Szenarien zeigen zwei mögliche Zukünfte nachhaltiger Mobilität für das Jahr 2035 auf. Die Szenarien für 2035 sind normativ und damit nicht durch Maßnahmen getrieben. Damit lauten die drei Szenarien des Projektes:

- Referenz Szenario (**REF-2015**): verkehrliches und ökonomisches Mengengerüst für Deutschland **im Jahr 2015** (Beschreibung des Status quo).
- Szenario **Multi-Modalität-2035 (MM-35)**: Multi-Modalität mit Bahn im Fern- und Regionalverkehr intermodal und flexibel kombiniert mit dem Fahrrad und dem ÖPNV entwickelt sich zum dominierenden Verkehrsmittel im Jahr 2035.
- Szenario **E-Straße-2035 (ES-35)**: deutliche Stärkung des Umweltverbundes und Elektrifizierung des Straßenverkehrs, wodurch dieser bei zentralen Handlungsfeldern (Klima, Luftbelastung, Lärm) ebenfalls nachhaltig wird und seine dominante Rolle als Verkehrsmittel im Jahr 2035 behält.

Die beiden Szenarien „**ES-35**“ und „**MM-35**“ beziehen sich auf einen Zeitpunkt in 17 Jahren. Rückblickend entspricht dies dem Jahr 2001 in der Vergangenheit: In Deutschland waren über 5 Mio. Kraftfahrzeuge weniger zugelassen als heute,<sup>2</sup> Smartphones gab es noch nicht, die Magnetschwebbahn Transrapid fuhr im Emsland, aber nicht in China. Dies verdeutlicht das mögliche Ausmaß von Veränderungen in den kommenden 17 Jahren.

Die folgende Tabelle 1 gibt die wesentlichen Merkmale der beiden Szenarien wieder, wie sie im Diskurs mit dem Projektbeirat erarbeitet, in AP1 beschrieben (Schade et al. 2017) und zum Teil während des Projektes vertieft wurden.

---

<sup>2</sup> [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/fahrzeugklassen\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/fahrzeugklassen_node.html)

**Tabelle 1: Eckwerte der beiden Szenarien nachhaltiger Mobilität**

	Szenarien für 2035	
	Szenario E-Straße 2035 (ES-35)	Szenario Multi-Modalität 2035 (MM-35)
<b>Verkehrsleistung gesamt</b>	+ 5 %	- 15 %
<b>Verkehrsleistung MIV</b>	804 Mrd. Pkm	529 Mrd. Pkm
<b>Motorisierung</b> 2015: 550 pro 1000 Einw.	430 Pkw pro 1.000 Einwohner	300 Pkw pro 1.000 Einwohner
<b>Urbanisierung</b>	+	+++
<b>Verkehrspolitische Strategie</b>	Effizienzsteigerung aller Verkehrsmittel	Verlagerung zum Umweltverbund
<b>Multi-modalität</b>	+	+++
<b>Bereitstellung Mobilitätsdienste – IT Tool</b>	Fahrzeugbasiert	Smartphone-basiert / fahrzeugunabhängig
<b>Politische Strategie Schienenverkehr</b>	+ Maximierung Rentabilität der Bahn	+++ Maximierung modaler Anteil

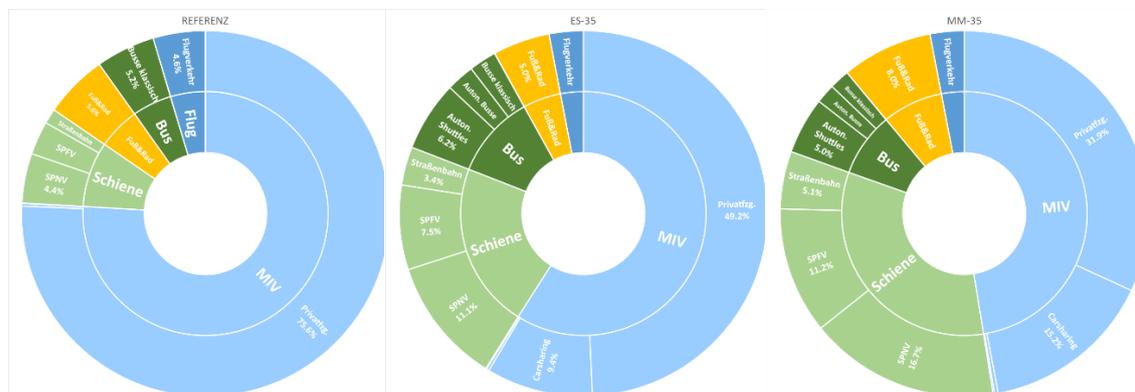
Quelle: M-Five, ISI, Projektbeirat, eigene Darstellung

Es ist mit technologischen Sprüngen, etwa in der Elektromobilität und beim automatisierten Fahren zu rechnen. Auch politische Entscheidungen zum Klimaschutz werden Auswirkungen zeigen. Die Bestandteile des Verkehrssystems werden aber im Wesentlichen dieselben sein wie heute, wenngleich sich Organisation, Anteile und Funktionen im Einzelnen deutlich verlagern können.

Der Fokus der Analysen liegt auf dem Wandel des Personenverkehrs. Der Güterverkehr wurde cursorisch mitbetrachtet, teils auch spezifisch in den Arbeitspaketen variiert, da er sowohl Kapazitäten des Verkehrssystems beansprucht, die dann nicht für den Personenverkehr zur Verfügung stehen, als auch für Beschäftigung in Produktion und Logistik sorgt. Neben dem Zielhorizont der Szenarien, dem Jahr 2035, wurde außerdem 2025 als Stützjahr betrachtet.

Die folgenden Abbildungen geben die für die Szenarien angenommenen (Veränderungen der) Verkehrsmittelanteile (Modal-split) bezogen auf die Verkehrsleistung wieder.

**Abbildung 2-1: Verkehrsmittelanteile der Szenarien (Bezug Verkehrsleistung)**



Quelle: M-Five, eigene Darstellung

Zentrale **Trends** beeinflussen beide Nachhaltigkeitsszenarien. Die demographische Entwicklung hinsichtlich der Zahl der Menschen unterscheidet sich dabei nicht zwischen dem Szenario Multi-Modalität-2035 und E-Straße-2035. Andere mit der Mobilität in Wechselwirkung stehende Trends, wie städtebauliche Entwicklung und räumliche Verteilung der Bevölkerung oder die Marktdiffusion neuer Mobilitätskonzepte (Car-, Bike-, Ride-Sharing), werden verschieden ausgeprägt sein. Beispielsweise unterstützt eine stärkere Konzentration der Bevölkerung in größeren Städten und dichtere Besiedelung das Szenario Multi-Modalität-2035 genauso wie eine schnellere und stärker ausgeprägte Entwicklung neuer Mobilitätskonzepte. Auf der anderen Seite verbessert eine forcierte Digitalisierung und Elektrifizierung der Straßenfahrzeuge die Entwicklung zu nachhaltiger Mobilität im Szenario E-Straße-2035. Damit wird die Ausprägung dieser Trends sich zwischen den Szenarien nachhaltiger Mobilität unterscheiden.

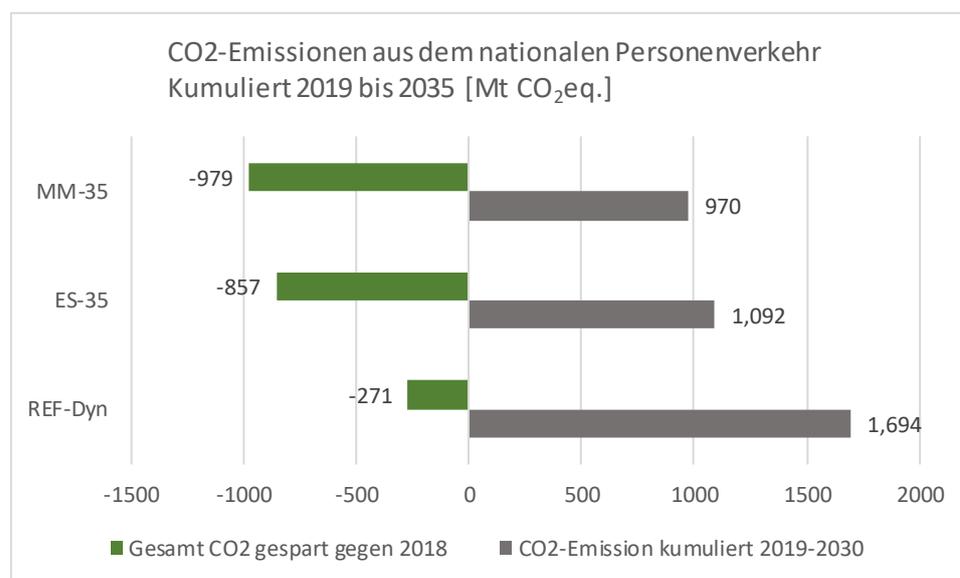
In Arbeitspaket 5 (AP5) wurde mit dem ASTRA-HBS-Modell ein Instrument genutzt, mit dem zentrale Indikatoren zur Abschätzung der Umweltwirkungen der Szenarien bewertet werden können. Diese sind die CO<sub>2</sub>-Emission und der Endenergieverbrauch (EEV) des Verkehrs. Da der Fokus der Szenarien auf dem Personenverkehr liegt, sind die Indikatoren auch nur für diesen ausgewiesen.<sup>3</sup> Für die Bewertung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde die Abgrenzung des Kyoto-Protokolls der UNFCCC genutzt, nach der Strom und Biokraftstoffe im Verkehrssektor mit Null-Emission anzusetzen sind. Deren Emissionen werden im Umwandlungssektor und bei den Raffinerien erfasst.

<sup>3</sup> Man hätte sonst auch vollständige Technologieszenarien für den Güterverkehr inklusive PtL und Bio-LNG entwickeln müssen, was aber ein eigenständiges Vorhaben bedeutet hätte.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Personenverkehrs werden bis 2035 in beiden Szenarien um über 75% reduziert gegenüber 2018 und liegen in 2035 noch bei 27 Mt CO<sub>2</sub> in ES-35 und bei 24 Mt CO<sub>2</sub> in MM-35. Das Ziel des Klimaschutzplanes der Bundesregierung bis 2030 eine Reduktion von -42% (für Personen und Güterverkehr zusammen) gegenüber 1990 zu erreichen, scheint ebenfalls übertroffen zu werden.<sup>4</sup>

Aus Klimaschutzsicht ist besonders der Budgetansatz relevant, d.h. die kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2019 bis 2035. Diese sind für den Personenverkehr in Deutschland in Abbildung 2-2 dargestellt. In einer Referenzentwicklung des ASTRA-HBS-Modells lägen die kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen bei 1,694 Mt CO<sub>2</sub>. Gegenüber einem konstanten Niveau von 2018 würden damit 271 Mt CO<sub>2</sub> eingespart. In ES-35 liegt die Einsparung gegenüber dem konstanten Wert von 2018 bei 857 Mt CO<sub>2</sub> und in MM-35 bei 979 Mt CO<sub>2</sub>. Die kumulierte CO<sub>2</sub>-Einsparung des MM-35 gegenüber ES-35 beträgt nochmals 122 Mt CO<sub>2</sub> mehr als in ES-35.

**Abbildung 2-2: Reduktion der kumulierten Treibhausgasemission aus dem Personenverkehr gegenüber dem Niveau aus 2018 (links), kumulierte THG-Emission aus Personenverkehr (rechts)**



Quelle: eigene Berechnungen M-Five, ASTRA-HBS

<sup>4</sup> Die Zielsetzung des Klimaschutzplanes erfolgte unter Berücksichtigung der Emissionen aller Sektoren, d.h. Strom im Verkehrssektor wurde bei den Zielen des Energiesektors berücksichtigt. Aus nationaler Sicht ist die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung damit vollständig. Unberücksichtigt bleiben die Upstream-Emissionen, die z.B. bei der Förderung von importierten Rohstoffen oder fossilen Energieträger in anderen Ländern entstehen. Im Rahmen einer globalen Klimapolitik, wie er durch das UNFCCC Abkommen gesetzt wurde, würden aber auch diese in den Entstehungsländern erfasst und die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung ist vollständig.

Der Rückgang des EEV im territorialen Personenverkehr fällt etwas schwächer aus als für die CO<sub>2</sub>-Emissionen. In ES-35 geht der EEV bis 2035 gegenüber 2018 um über 60% zurück und in MM-35 um über 70%. Damit tragen Effizienzverbesserungen, Elektrifizierung, Modal-shift in beiden Szenarien und zusätzlich die Reduktion der Verkehrsleistung in MM-35 zur deutlichen Reduktion des End-Energieverbrauchs im Personenverkehr bei.

## 3 Beschäftigungswirkung aus regionaler Sicht

### 3.1 Methodik

Die der regionalen Modellierung zugrundeliegenden Daten gehen auf die Analyse des Status quo unter Verwendung der von M-Five aufgebauten Regionaldatenbank Mobilität (RE-MOB) zurück (AP2, Wagner et al. 2018). Darin wurden auf Kreisebene Daten gesammelt, die einen direkten oder indirekten Mobilitätsbezug haben, beispielsweise Einwohnerzahl, Pkw-Dichte, Verkehrsleistung, Beschäftigte in verkehrsbezogenen Bereichen, Daten zum öffentlichen Verkehr, etc.

Auch Daten zu den Beschäftigten im Schienenfahrzeugbau und Kraftfahrzeugbau sind darin enthalten, welche – aufgeschlüsselt nach Komponente – aus der M-Five Unternehmensdatenbank auf Kreisebene umgelegt werden (vgl. Abbildung 3-1). Durch Fortschreibung der Rahmendaten (Einwohnerentwicklung, Verkehrsnachfrage unterschieden nach Verkehrsmittel, Pkw-Dichte) kann der künftige Bedarf an Beschäftigten in den verkehrsbezogenen Wirtschaftszweigen je Szenario bestimmt werden.

**Abbildung 3-1: Input-Daten für die Regionaldatenbank Mobilität (RE-MOB)**



Quelle: M-Five, eigene Darstellung

Aus diesem Grund werden für die Berechnung der Beschäftigungseffekte je nach Wirkungsebene unterschiedliche Annahmen getroffen und unterschiedliche

Rechenschritte für die betrachteten Verkehrsträger und für die differenzierten Kreistypen durchgeführt. Zusätzlich werden kreisspezifische Produktionsschwerpunkte der Fahrzeugproduktion berücksichtigt.

Abbildung 3-2 stellt die Berechnungsschritte der Analyse dar. Die Ermittlung des Status quo und damit des Szenarios (REF-15) beinhaltet die räumliche Analyse von Verkehrsnachfrage und Beschäftigung in der Mobilität in den 402 Kreisen, welche acht verschiedenen Kreistypen in Abhängigkeit ihrer Bevölkerungsdichte und -struktur zugeordnet sind. Die Bevölkerungsentwicklung und das Arbeitskräftepotenzial der Kreise werden anhand der BBSR-Prognose bis 2035 fortgeschrieben und stellen einen Teil der Rahmendaten für die Szenarien in 2035 dar.

Die Entwicklung der Verkehrsnachfrage wird auf der Ebene der acht Kreistypen (siehe Tabelle 2) bis 2035 fortgeschrieben und dann so auf die 402 Kreise übertragen, dass die Kreise sich gemäß der Rahmendaten unterschiedlich entwickeln, aber die mit dem Projektbeirat vereinbarten Anteile der einzelnen Verkehrsträger in den Szenarien erreicht wird.

**Tabelle 2: Beschreibung der acht Kreistypen inklusive Gliederung in automobilen Schwerpunktregionen**

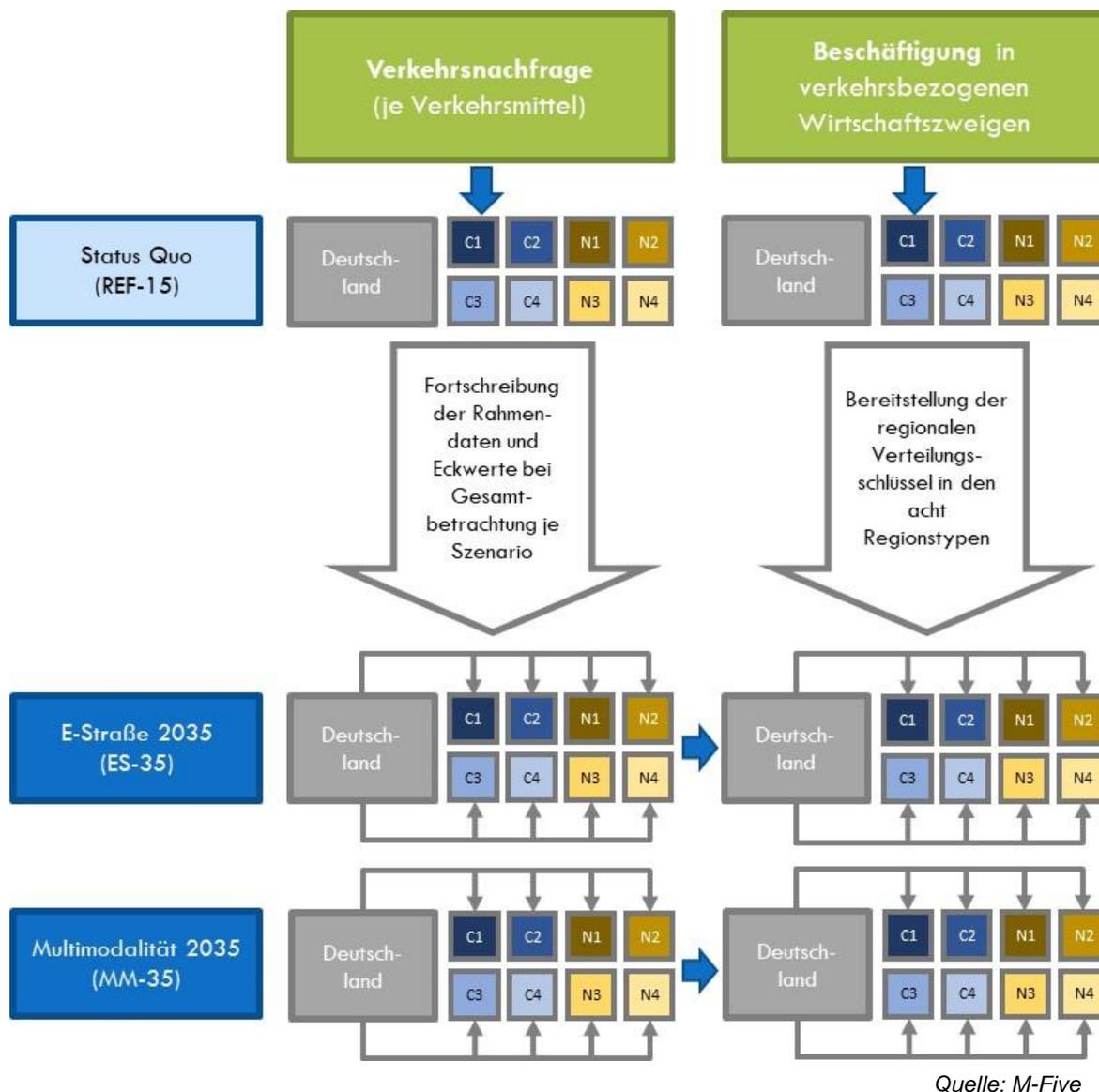
Automobilindustrie	Code	Beschreibung	Anzahl Kreise
<b>Kreise innerhalb von Schwerpunktregionen</b>	C1	Kreisfreie Großstadt in einer Schwerpunktregion	18
	C2	Städtischer Kreis in einer Schwerpunktregion	42
	C3	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen in einer Schwerpunktregion	20
	C4	Dünn besiedelter ländlicher Kreis in einer Schwerpunktregion	3
<b>Kreise außerhalb von Schwerpunktregionen</b>	N1	Kreisfreie Großstadt	48
	N2	Städtischer Kreis	95
	N3	Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen	83
	N4	Dünn besiedelter ländlicher Kreis	93

Quelle: M-Five, eigene Darstellung

Beschäftigungsindikatoren, die von der modalen Verkehrsnachfrage einer Region abhängen, (z.B. Anzahl Busfahrer, Anzahl Taxen) werden dann anhand der ermittelten kreisbezogenen Verkehrsnachfrage mittels Beschäftigungsintensitäten abgeschätzt. Dabei werden spezifische Entwicklungen der Beschäftigungsintensität berücksichtigt.

Beschäftigungsindikatoren, die nicht von der Verkehrsnachfrage abhängen, werden aus der Szenario-spezifischen Abschätzung einer Entwicklung der Gesamtbeschäftigung im Fahrzeugbau in Deutschland abgeleitet und durch Nutzung eines Verteilungsschlüssels der Beschäftigung auf die Kreise runtergebrochen. Wenn sich kein spezifischer Verteilungsschlüssel ableiten lässt, wird als Berechnungsgrundlage der Verteilungsschlüssel aus dem Status quo herangezogen. Die Gesamtbeschäftigung im Fahrzeugbau hängt dabei ab vom PKW-Absatz in Deutschland aus deutscher Produktion, dem PKW-Export aus Deutschland und dem Export von in Deutschland produzierten Fahrzeugkomponenten. Hier wurde auf eine Flottenmodellierung von M-Five zurückgegriffen.

**Abbildung 3-2: Fortschreibung der Eckwerte und Ableitung von räumlichen Beschäftigungseffekten – Top-down Ansatz über Raumtypen**



### 3.2 Regionale Beschäftigungseffekte

In diesem Kapitel werden die regionalen Beschäftigungswirkungen nachhaltiger Mobilität dargestellt. Ein Fokus liegt auf Kreisen welche eine starke Beschäftigungszu- oder -abnahme aufweisen. Hier werden auch Überlagerungseffekte der Bevölkerungsvorausberechnung mitberücksichtigt, die z.B. in geschwächten ländlichen Regionen zu Abnahmen der Bevölkerung führt. Die Betrachtung erfolgt getrennt nach den beiden Szenarien. Zu bemerken ist an dieser Stelle, dass bei der Analyse der

regionalen Beschäftigungseffekte zwar die Bevölkerungsvorausberechnungen des Statistischen Bundesamtes berücksichtigt wurden, im Falle des Szenarios MM-35 jedoch noch eine geringfügig stärkere Urbanisierung erwartet und in der Bevölkerungsentwicklung berücksichtigt wird. Demzufolge können Beschäftigungseffekte in manchen Kreisen auch durch einen Rückgang der Bevölkerung und der damit einhergehenden abnehmenden Verkehrsnachfrage bedingt sein, wie beispielsweise in Teilen des Ruhrgebiets und den neuen Bundesländern.

### 3.2.1 Beschäftigungseffekte im Szenario E-Straße 2035 (ES-35)

Im Szenario E-Straße 2035 ist der Wechsel der Antriebsarten der Fahrzeuge vordergründige Entwicklung zur Erreichung eines nachhaltigen Verkehrs. Der Umstieg auf (lokal) emissionsarme und -freie Fahrzeuge verringert klar die umweltschädigende Wirkung des Verkehrs. Werden diese Fahrzeuge und die Fahrten zudem geteilt und sinkt somit der PKW-Bestand, hat dies weitere positive Effekte wie beispielsweise einen sinkenden Flächenverbrauch. Auf 1.000 Einwohner entfallen in 2035 in dieser Modellierung 430 Fahrzeuge.

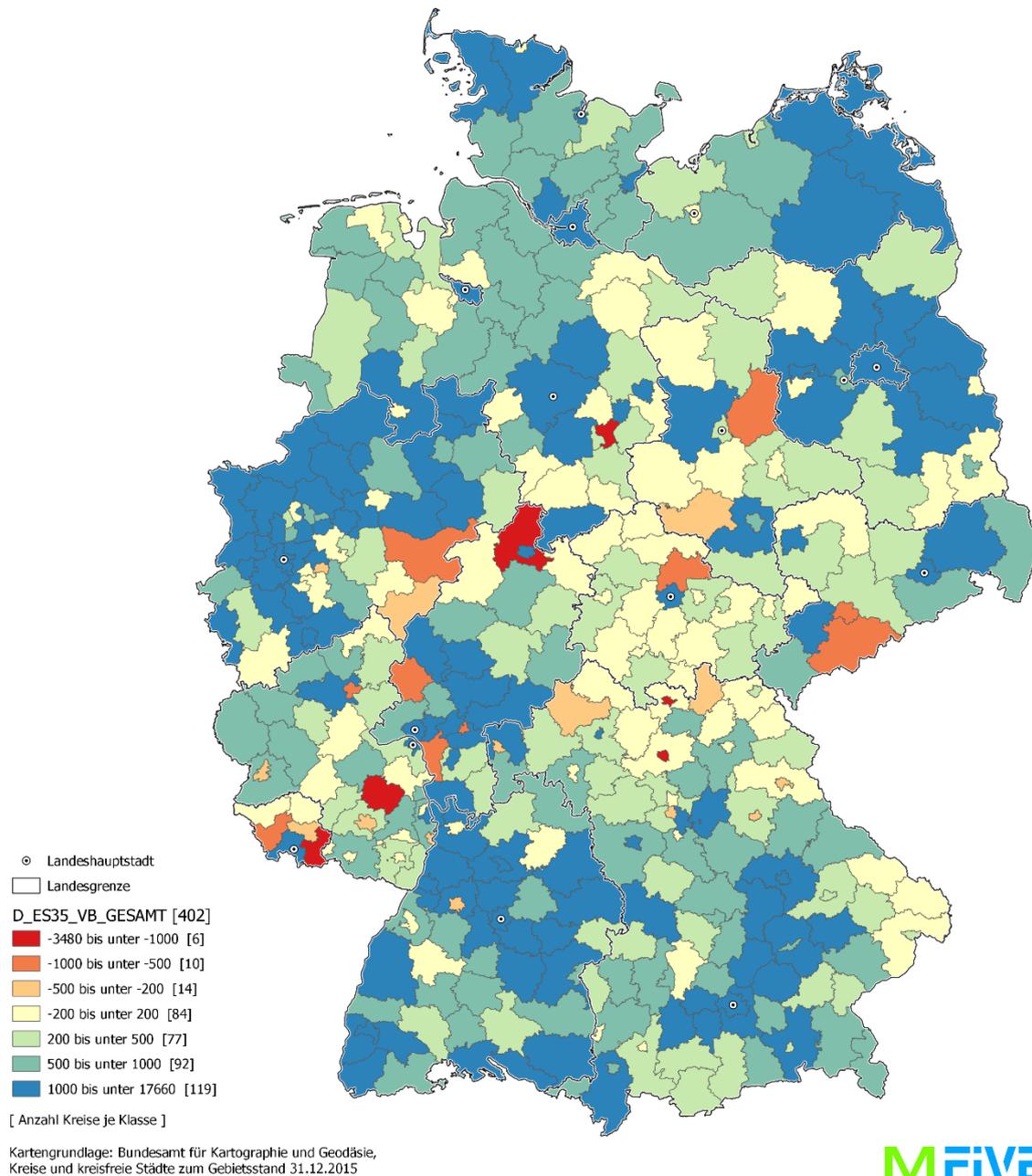
Außerdem nimmt die Nutzung des öffentlichen Verkehrs in 2035 deutlich zu: 22 % der Verkehrsleistung entfallen auf den Schienenverkehr, 8 % auf Busverkehre. Der Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel erfolgt stärker in urbanen Räumen als in ländlichen. Außerdem steigen die Verfügbarkeit und Nutzung von Carsharing-Diensten und nach 2030 die Nutzung autonomer Shuttle-Dienste stark an.

Auch die Nutzung von Fahrrädern und Pedelecs nimmt zu, wobei in Städten und teils auch im ländlichen Raum auf das Angebot von Leihfahrrädern zurückgegriffen werden kann. Insgesamt gehen in ES-35 3,94 Mio. Personen einer verkehrsbezogenen Beschäftigung nach<sup>5</sup> und damit 361.000 mehr als in REF-15 und 149.600 mehr als in MM-35. In Kreisen mit einer stark abnehmenden Beschäftigung in der Automobilindustrie – besonders bei den Komponenten AST und ICE – wird die Entwicklung der gesamten verkehrsbezogenen Beschäftigung davon bestimmt und bewirkt in sechs Kreisen eine Abnahme von -1.000 bis -3480 Beschäftigten, während 119 Kreise mindestens 1.000 Beschäftigte hinzugewinnen, wie aus Abbildung 3-3 hervorgeht.

---

<sup>5</sup> Werte einschließlich Straßengüterverkehr aber ohne Schienengüterverkehr und Binnenschiff. Enthalten sind auch Beschäftigte in der Digitalisierung des Verkehrs (z.B. Parkleitsysteme, Ticketing), die jedoch nicht auf Kreisebene verortet werden.

**Abbildung 3-3: Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung im Szenario ES-35 inkl. Güterverkehr und KEP-Dienste**



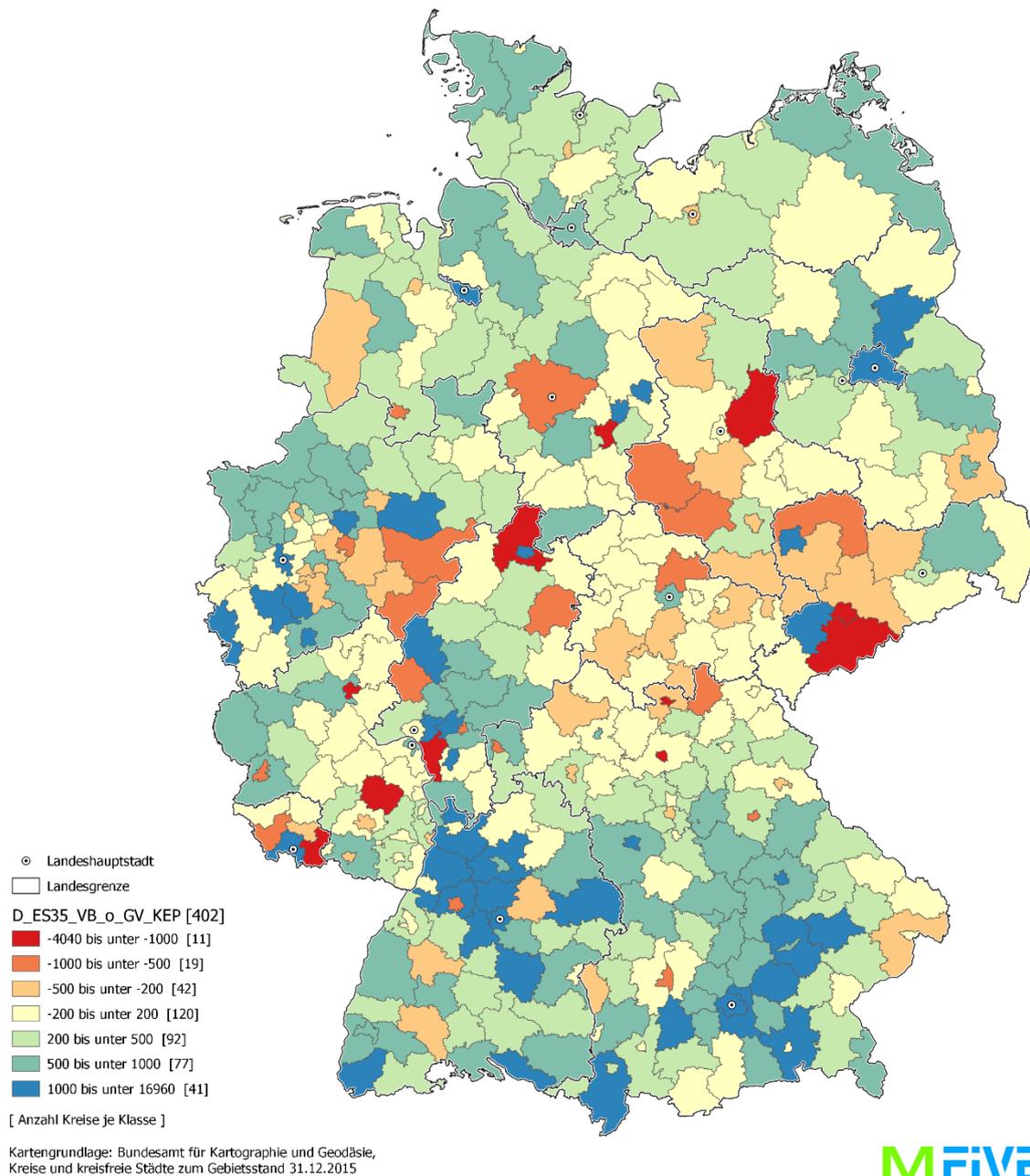
**M-FIVE**

Quelle: M-Five

Da sich das starke Nachfragewachstum in den Bereichen Güterverkehr und KEP-Dienste auch unter Berücksichtigung von moderaten Produktivitätszuwächsen erheblich auf die Entwicklung der Gesamtbeschäftigung in den verkehrsbezogenen Bereichen auswirkt, zeigt Abbildung 3-4 vergleichend die Veränderung der Beschäftigung in den

verkehrsbezogenen Bereichen ohne den Einfluss dieser Bereiche: Hier sind in elf Kreisen Beschäftigungsrückgänge in Höhe von -1.000 bis -4.040 anzunehmen, während lediglich 41 Kreise mehr als 1.000 Beschäftigte hinzugewinnen. Bei Gesamtbetrachtung ohne die Beschäftigungseffekte durch Güterverkehr und KEP-Dienste weist das Szenario ES-35 gegenüber REF-15 eine Zunahme von 153.300 Beschäftigten (+6 %) auf (insgesamt 2,75 Mio. Beschäftigte in ES-35).

**Abbildung 3-4: Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung im Szenario ES-35 ohne Güterverkehr und KEP-Dienste**



**M-FIVE**

Quelle: M-Five

Bei Betrachtung der verkehrsbezogenen Beschäftigung ohne Güterverkehr und KEP-Dienste verlieren die Landkreise Kassel und der Saarpfalz-Kreis sowie die kreisfreien Städte Salzgitter und Bamberg mindestens 2.000 Beschäftigte; weitere sieben Kreise verlieren mindestens 1.000 Beschäftigte (vgl. Abbildung 3-4).

Umgekehrt nimmt die gesamte verkehrsbezogene Beschäftigung dort am stärksten zu, wo viele Arbeitsplätze durch Produktion und Entwicklung von Komponenten des E-Antriebs und der Fahrerassistenzsysteme entstehen.

Hier profitieren die etablierten Standorte der OEM deutlich stärker als im Szenario MM-35. Stuttgart, Bremen, München, Braunschweig, Leipzig, Berlin, Wolfsburg, Köln, Düsseldorf sowie die Landkreise Böblingen, Reutlingen, Dingolfing-Landau, Heilbronn, Zwickau, Ludwigsburg, und der Bodenseekreis verzeichnen bei Betrachtung der gesamten verkehrsbezogenen Beschäftigung ein Plus von mehr als 2.000 Arbeitsplätzen, wobei dieser Effekt – mit Ausnahme von Berlin, Köln und Düsseldorf – hauptsächlich von der Beschäftigungsentwicklung durch neue Fahrzeugkomponenten im Automobilbau abhängt. Weitere 25 Kreise und kreisfreie Städte gewinnen zwischen +1.000 und +2.000 Beschäftigte hinzu.

Die moderate Beschäftigungszunahme von +500 bis +1.000 in 77 Kreisen hängt häufig mit der prognostizierten Einwohnerentwicklung zusammen und ist auf die zusätzlichen Arbeitsplätze im öffentlichen Verkehr und im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen zurückzuführen. Allein im Bereich der Personenbeförderung durch autonome Shuttles, Busse und Taxis entstehen 185.500 neue Arbeitsplätze, die vor allem auf die größeren Städte entfallen.

Abgesehen von Regionen mit stark ausgeprägtem Bevölkerungsrückgang gewinnen fast alle Kreise Beschäftigte in der Personenbeförderung hinzu. In neun Fällen (Berlin, Köln, Rhein-Neckar-Kreis, Bonn, Rhein-Sieg-Kreis, Mannheim, Ravensburg, Konstanz und Ansbach) entstehen bei Nettobetrachtung über 500 Arbeitsplätze, obwohl die Zahl der Beschäftigten in der Automobilindustrie um mindestens 100 abnimmt.

Im Bereich des Schienenfahrzeugbaus ist die Beschäftigungszunahme gegenüber REF-15 deutlich schwächer ausgeprägt als im Szenario MM-35. Die Kreise Oberhavel und Görlitz sowie die kreisfreien Städte Salzgitter, Krefeld, Erlangen, Braunschweig, Berlin und München erhöhen die Zahl ihrer Beschäftigten im Schienenfahrzeugbau um jeweils 100 bis 200. Im Bereich Carsharing gewinnen die Millionenstädte Berlin, München, Hamburg und Köln insgesamt knapp 30.000 Beschäftigte hinzu.

Die für beide Szenarien berechneten Beschäftigungszuwächse durch Güterverkehr und KEP-Dienste entstehen vorwiegend in den einwohnerstarken Städten mit über einer halben Million Einwohnern sowie in den großen und gleichzeitig verkehrsgünstig gelegenen mittelgroßen Städten und Kreisen Nürnberg (+2.400), Rhein-Erft-Kreis (+2.300), Rhein-Kreis Neuss (+2.300), Ludwigsburg (+1.900) und Mettmann (+1.800).

### 3.2.2 Beschäftigungseffekte im Szenario Multimodalität 2035 (MM-35)

Im Szenario Multi-Modalität 2035 wird davon ausgegangen, dass durch erreichbarkeitsorientierte städtebauliche Strukturen, umweltbewusstes Mobilitätsverhalten und steuerliche Anreize (z. B. in Form höherer Energie- und Kraftstoffpreise, Anpassungen der Entfernungspauschale, Straßennutzungsgebühren) ein bedeutender Teil der Verkehrsleistung auf den Umweltverbund verlagert wird.

Auf den MIV entfallen 2035 50 % der Verkehrsleistung im Personenverkehr, 33 % auf den Schienenverkehr, 6 % auf den Busverkehr, 8 % auf den nichtmotorisierten Verkehr (Fuß & Rad) und 3 % auf den innerdeutschen Luftverkehr.

Diese Entwicklungen setzen voraus, dass von Seiten des Bundes und der Länder substanzielle zusätzliche Investitionen in den Ausbau des öffentlichen Verkehrs getätigt werden. Um eine beachtliche Verlagerung des Personenverkehrs auf die Schiene zu erreichen, muss massiv in den Infrastrukturausbau investiert und auch die Servicequalität verbessert werden. Der Ausbau des Schienennetzes ist zudem notwendig, um die Verlagerungsziele im Güterverkehr erreichen zu können, ohne einen spürbaren Fahrzeitenrückgang im Personenverkehr zu verursachen.

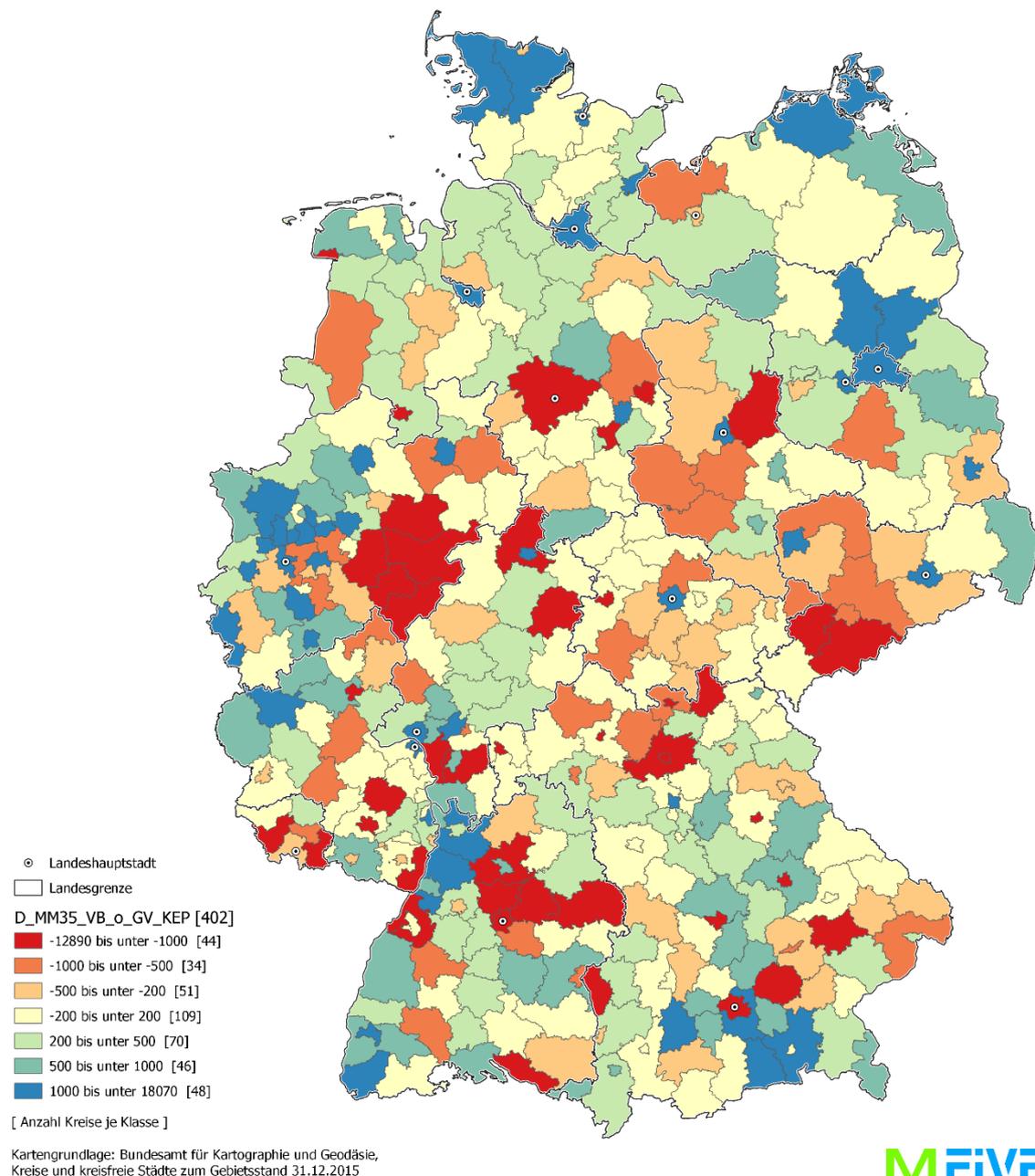
Die Abkehr vom motorisierten Individualverkehr bedeutet auch, dass die Nachfrage nach Fahrzeugen für den privaten Besitz deutlich zurückgeht. Entsprechend fällt die durchschnittliche Pkw-Besitzrate auf 300 Pkw pro 1.000 EW (siehe Kapitel 2). Zum Vergleich: Im Jahr 2015 betrug die Pkw-Dichte in Deutschland 550 Pkw pro 1.000 EW.

Abbildung 3-5 zeigt die Veränderung der Beschäftigung ohne die Berücksichtigung des Güterverkehrs und der KEP-Dienste. Abbildung 3-6 vergleicht die Veränderung der Beschäftigung einschließlich dieser Bereiche. Ohne die Berücksichtigung von Güterverkehr und KEP-Diensten nimmt die verkehrsbezogene Beschäftigung in 44 Kreisen um mindestens 1.000 Beschäftigte ab – überwiegend in Kreisen mit vielen Beschäftigten in der Automobilindustrie aber auch in Kreisen mit einer abnehmenden Bevölkerungsentwicklung.

Am stärksten betroffen mit Verlusten im fünfstelligen Bereich sind hier Wolfsburg (-12.900) und Ingolstadt (-12.500). Weitere 42 Kreise verlieren Arbeitsplätze im vierstelligen Bereich. Eine Abnahme zwischen 500 und 1.000 Arbeitsplätzen haben 34 Kreise zu verzeichnen, während in 51 Kreisen die Beschäftigung um zwischen 200 und 500 Arbeitsplätze zurückgeht und in 109 Kreisen bei Nettobetrachtung in etwa konstant bleibt (+/- 200). Diese auf unserem rechnerischen Ansatz basierenden Zahlen ergeben sich bei konsistenter Nutzung derselben Methode zur regionalen Verteilung der

Beschäftigungsveränderungen anhand des Schlüssels aus der Status-quo Analyse. Individuelle Standortentscheidungen der Unternehmen, insbesondere der OEM und der großen Zulieferer, können und sollen hier nicht antizipiert werden. Diese können aber zu einer deutlichen Veränderung der dargestellten räumlichen Verteilung der Veränderung der Beschäftigung führen.

**Abbildung 3-5: Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung im Szenario MM-35 ohne Güterverkehr und KEP-Dienste**



**M-FIVE**

Quelle: M-Five

In Berlin ist die Beschäftigungszunahme von rund 18.000 Beschäftigten ohne Berücksichtigung von Güterverkehr und KEP-Diensten sehr stark durch den Bevölkerungszuwachs und die steigende Nachfrage nach Mobilitätsdienstleistungen getrieben.

Die Bewohner der Metropolen verzichten weitestgehend auf einen Pkw und nutzen je nach Bedarf unterschiedliche und flexible Angebote für ihre täglichen Wege. Wo das bestehende Schienennetz und Buslinien die individuellen Bedürfnisse nicht erfüllen, werden ergänzend und in großer Zahl Shuttle-Services oder auch das Taxi genutzt.

Erhebliche Verbesserungen erfährt die Angebotsseite für den Fahrradverkehr und dazugehörige Leihangebote. Dazu zählen auch personenbesetzte Fahrradstationen. Mehrere Hersteller von Fahrrädern und Zubehör sind in Berlin angesiedelt und profitieren von der erhöhten Nachfrage nach Zwei- oder auch Spezial- bzw. Dreirädern. Außerdem befinden sich in Berlin Niederlassungen zur Schienenfahrzeugherstellung und -instandhaltung, welche verstärkt durch die in Deutschland zusätzlich nachgefragten Schienenfahrzeuge Personal benötigen.

Auch in Hamburg wird die Beschäftigungsentwicklung sehr von der Nachfrage nach Mobilitätsdienstleistungen getrieben, wodurch bei Nettobetrachtung bis 2035 (ohne Beschäftigte durch Güterverkehr und KEP-Dienste) rund 7.100 zusätzliche Arbeitsplätze entstehen. Zwar verliert die Stadt bei der Produktion von Fahrzeugen und Komponenten knapp 500 Arbeitsplätze, während über 8.100 neue Arbeitsplätze allein im Bereich Carsharing hinzukommen und weitere 4.160 durch Personenbeförderung in autonomen Bussen, Shuttles und Taxis. Auch die Ansiedelung eines Werkes zur Schienenfahrzeuginstandhaltung trägt hier zur positiven Beschäftigungsentwicklung bei mit 1.350 zusätzlichen Arbeitsplätzen.

Düsseldorf verliert rund 1.650 Beschäftigte in der Automobilindustrie, gewinnt jedoch bei Nettobetrachtung rund 3.400 Arbeitsplätze hinzu. Hier sind Zuwächse durch Carsharing (4.300 zusätzliche Arbeitsplätze) sowie neue und konventionelle Dienstleistungen im Bereich der Personenbeförderung (+3.250) zu erwarten.

Auch Braunschweig erfährt in MM-35 eine stark zunehmende Beschäftigungsnachfrage. Hier wird der Rückgang der Beschäftigten im Bereich der konventionellen Fahrzeugkomponenten fast vollständig durch den Zuwachs bei neuen Komponenten kompensiert. 1.400 zusätzliche Industrie-Arbeitsplätze entstehen im Schienenfahrzeugbau. Hinzu kommen 1.700 zusätzliche Beschäftigte durch Carsharing und weitere 1.450 durch konventionelle und neue Mobilitätsdienstleistungen im Bereich der Personenbeförderung. Bei Nettobetrachtung ist in Braunschweig ein Bedarf von etwa

3.500 zusätzlichen Beschäftigten bis 2035 zu erwarten gegenüber 2015. Ähnlich entwickelt sich Bremen mit einem Bedarf von 3.300 zusätzlichen Beschäftigten.

In den Städten Berlin, Hamburg, Düsseldorf, Frankfurt am Main, Leipzig, Bonn, Kassel, Essen, Köln, Bochum und Wiesbaden, im Rhein-Neckar-Kreis und im Landkreis Karlsruhe steigt die gesamte verkehrsbezogene Beschäftigung – hauptsächlich getrieben durch demographische Effekte und Mobilitätsdienstleistungen – um mindestens 2.000 an, obwohl die Beschäftigten in der Automobilindustrie um mindestens 250 zurückgehen.

Dortmund und Duisburg gewinnen 3.300 bzw. 3.100 zusätzliche Arbeitsplätze, wobei die Beschäftigung in der Automobilindustrie kaum eine Rolle spielt, dafür aber umso mehr in den Bereichen Carsharing und Personenbeförderung. In den Bereichen Kfz-Handel und Reparatur von Kraftfahrzeugen hingegen sinkt die Zahl der Beschäftigten erheblich (Dortmund: -3.100; Duisburg: -2.400).

Allein in den deutschen Millionenstädten Berlin, München, Hamburg und Köln entstehen in Summe knapp 42.000 Arbeitsplätze im Bereich Carsharing. In der Personenbeförderung durch autonome Busse, Shuttles und Taxis steigt die Beschäftigung in der Bundeshauptstadt um 8.100, gefolgt von Hamburg (+4.200), München (+3.300) und der Region Hannover (+2.500).

In München geht im Bereich Kfz-Herstellung der Bedarf um 12.400 Beschäftigte zurück. Aufgrund der rückläufigen Pkw-Nachfrage sinkt auch der Beschäftigungsbedarf im Bereich Handel, Vertrieb und Reparatur. Demgegenüber steigt jedoch die Nachfrage nach Mobilitätsdienstleistungen stark, wodurch im Bereich Carsharing 9.900 und im Bereich der Personenbeförderung 4.100 neue Arbeitsplätze entstehen. Somit nimmt insgesamt die verkehrsbezogene Beschäftigung um etwa 1.200 Beschäftigte ab.

Obwohl Stuttgart im Bereich der Kfz-Herstellung weniger Arbeitsplätze als München verliert (-11.300), fällt hier der Netto-Verlust (-6.100) bei Betrachtung der gesamten verkehrsbezogenen Beschäftigung (ohne Güterverkehr und KEP-Dienste) höher aus als in der bayerischen Landeshauptstadt (-1.900). Ursache hierfür ist unter anderem, dass aufgrund der geringeren Bevölkerung weniger als halb so viele Arbeitsplätze in den Bereichen Carsharing und Personenbeförderung entstehen.

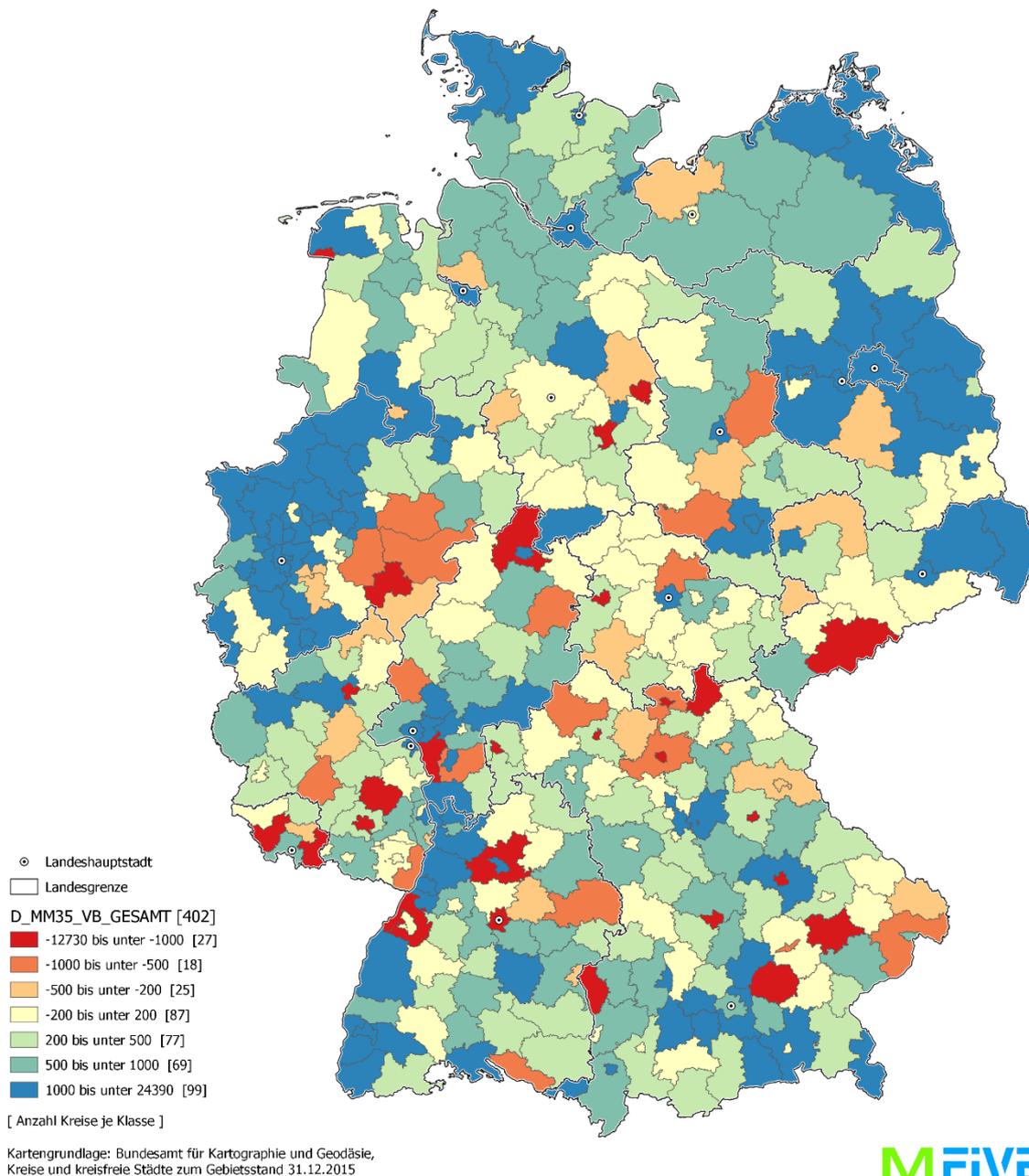
In Frankfurt am Main nimmt die verkehrsbezogene Beschäftigung um 3.200 Beschäftigte zu, da hier verstärkt Mobilitätsdienste, wie Carsharing, Shuttle-Services und auch Taxiverkehre, nachgefragt werden. Auch die Funktion als Schienenfernverkehrsknoten und Standort zur Steuerung des Schienenfernverkehrs führt an dieser Stelle zu einem erhöhten Beschäftigungsbedarf.

---

Die folgende Abbildung 3-6 stellt die Veränderung der gesamten Beschäftigung in der Mobilität **einschließlich der Berücksichtigung von Güterverkehr und KEP-Diensten** dar. Der höchste Zuwachs entfällt hier auf Berlin. In Berlin ist die potenzielle Beschäftigungszunahme in der gesamten Mobilität von rund 24.400 Beschäftigten sehr stark durch die Nachfrage nach Mobilitätsdienstleistungen, Güterverkehr, KEP-Dienste und den Bevölkerungszuwachs getrieben.

Insgesamt verzeichnen 25 % aller Kreise eine Beschäftigungszunahme im vierstelligen Bereich bei dieser Betrachtung (99 von 402 einschließlich Güterverkehr und KEP-Dienste). Zum Vergleich: ohne Berücksichtigung von Güterverkehr und KEP-Diensten verzeichnen 48 von 402 bzw. 12 % der Kreise eine Beschäftigungszunahme im vierstelligen Bereich.

**Abbildung 3-6: Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung im Szenario MM-35 inkl. Güterverkehr und KEP-Dienste**



**M-FIVE**

Quelle: M-Five

In sieben Fällen (Berlin, Frankfurt am Main, Köln, Leipzig, Düsseldorf, Nürnberg und Mannheim) könnten bei Nettobetrachtung über 1.000 Arbeitsplätze entstehen, obwohl die Zahl der Beschäftigten in der Automobilindustrie um mindestens 1.000 abnimmt. In Köln ist diese divergente Entwicklung besonders stark ausgeprägt, denn hier könnte die

Beschäftigtenzahl im Kraftfahrzeugbau um 6.900 zurückgehen, während die Stadt bei Nettobetrachtung 5.900 Arbeitsplätze hinzugewinnt.

Bei Gesamtbetrachtung der verkehrsbezogenen Beschäftigung erfahren 45 Kreise einen Rückgang von mindestens 500 Arbeitsplätzen. Unter den am stärksten abnehmenden Kreisen und kreisfreien Städten befinden sich viele Standorte der Automobilindustrie mit einem Schwerpunkt auf konventionellen Komponenten. Unter den moderat abnehmenden Kreisen geht der Beschäftigungsrückgang in vielen Fällen mit einer sinkenden Einwohnerzahl einher und ist daher aus Sicht der Balance zwischen Beschäftigungssuchenden und angebotenen Arbeitsplätzen weniger problematisch. Im Szenario MM-35 fällt der Bevölkerungszuwachs in den größeren Städten vergleichsweise höher aus zulasten der Einwohnerentwicklung im ländlichen Raum. Diese Entwicklung wirkt sich wiederum unmittelbar auf den Bedarf an Beschäftigten aus. Daher entfallen auf die Kreise mit abnehmender verkehrsbezogener Beschäftigung mehr ländliche Kreise als im Szenario ES-35.

Während die Nettobilanz der Beschäftigung ohne Berücksichtigung des Güterverkehrs für München und Stuttgart negativ ausfällt (Verlust von 1.900 bzw. 6.100 Beschäftigten) verändert sich die Netto-Beschäftigung für München durch Einbezug des Güterverkehrs ins Positive mit einer Zunahme von 610 Beschäftigten in MM-35. Für Stuttgart bleibt der Beschäftigungseffekt bei Nettobetrachtung negativ mit -5.000 Beschäftigten. In Frankfurt am Main nimmt die verkehrsbezogene Beschäftigung inklusive Betrachtung des Güterverkehrs um 7.100 Beschäftigte zu, während es ohne den Güterverkehr lediglich 3.200 zusätzliche Beschäftigte in 2035 gegenüber 2015 sind.

Unter Nachhaltigkeitsaspekten betrachtet zeigen diese beiden Betrachtungsweisen, dass die Bewohner der Metropolen weitestgehend auf einen eigenen Pkw verzichten und je nach Bedarf unterschiedliche Angebote flexibel für ihre täglichen Wege nutzen. Sie nehmen häufig effizient organisierte Warenlieferungen in Anspruch, da diese günstiger sind, als für Besorgungen ein eigenes oder auch ein geteiltes Auto zu nutzen.

Wo das bestehende Schienennetz und Buslinien die individuellen Bedürfnisse nicht erfüllen, werden ergänzend und in großer Zahl Shuttle-Services oder auch das Taxi genutzt. Auch die Angebotsseite für den Fahrradverkehr und dazugehörige Leihangebote werden verbessert. Dazu zählen sowohl personenbesetzte Fahrradstationen als auch die Fahrradproduktion selbst, die ebenfalls in Berlin angesiedelt ist.

Hinsichtlich der sozialen Dimension von Nachhaltigkeit ist die Qualität der neu entstehenden Arbeitsplätze – insbesondere in den wachsenden Bereichen Mobilitätsdienstleistungen und Güterverkehr sowie bei der Herstellung von

Komponenten des E-Antriebs – kritisch zu prüfen. Allein eine hohe Anzahl zusätzlich entstehender Arbeitsplätze bei Nettobetrachtung auf Kreisebene oder bundesweit kann kein Indikator sein, um die Veränderung der Beschäftigung zu messen. Hier sind Aspekte wie das Lohnniveau, gesundheitliche Folgen oder Risiken, Erreichbarkeit und Sicherheit der Arbeitsplätze, familienfreundliche Arbeitszeiten, berufsbegleitende Möglichkeiten zur weiteren Qualifikation und viele mehr zu bewerten und mit den Rahmenbedingungen der entfallenden Arbeitsplätze zu vergleichen.

Die vorliegende Untersuchung mit einem methodisch quantitativen Fokus kann darauf keine aussagekräftigen Antworten geben. Sicher ist jedoch, dass Wechselwirkungen zwischen den Arbeitsbedingungen (und der damit einhergehenden Attraktivität von Arbeitsplätzen), direkten oder indirekten Kosten für mobilitäts- und verkehrsbezogene Produkte und Dienstleistungen und der Beschäftigungsnachfrage bestehen. Das folgende Kapitel zeigt die jeweils zehn Kreise mit der stärksten Zunahme und der stärksten Abnahme in beiden Szenarien in tabellarischer Form. Durch diese aggregierte Darstellung soll anhand von Extremwerten verdeutlicht werden, welche Wirkungszusammenhänge zu den errechneten Werten führen. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse auf einer Methodik beruhen, die unabhängig von unternehmerischen und (lokal-)politischen Entscheidungen die auf nationaler Ebene ermittelte Beschäftigungs-Werte auf die Kreise runterbricht.

### **3.2.3 Tabellarischer Vergleich der Kreise mit den stärksten Veränderungen**

Unter den Kreisen mit der stärksten Beschäftigungszunahme im Szenario ES-35 (Tabelle 3) steigt die Beschäftigung in den Landkreisen Böblingen und Reutlingen aufgrund der Nachfrage nach Komponenten des E-Antriebs und Fahrerassistenzsysteme. Zunahmen in anderen Bereichen wie öffentlicher Verkehr und Mobilitätsdienstleistungen sind zwar auch in diesen Kreisen zu verzeichnen, fallen aber vergleichsweise wenig ins Gewicht.

**Tabelle 3: Zehn Kreise mit der stärksten Beschäftigungszunahme im Szenario ES-35**

GEN	BEZ	Beschäftigte im Bereich Kraftfahrzeugbau (inkl. Nfz und Omnibus), Handel und Wartung sowie Straßeninfrastruktur	Beschäftigte im öffentlichen Verkehr inkl. Schienenfahrzeugbau und -wartung sowie Schieneninfrastrukturherstellung	Carsharing	Beschäftigte im Bereich Fahrradverkehr	Beschäftigte Transportdienstleistungen (GV und KEP)	DELTA Beschäftigung
Böblingen	Landkreis	15.340	760	630	230	700	17.660
Berlin	krsfr. Stadt	-15.990	5.640	11.830	2.460	6.320	10.260
Stuttgart	krsfr. Stadt	3.820	1.330	2.990	450	1.070	9.660
Bremen	krsfr. Stadt	2.740	870	2.680	420	1.810	8.520
München	krsfr. Stadt	-4.900	2.530	6.850	880	2.480	7.840
Köln	krsfr. Stadt	-6.180	2.640	5.000	840	4.330	6.630
Hamburg	krsfr. Stadt	-8.180	2.080	5.870	1.190	5.530	6.490
Reutlingen	Landkreis	4.520	770	470	10	710	6.480
Leipzig	krsfr. Stadt	-320	1.190	2.590	520	1.700	5.680
Frankfurt am Main	krsfr. Stadt	-2.690	580	3.260	580	3.830	5.560

Quelle: M-Five

Stuttgart und Bremen verzeichnen ebenfalls eine Beschäftigungszunahme aufgrund der Nachfrage nach Komponenten des E-Antriebs und Fahrerassistenzsysteme, jedoch trägt diese nur zu 40 % in Stuttgart und zu 32 % in Bremen zur gesamten verkehrsbezogenen Zunahme der Beschäftigung auf Kreisebene bei. Die kreisfreien Großstädte Berlin, München, Köln, Hamburg und Frankfurt am Main verlieren viele Arbeitsplätze infolge der zurückgehenden Pkw-Dichte, was allerdings weniger auf die Herstellung von Fahrzeugen und Komponenten an sich zurückzuführen ist (der absolute Verlust an Beschäftigung im Bereich Kraftfahrzeugbau, Handel und Wartung sowie Straßeninfrastruktur ist in Berlin und Hamburg beispielsweise höher als in München und Köln), sondern auf Kfz-bezogene Dienstleistungen. Leipzig gewinnt zwar über 2.000 Arbeitsplätze in der Automobilindustrie hinzu, kann dadurch aber nicht den Verlust in Kfz-Handel und –Instandhaltung ausgleichen. Die steigende Nachfrage durch den öffentlichen Verkehr (einschließlich neuer Mobilitätsdienstleistungen), Carsharing und Transportdienstleistungen sorgen jedoch für einen Beschäftigungszuwachs in allen größeren Städten, sodass die gesamte Beschäftigung gegenüber REF-15 deutlich ansteigt.

**Tabelle 4: Zehn Kreise mit der stärksten Beschäftigungsabnahme im Szenario ES-35**

GEN	BEZ	Beschäftigte im Bereich Kraftfahrzeugbau (inkl. Nfz und Omnibus), Handel und Wartung sowie Straßeninfrastruktur	Beschäftigte im öffentlichen Verkehr inkl. Schienenfahrzeugbau und -wartung sowie Schieneninfrastrukturherstellung	Carsharing	Beschäftigte im Bereich Fahrradverkehr	Beschäftigte Transportdienstleistungen (GV und KEP)	DELTA Beschäftigung
Kassel	Landkreis	-4.220	-240	360	70	570	-3.460
Bamberg	krsfr. Stadt	-4.030	170	70	40	430	-3.320
Salzgitter	krsfr. Stadt	-3.830	190	140	40	170	-3.290
Saarpfalz-Kreis	Landkreis	-2.530	50	220	70	330	-1.860
Donnersbergkreis	Landkreis	-1.600	170	80	40	120	-1.190
Coburg	krsfr. Stadt	-1.420	60	10	20	230	-1.100
Chemnitz	krsfr. Stadt	-2.710	330	660	140	620	-960
Jerichower Land	Landkreis	-1.350	70	20	40	270	-950
Koblenz	krsfr. Stadt	-1.750	-10	340	0	660	-760
Erzgebirgskreis	Landkreis	-2.220	170	460	140	780	-670

Quelle: M-Five

Unter den Kreisen mit sinkender verkehrsbezogener Beschäftigung (Tabelle 4) befinden sich fast ausschließlich Kreise, in denen die Herstellung konventioneller Fahrzeugkomponenten (vorwiegend Verbrennungsmotor und Aggregate oder Antriebsstrang) eine tragende Rolle spielt. Einzige Ausnahme ist hier der Landkreis Jerichower Land, wo die Beschäftigungsabnahme mit einer sinkenden Einwohnerzahl einhergeht. Gleichzeitig steigt in diesen zehn Kreisen die Beschäftigung in den Bereichen Transportdienstleistungen, Carsharing und Fahrradverkehr nur in einem vergleichsweise geringen Umfang und geht im Bereich des konventionellen öffentlichen Verkehrs in manchen Kreisen in stärkerem Umfang zurück, als neue Arbeitsplätze durch neue Mobilitätsdienstleistungen entstehen können.

**Tabelle 5: Zehn Kreise mit der stärksten Beschäftigungszunahme im Szenario MM-35**

GEN	BEZ	Beschäftigte im Bereich Kraftfahrzeugbau (inkl. Nfz und Omnibus), Handel und Wartung sowie Straßeninfrastruktur	Beschäftigte im öffentlichen Verkehr inkl. Schienenfahrzeugbau und -wartung sowie Schieneninfrastrukturherstellung	Carsharing	Beschäftigte im Bereich Fahrradverkehr	Beschäftigte Transportdienstleistungen (GV und KEP)	DELTA Beschäftigung
Berlin	krsfr. Stadt	-21.540	16.820	16.260	6.530	6.320	24.390
Hamburg	krsfr. Stadt	-11.220	6.930	8.140	3.230	5.530	12.610
Frankfurt am Main	krsfr. Stadt	-5.350	2.470	4.720	1.380	3.830	7.050
Köln	krsfr. Stadt	-12.780	5.050	7.230	2.090	4.330	5.920
Bremen	krsfr. Stadt	-3.560	1.950	3.850	1.050	1.810	5.100
Leipzig	krsfr. Stadt	-4.190	2.470	3.720	1.160	1.700	4.860
Dortmund	krsfr. Stadt	-3.670	3.340	2.590	1.030	1.550	4.840
Düsseldorf	krsfr. Stadt	-5.130	2.930	4.280	1.330	1.070	4.480
Braunschweig	krsfr. Stadt	-1.710	3.030	1.690	460	950	4.420
Duisburg	krsfr. Stadt	-3.120	3.250	2.100	850	1.300	4.380

Quelle: M-Five

Allen Kreisen mit der stärksten Beschäftigungszunahme im Szenario MM-35 ist gemeinsam, dass es sich um sehr große kreisfreie Städte handelt, die eine abnehmende Beschäftigung im Bereich Kraftfahrzeugbau (inkl. Nfz und Omnibus), Handel und Wartung sowie Straßeninfrastruktur zu verzeichnen haben. Dabei spielt in diesen Kreisen die Abnahme allein durch die Herstellung von Fahrzeugen und Fahrzeugkomponenten vor allem in Köln (-6.860 Beschäftigte) eine große Rolle, wo viele Arbeitsplätze der Automobilindustrie mit ICE- und AST-Komponenten in Verbindung stehen und dort mehr als die Hälfte der automobilbezogenen Arbeitsplätze (ohne Carsharing) ausmachen. Dennoch gewinnt Köln in allen verkehrsbezogenen Bereichen bei Nettobetrachtung knapp 6.000 Beschäftigte hinzu. Berlin, Frankfurt am Main, Leipzig und Düsseldorf verlieren jeweils zwischen 1.000 und 2.000 Beschäftigte in der Herstellung von Fahrzeugen und Fahrzeugkomponenten, was jedoch in Anbetracht der sehr stark abnehmenden Beschäftigung durch Fahrzeughandel und –reparatur kaum ins Gewicht fällt. In Berlin entstehen knapp 17.000 Arbeitsplätze im öffentlichen Verkehr inkl. Schienenfahrzeugbau und -wartung sowie Schieneninfrastrukturherstellung und rund 16.000 weitere im Bereich Carsharing. Fahrradverkehr und Transportdienstleistungen generieren jeweils über 6.000 zusätzliche Beschäftigte in der Hauptstadt. Auch die anderen Großstädte verzeichnen eine sehr starke Beschäftigungszunahme in allen

verkehrsbezogenen Bereichen, die nicht mit der Herstellung, dem Verkauf oder der Reparatur von Kfz in Zusammenhang stehen. Nicht zuletzt beruht die Beschäftigungszunahme in diesen Städten auch auf einer modifizierten Bevölkerungsentwicklung gegenüber dem Szenario ES-35: Bessere Versorgungsmöglichkeiten, bessere Erreichbarkeit für nichtmotorisierte und öffentliche Verkehrsmittel und steigende Reisekosten im privaten Pkw führen zu einem stärkeren Bevölkerungswachstum der kreisfreien Großstädte zulasten der Kreise im ländlichen Raum, was eine entsprechende regionale Verlagerung der Arbeitsplätze auslöst.

**Tabelle 6: Zehn Kreise mit der stärksten Beschäftigungsabnahme im Szenario MM-35**

GEN	BEZ	Beschäftigte im Bereich Kraftfahrzeugbau (inkl. Nfz und Omnibus), Handel und Wartung sowie Straßeninfrastruktur	Beschäftigte im öffentlichen Verkehr inkl. Schienenfahrzeugbau und -wartung sowie Schieneninfrastrukturherstellung	Carsharing	Beschäftigte im Bereich Fahrradverkehr	Beschäftigte Transportdienstleistungen (GV und KEP)	DELTA Beschäftigung
Wolfsburg	krsfr. Stadt	-13890	-10	820	190	160	-12730
Ingolstadt	krsfr. Stadt	-13570	-10	910	210	160	-12300
Kassel	Landkreis	-6920	-40	420	310	570	-5660
Stuttgart	krsfr. Stadt	-14850	3180	4320	1230	1070	-5050
Rastatt	Landkreis	-6370	640	450	380	370	-4530
Groß-Gerau	Landkreis	-6940	680	530	400	1060	-4270
Bamberg	krsfr. Stadt	-4520	130	100	100	430	-3760
Salzgitter	krsfr. Stadt	-5260	1560	160	130	170	-3240
Heilbronn	Landkreis	-5830	910	670	550	760	-2940
Saarlouis	Landkreis	-3780	240	360	290	330	-2560

Quelle: M-Five

Auf Kreise mit der stärksten Beschäftigungsabnahme im Szenario MM-35 entfallen ausschließlich Schwerpunktregionen der Automobilindustrie. Nach der Berechnung verlieren Wolfsburg, Ingolstadt und Stuttgart Arbeitsplätze in fünfstelliger Höhe allein durch die Herstellung von Fahrzeugen und Fahrzeugkomponenten. Kassel und der Landkreis Groß-Gerau verlieren rund 6.000 Beschäftigte, die Städte Bamberg und Salzgitter sowie die Landkreise Rastatt, Heilbronn und Saarlouis verlieren zwischen rund 3000 und 5.000 Beschäftigte in diesem Bereich.

Aufgrund der stark abnehmenden Pkw-Dichte in Deutschland und in Europa ist selbst in Stuttgart trotz neuer Beschäftigung zur Herstellung von FAS- und EMO-Komponenten

---

mit einem hohen Verlust an Arbeitsplätzen zu rechnen (konventionelle Fahrzeugkomponenten führen zu einem Verlust von über 20.000 Beschäftigten in Stuttgart, während knapp 9.500 Arbeitsplätze durch neue Komponenten entstehen). Ähnlich verhält sich die Beschäftigungsentwicklung im Landkreis Heilbronn: Hier entfallen 7.500 Beschäftigte im Bereich der Herstellung konventioneller Fahrzeugkomponenten, während durch neue Komponenten lediglich 2.900 Arbeitsplätze hinzukommen. Zusammengefasst für die bisherigen Schwerpunktregionen der Automobilindustrie gilt, dass die Beschäftigung zur Herstellung neuer Komponenten bei weitem nicht den Effekt durch die sinkende Pkw-Dichte bzw. –Nachfrage kompensieren kann.

Unter Berücksichtigung der abnehmenden Beschäftigung durch Handel und Wartung von Fahrzeugen bewirkt die rückläufige Pkw-Nachfrage noch weitere Arbeitsplatzverluste in den zehn Kreisen mit der insgesamt stärksten Abnahme. Stuttgart kann als einwohnerstärkste Stadt in diesem Vergleich knapp 3.200 zusätzliche Beschäftigte im öffentlichen Verkehr inkl. Schienenfahrzeugbau und -wartung sowie Schieneninfrastrukturherstellung verzeichnen sowie weitere 4.300 Beschäftigte durch Carsharing und 1.200 im Bereich Fahrradverkehr. So können knapp zwei Drittel der entfallenden Kfz-bezogenen Arbeitsplätze durch die Zunahme in anderen verkehrsbezogenen Bereichen kompensiert werden.

In Salzgitter entstehen 1.560 zusätzliche Arbeitsplätze im öffentlichen Verkehr inkl. Schienenfahrzeugbau und -wartung sowie Schieneninfrastrukturherstellung und im Landkreis Groß-Gerau 1.060 Arbeitsplätze durch Transportdienstleistungen. Davon abgesehen steigt die verkehrsbezogene Beschäftigung der in Tabelle 6 verglichenen Kreise in jedem Sektor lediglich im dreistelligen Bereich, sodass die Kfz-bezogenen Arbeitsplatzverluste nicht ausgeglichen werden können.

### 3.2.4 Haupttreiber der Beschäftigungsentwicklung

Bei Betrachtung der Kreise mit der stärksten Zunahme oder Abnahme an Beschäftigten wird deutlich, dass im Wesentlichen zwei Einflussfaktoren ausschlaggebend sind:

- Die **Bevölkerungsdynamik** entscheidet darüber, in welchem Maß die Nachfrage an **Mobilitätsdienstleistungen** steigt oder zurückgeht. Durch einen deutlich gesteigerten Anteil des öffentlichen Verkehrs am gesamten Verkehrsaufkommen steigt der Personalbedarf in diesem Bereich selbst in Kreisen mit einer abnehmenden Bevölkerung. Auch neue Mobilitätsdienstleistungen<sup>6</sup> generieren neue Arbeitsplätze – vorwiegend in städtischen Kreisen mit einer positiven Bevölkerungsprognose. Durch die zurückgehenden Personalbedarfe für **Kfz-bezogene Dienstleistungen** (Handel, Wartung und Reparatur) infolge der stark reduzierten Pkw-Dichte sinkt dort die Beschäftigung am stärksten, wo der Pkw-Bestand zusammen mit der Gesamtbevölkerung schrumpft.
- Die **Anteile von Beschäftigten zur Herstellung neuer Komponenten und konventioneller Komponenten in der regionalen Automobilindustrie** sind ausschlaggebend dafür, wie viele Arbeitsplätze je Fahrzeugkomponente in einem Kreis nach der Modell-Logik entfallen oder neu entstehen. Die stärkste Abnahme ist bei der Beschäftigung zur Herstellung von Komponenten des Verbrennungsmotors (inkl. Aggregate) und des Antriebsstrangs zu erwarten. Folglich sind davon jene Kreise am stärksten betroffen, die zum Status Quo (REF-2015) einen hohen Anteil an allen Beschäftigten der jeweiligen Komponentengruppe aufweisen. Analog steigt in jenen Kreisen die Beschäftigung zur Herstellung neuer Komponenten (Assistenzsysteme, E-Antrieb) am stärksten, die bereits zum Status Quo einen hohen Anteil an allen Beschäftigten der jeweiligen Komponentengruppe aufweisen. Überwiegt in einem Kreis der Anteil der Beschäftigten zur Herstellung konventioneller Komponenten, muss dies im Szenario ES-35 nicht zwangsläufig mit einer sinkenden Gesamtbeschäftigung einhergehen, denn für die Komponenten Karosserie und Fahrwerk sowie für die Fahrzeugmontage wird mit einer leicht steigenden Beschäftigung gerechnet – die Beschäftigung zur Herstellung von Elektrik/Elektronik (sofern nicht Teil von E-Antrieb oder Assistenzsystem), Interieur, Exterieur ist leicht rückläufig. Im Szenario MM-35 hingegen wird für alle konventionellen Komponenten eine abnehmende Beschäftigung aus der Flottenentwicklung abgeleitet. Eine stark positive Beschäftigungswirkung wird

---

<sup>6</sup> Auf Kreisebene verortet wurde lediglich die Beschäftigung im Bereich Car-Sharing. Zusätzliche Beschäftigung wird durch Bike-Sharing und E-Scooter-Sharing generiert, was aber aufgrund der unzureichenden Daten für den Status-Quo in der Berechnung vernachlässigt wurde.

durch neue Fahrzeugkomponenten ausgelöst, wobei der Zuwachs für EMO-Komponenten im Szenario ES-35 um rund 60% höher ist als in MM-35 und für FAS-Komponenten um rund 70% höher aufgrund der abweichenden Pkw-Dichte in den Szenarien.

### 3.3 Methodische Reflexion

Die räumliche Analyse fokussiert eine räumlich differenzierte Abbildung der Veränderungen der Mobilität. Sie ermöglicht die regionale Analyse durch eine feingliedrige regionale Auflösung der Beschäftigung in der Mobilität inklusive einer Differenzierung in Kategorien wie Fahrzeugbau, Infrastrukturbau oder Verkehrsdienstleistungen. Dagegen verbleibt eine Unschärfe bei der Erfassung der weiteren Trends der Einflussfaktoren auf die Beschäftigung (z.B. sektorale (Arbeits-)Produktivität, globaler Strukturwandel der Industrie, Technologiekostenentwicklungen, etc.). Eine Vertiefung dieser weiteren Einflussfaktoren auf die Beschäftigung erfolgte in sektoralen und der dynamischen, gesamtwirtschaftlichen Analyse in diesem Projekt (Kapitel 4 und 5).

Zentrale Eingangsgrößen für die regionale Analyse bilden Statistiken des Statistischen Bundesamtes (DeStatis), des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) sowie eigene Erhebungen: zum einen zur räumlichen Verteilung der Fahrzeugindustrie und ihrer Zulieferindustrien mit dem Ziel, eine komponentenbezogene, räumliche Verteilung der Beschäftigung aufzubauen und zum anderen verschiedene, fokussierte eigene Erhebungen zu Akteuren der neuen Mobilitätsdienstleistungen und der Elektromobilität zu unterstützen.

Diese Eingangsgrößen können teilweise direkt genutzt werden, um die Fortschreibung von heute (REF-15) bis 2035 zu leisten, und teilweise werden aufsetzend auf einer Fortschreibung der Rahmenbedingungen (z.B. BBSR räumliche Bevölkerungsfortschreibung, modale Verkehrsnachfrage und Pkw-Bestand, der in Abstimmung mit dem Projektbeirat für die Szenarien festgelegt wurde) verschiedene Rechenverfahren genutzt, um eine regional differenzierte Fortschreibung der Beschäftigung in der Mobilität auf Kreisebene (402) aufzubauen.

Dabei wird durch die Kopplung der Verkehrsnachfrage an die Einwohnerzahl sowie die Ableitung der verkehrsnachfrageabhängigen Beschäftigung an die modale Verkehrsnachfrage die Beschäftigung in der Mobilität zu einem Teil von der regionalen Einwohnerentwicklung getrieben. Als Treiber der räumlichen Verortung der Beschäftigung in der Komponentenherstellung der Fahrzeuge dient (1) der zukünftige

Fahrzeugabsatz in den Szenarien, (2) die heutige räumliche Verortung der Produktionsstandorte und (3) eine Vielzahl von Hinweisen auf zukünftige neue Schwerpunkte der Fahrzeugproduktion mit Bezug zur E-Mobilität, beispielsweise (geplante) Batterieproduktion in Erfurt und Kamenz, Forschungs- und Demonstrationscluster zu E-Mobilität in der Region Aachen.

Damit erfolgt die Fortschreibung der regionalen Beschäftigung in der Mobilität bis 2035 anhand einer Kombination aus einem analytischen, datenbasierten Rechenansatz ausgehend von der regionalen Verteilung der Beschäftigung im Status quo und einer Heuristik der erwarteten Schwerpunkte der Beschäftigung in Fahrzeugproduktion und Mobilitätsdienstleistungen. **Es handelt sich damit nicht um eine regionale Prognose**, sondern um eine aus heutiger Sicht plausibel ableitbare Verteilung der Beschäftigung ohne Berücksichtigung möglicher unternehmerischer Standortentscheidungen. Solche Unternehmensentscheidungen, z.B. zur Schließung von Standorten mit schwachen Margen und Verlagerung der verbleibenden Produktion auf andere Standorte, sind hier nicht modelliert und unterstellt worden.

### 3.4 Fazit der regionalen Analyse

Die regionale Analyse kommt zu dem Ergebnis, dass der Mobilitätssektor auch bis 2035 ein Bereich mit wachsender Beschäftigung bleiben wird. Allerdings gewinnen die Bereiche der Mobilitäts- und Verkehrsdienstleistungen zukünftig an Bedeutung für die Beschäftigung in Deutschland. Der Zuwachs an Beschäftigung in Mobilitätsdienstleistungen kann den Wegfall an Beschäftigung in der Fahrzeugproduktion – speziell bei den Komponenten Antriebsstrang und Verbrenner – durch den Antriebswechsel auf elektrifizierte und insbesondere batterieelektrische Pkw kompensieren.

Regional können allerdings in einzelnen Kreisen auch deutliche Nettoverluste an Beschäftigung auftreten. Dies ist dann der Fall, wenn diese Regionen einen hohen Bestand an Arbeitsplätzen im Bereich der Herstellung von Verbrennungsmotoren und Antriebsstrang bzw. von deren Teil-Komponenten aufweisen, aber sich keine Fertigung im Bereich der E-Mobilitätskomponenten und Fahrerassistenzsysteme andeutet. Hinzu kommt in diesen Regionen, dass eine eher geringe Bevölkerungszahl und -dichte in keinen substanziellen Aufbau von neuen Mobilitätsdienstleistungen erwarten lassen.

Vielfach wird über einen substanziellen Verlust der Beschäftigung in der Fahrzeugproduktion durch eine Hinwendung zur E-Mobilität diskutiert. Trotz der deutlichen Veränderung der Pkw-Neuzulassungen und der Pkw-Flotte in Deutschland in den Szenarien fällt der Befund in diesem Arbeitspapier jedoch ambivalent aus.

In ES-35 kann sogar (ohne Güterverkehr und KEP-Dienste) ein deutlicher Zuwachs an Beschäftigung erwartet werden (+153.300), während in MM-35 immerhin ein leichtes Wachstum zu erwarten ist (4.400).

Dieser Befund hängt neben den nationalen Faktoren zur Transformation der Mobilität durch Elektrifizierung und Mobilitätsdienstleistungen an zwei weiteren Faktoren, die die Beschäftigung mindestens genauso stark beeinflussen wie die Elektrifizierung der Pkw und die Transformation ihrer Nutzung: die sektorale Produktivitätsentwicklung im Automobilbau und die mögliche Verlagerung größerer Teile der Produktion von Deutschland in die Nachfrageländer.

Wir haben für die regionale Analyse die Entwicklung der sektoralen Arbeitsproduktivität ungefähr in der Größenordnung der Periode 2010 bis 2014 fortgeschrieben, so dass die **realen** Produktivitätszuwächse in einer Bandbreite von 1 % bis 2 % liegen. Außerdem wurde keine großflächige Verlagerung der Produktion ins Ausland unterstellt, sondern eine anteilig ähnliche Belieferung aus Deutschland wie in den letzten Jahren.

---

## 4 Beschäftigungswirkung aus sektoraler Sicht

Die folgende Analyse konzentriert sich auf die sektoralen Effekte inklusive der verästelten Zulieferbeziehungen einer Volkswirtschaft, wie sie durch eine Input-Output Tabelle abgebildet werden. Dabei werden die Sektoren tiefer desaggregiert als in den beiden anderen Analysen (Kapitel 3 und 5). Dafür werden keine regionalen Effekte und auch keine dynamischen Wachstumseffekte mitberücksichtigt.

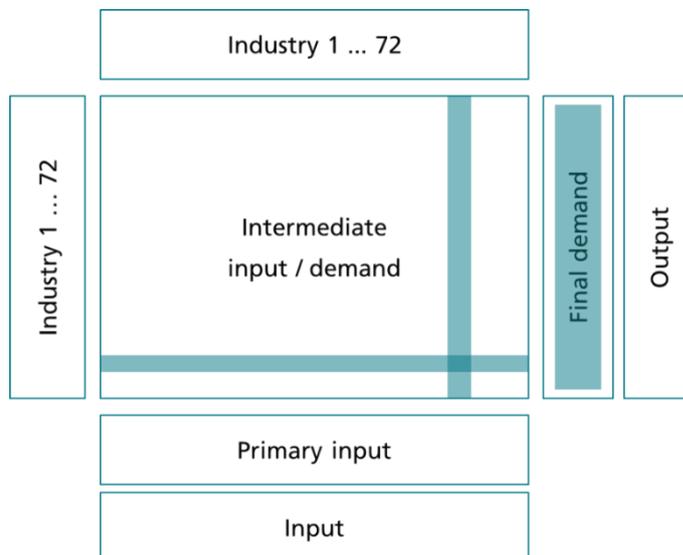
### 4.1 Methodik

Die von (Leontief 1936) entwickelte Input-Output-Rechnung ist eine Methodik, die häufig zur Analyse von Strukturwandelprozessen eingesetzt wird. Ihre Stärke liegt in der Abbildung von Produktions- und Beschäftigungseffekten entlang der gesamten Lieferkette aller direkt und indirekt betroffenen Branchen. Daher wird auch für die Bestimmung der direkten und indirekten Wirkung einer transformierten Mobilität auf die Erwerbstätigkeit in einzelnen Wirtschaftsbereichen ein Input-Output-Modell eingesetzt.<sup>7</sup> Hierbei werden die zwei für das Jahr 2035 definierten Szenarien mit dem Status Quo 2015 verglichen: Das ES-35-Szenario zeichnet sich durch eine deutliche Stärkung der Umweltallianz und Elektrifizierung des Straßenverkehrs aus, wodurch der Straßenverkehr auch in zentralen Handlungsfeldern (Klima, Luftverschmutzung, Lärm) nachhaltig wird und seine dominante Rolle als Verkehrsmittel behält. Das MM-35-Szenario konzentriert sich vielmehr auf die Multimodalität mit der Schiene im Fern- und Regionalverkehr, intermodal und flexibel kombiniert mit dem Fahrrad und dem öffentlichen Verkehr. Hier wird der flexible, intermodale Mobilitätsverbund zum dominierenden Verkehrsmittel.

---

<sup>7</sup> Für eine detaillierte Beschreibung von Methodik und Ergebnissen siehe Sievers et al 2019.

**Abbildung 4-1: Schematische Darstellung der deutschen Input-Output Tabelle**



Quelle: ISI, eigene Darstellung

Abbildung 4-1 veranschaulicht die Logik einer Input-Output-Tabelle (IOT). Die Spalten bilden die Inputstruktur eines Produktionsbereichs ab: die primären Inputs (Löhne, Steuern, Gewinne usw.) werden zur Summe aller bezogenen Vorleistungen (sekundäre Inputs) addiert, um den gesamten Input zu erhalten. Die Zeilen bilden die Produktion einer Gütergruppe ab: die Produktion für die Endnachfrage (Konsum, Investitionen, Export usw.) wird zur Summe aller gelieferten Vorleistungen einer Gütergruppe addiert, um die Gesamtproduktion zu erhalten.

Das verwendete Input-Output-Mengenmodell basiert auf der IOT 2014 des Statistischen Bundesamtes. Diese umfasst 72 Wirtschaftsbereiche. Während dieser Detailgrad für viele Analysen weniger problematisch ist, ist sie für die Untersuchung der Auswirkungen des Strukturwandels im Mobilitätssektor unzureichend. Ein Wirtschaftsbereich ist zum Beispiel die Herstellung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugteilen. Um die Auswirkungen der Elektrifizierung zu untersuchen, ist eine feinere Granularität erforderlich, da die Kosten- und Eingangsstruktur von Batterien nicht mit der Struktur klassischer Kraftfahrzeugteile vergleichbar ist. Daher wurden verkehrsbezogene Wirtschaftsbereiche ausdividiert und die Input-Output-Tabelle so auf 92 Wirtschaftsbereiche erweitert. So wurde beispielsweise die Herstellung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugteilen in drei Bereiche unterteilt: die Produktion von klassischen Komponenten, von Batterien und von anderen elektrifizierungsrelevanten Komponenten. Zusätzliche Zeilen der erweiterten IOT basieren auf einer detaillierten

Gütermatrix aus dem Jahr 2012 des Statistischen Bundesamtes (bei etablierten Teilbereichen) bzw. auf aus exemplarischen Analysen gewonnenen und aggregierten (bottom-up) Werten der Nachfrage (bei neuen Teilbereichen). Zusätzliche Spalten, also die Inputstruktur der hinzugefügten Produktionsbereiche, wurden aus mehreren Quellen abgeleitet (Strukturerhebung des Statistischen Bundesamtes, bottom-up ermittelte Werte, Finanzberichte usw.).

Direkte Effekte ergeben sich aus der veränderten Nachfrage (Investitionen, Konsum und Außenhandel) nach verkehrsbezogenen Produkten und Dienstleistungen in den Szenarien im Vergleich zum Status Quo. Die Nachfrageänderungen beruhen auf Literaturangaben, statistischen Daten und Ergebnissen von Verkehrsmodellen und wurden weitestgehend mit den in regionalen Analyse zugrunde gelegten Entwicklungen abgestimmt.<sup>8</sup> Durch die Berücksichtigung der Wirtschaftsverflechtung werden auch indirekte Effekte in vorgelagerten Wirtschaftsbereichen abgebildet. Darüber hinaus wurden Änderungen in der Vorleistungsstruktur für das Jahr 2035 berücksichtigt. Mögliche Treiber sind der zunehmende Automatisierungsgrad und die Elektrifizierung von Fahrzeugen, Skaleneffekte bei neuen Technologien und die veränderte Vorleistungsnachfrage nach verkehrsbezogenen Gütern und Dienstleistungen.<sup>9</sup> Die Endnachfrage in nicht verkehrsbezogenen Wirtschaftsbereichen wurde unter Verwendung einer Wachstumsrate von 1,2% p.a. (OECD 2019) fortgeschrieben um die indirekten Wirkungen auf verkehrsbezogene Wirtschaftsbereiche zu berücksichtigen. Die Wirkung der Veränderungen der End- und Zwischennachfrage sowie der Produktionsstruktur auf die Erwerbstätigkeit wurden berechnet, indem sektorale Beschäftigungsintensitäten (Erwerbstätige je Produktionswert) mit der aus der Input-Output Rechnung resultierenden Produktion je Wirtschaftsbereich verknüpft wurden.

## 4.2 Ergebnisse der sektoralen Analyse

Die Gegenüberstellung der Gesamteffekte zeigt, dass das Konzept nachhaltige Mobilität im E Straße Szenario für 2035 einen zusätzlichen Arbeitskräftebedarf von +147.900 Vollzeit-Äquivalenten (VZÄ) im Vergleich zum Status Quo nach sich zieht. Im Gegensatz dazu entsteht durch den Wandel zu nachhaltiger Mobilität, wie im Szenario Multimodalität definiert, ein geringerer Arbeitskräftebedarf von -21.800 VZÄ. Auf den Arbeitskräftebedarf im Status Quo bezogen sind dies 0,4% zusätzliche Erwerbstätige im E Straße Szenario bzw. 0,1% weniger Erwerbstätige im MM-35 Szenario.

---

<sup>8</sup> Sievers et al 2019 enthält eine genaue Beschreibung der für die Modellierung genutzten Datenbasis.

<sup>9</sup> Dies beinhaltet beispielsweise eine Verlagerung des gewerblichen Personenverkehrs und Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene.

Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung lässt, ohne spezifische sektorale Impulse zu definieren, mit einem allgemeinen Rückgang der Erwerbstätigkeit von -989.000 VZÄ rechnen. Dieser Rückgang entspricht in etwa dem Rückgang des verfügbaren Arbeitskräftepotenzials durch den demografischen Wandel in Deutschland. Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung wurde mit einem positiven Wirtschaftswachstum fortgeschrieben, dem eine Steigerung in der Arbeitsproduktivität gegenübersteht. Der Anstieg der Arbeitsproduktivität ist höher als das unterstellte Wirtschaftswachstum, woraus ein Rückgang der Erwerbstätigkeit in der Größenordnung von ca. 3% im Vergleich zum Status Quo resultiert. Die Gegenüberstellung mit den auf die Verkehrsszenarien zurückgehenden Entwicklungen zeigt, dass die negativen Effekte im MM-35 Szenario nur etwa 2% der ohnehin unterstellten gesamtwirtschaftlichen Effekte entsprechen.

In Abbildung 4-2 sind die durch den Wandel im Mobilitätssektor bedingten Abweichungen des Arbeitskräftebedarfs je Wirtschaftsbereich zwischen den Szenarien und dem Status Quo gegenübergestellt. Die Balken zeigen die absoluten Abweichungen der Szenarien vom Status Quo in Vollzeitäquivalenten, die gelben Punkte die relative Abweichung im ES-35 Szenario und die roten Kreuze die relative Abweichung im MM Szenario. Die relativen Abweichungen der neuen Wirtschaftsbereiche wie beispielsweise die Herstellung von Batterien für Kfz oder Carsharing wurden aufgrund ihrer extrem starken Wachstumsraten und des resultierend geringen Erklärungsgehalts zur besseren Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der relevanten Bereiche (Nummer der Wirtschaftsbereiche in der Grafik sind in Klammern im Text eingefügt) in den beiden Szenarien gegenübergestellt. Die mit Buchstaben versehenen Kästen in Abbildung 4-2 markieren die in A bis H beschriebenen Gruppen von Wirtschaftsbereichen.



- A. Der stärkere Fokus auf straßengebundene elektrifizierte Mobilität im E Straße Szenario, im Vergleich zum Szenario Multimodalität, ist Treiber für die gemäßigeren Effekte im Bereich der konventionellen Herstellung von Kfz (27). Gleichzeitig erfahren die Vorleistungsbereiche für Elektrofahrzeuge (25, 26) im ES-35 einen höheren positiven Effekt als im MM-35. Im ES-35 Szenario können die negativen Effekte der konventionellen Kfz-Produktion durch die Zuwächse bei den E-Komponenten und Batterien ausgeglichen werden und resultieren in einem positiven Beschäftigungseffekt in der Fahrzeugproduktion. Im MM-35 Szenario reicht der zusätzliche Arbeitskräftebedarf bei den E-Komponenten und Batterien nicht aus um die negativen Effekte in der konventionellen Produktion zu kompensieren. Beiden Szenarien unterliegen auf die bisherige Entwicklung in der Fahrzeugindustrie angepasste Annahmen bezüglich der zukünftigen Exporte.
- B. Der Bereich Handelsleistungen mit Kfz (42) ist, wie der verknüpfte Bereich Herstellung von Kfz, durch die umfassendere Reduzierung der Pkw-Flotte im Szenario Multimodalität stärker betroffen als im E Straße Szenario. Der Bereich Instandhaltung von Kfz (43) ist in beiden Szenarien stark negativ sowohl durch den verminderten Instandhaltungsaufwand bei Elektrofahrzeugen, als auch durch die Schmälerung der Pkw-Flotte betroffen. Im MM-35 Szenario führt der vermehrte Rückgang an Fahrzeugen, insbesondere im MIV, in Kombination mit der Elektrifizierung zu noch stärkeren negativen Effekten im Vergleich zum ES-35 Szenario.
- C. Im Szenario Multimodalität steht die schienengebundene Mobilität und der klassische ÖV in Kombination mit Sharing-Angeboten für die letzte Meile stärker im Fokus. Diese Orientierung drückt sich vor allem im Bereich des Infrastrukturausbaus (39) aus. Hier sind die positiven Beschäftigungseffekte im ES-35 Szenario deutlich geringer als im MM-35 Szenario. Starke Zuwächse im Bereich des Straßen- und Schienenbaus treten in beiden Szenarien auf. Der Infrastrukturausbau ist klassisch sehr stark durch große Einzelinvestitionen getrieben. Die resultierenden Beschäftigungseffekte haben daher eher einen temporären Charakter. Dennoch ist langfristig mit einem höheren Instandhaltungsaufwand der vergrößerten Infrastruktur zu rechnen wodurch wiederum zusätzlicher Arbeitskräftebedarf entsteht.
- D. Die stärkere Nutzung der Schiene durch Personenverkehr (46) und Güterverkehr (47) führt ebenfalls zu höheren positiven Beschäftigungseffekten im MM-35 Szenario.
- E. Ein höherer Arbeitskräftebedarf in den Bereichen Taxis (51) und Carsharing (76) zur Abrundung der Multimodalität im MM-35 Szenario ist auf die gleichen Argumente zurückzuführen. Der hohe Zuwachs im Bereich Carsharing ergibt sich aus der extremen unterstellten Zunahme der Fzg-km (500-fach von heute) im MM-35 Szenario.
- F. Die Nachfrage nach elektrischem Strom (34) steigt in beiden Szenarien und damit auch die verbundene Beschäftigung. Der Anstieg des Strombedarfs ist dabei im ES-35 Szenario etwas stärker auf den größeren Anteil von elektrisch betriebenen Fahrzeugen, im MM-35 Szenario auf die höhere Nutzung schienengebundener

- Beförderungsmittel zurückzuführen. Die Elektrifizierung des straßengebundenen Verkehrs hat im Vergleich zum Status Quo einen größeren Effekt auf die Stromnachfrage wodurch die Effekte im ES-35 Szenario leicht höher sind.
- G. Die zunehmende Automatisierung des ÖPNV (48) und die einhergehende Steigerung der Arbeitsproduktivität hat in beiden Szenarien trotz steigender Nutzung des ÖPNV einen negativen direkten Effekt auf die Beschäftigung. Dieser negative Effekt wird zwar von den indirekten Effekten überkompensiert, der resultierende gestiegene Arbeitskräftebedarf im ÖPNV bleibt aber trotzdem in beiden Fällen unter dem Bedarf im Bereich der autonomen Shuttles (49). Eine Favorisierung der Nutzung autonomer Shuttles aufgrund ihrer positiveren Beschäftigungswirkung bleibt unter Berücksichtigung ihrer Umweltwirkungen zu diskutieren.
- H. Der straßengebundene Güterverkehr ist in beiden Szenarien stark betroffen. Der Straßengüterverkehr (52), Sonstige Dienstleistungen für den Verkehr (60), der hauptsächlich aus dem Bereich Spedition besteht, sowie Post- und Kurierdienste (61) zeigen deutliche Beschäftigungsrückgänge. Verlagerungen auf den Schienengüterverkehr und ein hoher Automatisierungsgrad sowohl der Fahrzeuge, die automatisiertes Fahren ermöglichen, als auch in den Verwaltungsprozessen erklären den Rückgang der Arbeitsnachfrage.

Es ist wichtig die oben genannten aggregierten Beschäftigungseffekte in ihren Kontext zu setzen: Die Beschäftigungsverluste im ES-35 summieren sich zu -502.000 VZÄ (MM-35: -768.000 VZÄ), denen Beschäftigungszuwächse in Höhe von +650.000 VZÄ (MM-35: +746.300 VZÄ) gegenüberstehen. Der Arbeitskräftebedarf, der durch die Transformation zu nachhaltiger Mobilität neu hinzukommt, wird nicht ohne weiteres von den Personen gedeckt werden können, die im gleichen Zuge von Beschäftigungsrückgängen betroffen sind. Neben den möglichen Divergenzen der erforderlichen Qualifikationen in neuen Zweigen innerhalb eines Unternehmens oder zwischen verschiedenen Unternehmen an einem Standort, können auch regionale Verschiebungen der Nachfrage nach Arbeitskräften auftreten.

Neben den quantitativen Abschätzungen der Arbeitsplatzeffekte in VZÄ spielen auch die qualitativen Aspekte der betroffenen Arbeitsplätze eine Rolle. Die Beschäftigungseffekte werden daher in Anzahl der Beschäftigten ausgedrückt und nicht wie in den vorigen Abschnitten in VZÄ, um einen besseren Eindruck der Anzahl betroffener Personen zu vermitteln. Der Rückgang der Beschäftigung um -21.800 VZÄ im Szenario MM-35 entspricht einem Rückgang von -32.200 Beschäftigten. Der Zuwachs der Beschäftigung um +147.900 VZÄ im Szenario ES-35 entspricht einem zusätzlichen Bedarf von +160.800 Beschäftigten.

Die absoluten Abweichungen des Arbeitskräftebedarfs zwischen den Szenarien und dem Status Quo weisen deutliche Unterschiede in Bezug auf die qualitativen Aspekte (Vollzeit / Teilzeit, Geschlecht, Anforderungsniveau) auf. Das liegt daran, dass in den Szenarien verschiedene Wirtschaftsbereiche, mit ihren individuellen Beschäftigtenstrukturen, unterschiedlich stark positiv oder negativ betroffen sind. In Abbildung 4-3 sind die durch den Strukturwandel im Mobilitätssektor bedingten Beschäftigungseffekte unterteilt nach Anforderungsniveau (obere Grafik), Vollzeit / Teilzeit (mittlere Grafik) und weibliche / männliche Beschäftigte (untere Grafik).

**Abbildung 4-3: Beschäftigungseffekte durch den Strukturwandel im Mobilitätssektor: Absolute Abweichung zwischen Szenarien und Status quo unterteilt nach Anforderungsniveau, Arbeitszeit und Geschlecht**



Quelle: Eigene Berechnungen des Fraunhofer-ISI

Der Rückgang im Szenario MM-35 2035 gegenüber dem Status Quo betrifft besonders stark Helfer und Fachkräfte, während Spezialisten und Experten zusätzliche Nachfrage erfahren, den insgesamt negativen Effekt aber nicht ausgleichen können. Im Szenario ES-35 werden Arbeitskräfte aller Anforderungsniveaus verstärkt nachgefragt. Auffällig ist die höhere Nachfrage nach Spezialisten und Experten (39% bzw. 32% der zusätzlichen Nachfrage), da diese derzeit nur etwa 12% bzw. 13% der Gesamtbeschäftigung ausmachen, während

Helfer und Fachkräfte mit 15% bzw. 60% von wesentlich größerer Bedeutung sind. Dies könnte so interpretiert werden, dass einige Bereiche, in denen Helfer und Fachkräfte einen größeren Anteil als in der Gesamtwirtschaft ausmachen, wie etwa Kraftfahrzeughandel und -Instandhaltung und Dienstleistungen des Straßengüterverkehrs negativ betroffen sind, wohingegen einige Bereiche profitieren, die einen höheren Anteil an Spezialisten und Experten ausweisen als die Gesamtwirtschaft, wie etwa Carsharing<sup>10</sup> oder Schienenverkehr. Die Struktur der Gesamtbeschäftigung wird durch die strukturellen Änderungen der verschiedenen Mobilitätsszenarien jedoch kaum beeinflusst.

In Bezug auf Vollzeit und Teilzeit weist die zusätzlich Arbeitskräftenachfrage im ES-35 im Vergleich zur Gesamtwirtschaft einen etwas höheren Anteil an Vollzeitarbeitskräften aus (84% versus 71%). Der Rückgang im MM-35 Szenario betrifft fast ausschließlich (98%) Vollzeitarbeitskräfte, was daran liegt, dass negative Effekte für Teilzeitkräfte durch positive Effekte kompensiert werden bzw. die positiven Effekte einen höheren Teilzeitanteil aufweisen als die negativen.

In Bezug auf die Geschlechterverteilung des Beschäftigungsdeltas unterscheiden sich die Szenarien deutlich voneinander. Im Szenario MM-35 sind insbesondere Wirtschaftsbereiche negativ betroffen, die einen überdurchschnittlich hohen Männeranteil aufweisen, wie Herstellung, Handel und Instandhaltung von Kraftfahrzeugen, Speditionen und KEP-Dienstleistungen. Im Gegensatz dazu profitieren Wirtschaftsbereiche vom Strukturwandel des Mobilitätssektors, die einen hohen weiblichen Anteil an Beschäftigten verzeichnen. Dies passt zu den obigen Ergebnissen bezüglich Teilzeitarbeit und führt zu einem negativen Delta bei männlichen Beschäftigten und zu einem positiven Delta bei weiblichen Beschäftigten. Auch im Szenario ES-35 ist der Anteil an weiblichen Beschäftigten am Delta höher als an männlichen (54% versus 46%) und somit etwas höher als im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt (49% weiblich, 51% männlich).

### 4.3 Methodische Reflexion

Das verwendete offene Input-Output-Mengenmodell erweist sich als geeignetes Instrument für die Untersuchung der Fragestellung. Vereinfachende Annahmen der Input-Output-Rechnung wurden durch methodische Erweiterungen adressiert. Erstens, die Verwendung von linear-limitierenden Produktionsfunktionen bzw. konstanten Inputstrukturen: Diese Annahme wurde zumindest teilweise gelockert, in dem die Inputstruktur in 2035 im Vergleich zur Inputstruktur des Status Quo unterscheidet, wobei teilweise auch Skaleneffekte (bei neuen stark wachsenden Bereichen) berücksichtigt wurden. Zweitens, die Unterstellung eines homogenen Gutes je Produktionsbereich: Die Ausweitung der Tabelle in den verkehrsrelevanten Branchen schwächt diese Annahme ab.

Neben den vereinfachenden Annahmen, die durch die Wahl der Input-Output-Analyse als Methode getroffen werden, mussten auch für die Erweiterung der Input-Output Tabelle an vielen Stellen Abschätzungen vorgenommen werden. Die erforderlichen Daten waren

---

<sup>10</sup> Für Carsharing wurde die gleiche Struktur der Beschäftigten des Bereichs Vermietung von Kraftfahrzeugen genutzt.

teilweise für den Status Quo nicht im benötigten Detaillierungsgrad verfügbar und mussten durch Schätzungen ersetzt werden. Darüber hinaus bleiben die genauen Kostenstrukturen der neuen Technologien für die Anpassung der zukünftigen Input-Koeffizienten vorerst ungewiss und basieren auf Extrapolationen. Zudem wird die Struktur der Außenhandelsbeziehungen in den Wirtschaftsbereichen konstant gehalten, sodass sich der inländische Anteil der Produktion im Laufe der Jahre nicht ändert. Die Abschätzung der Endnachfrageimpulse unterliegt in allen Fällen der heutigen Einschätzung, hier kann sich im Laufe der Zeit Anpassungsbedarf ergeben.

Durch die umfassende Bereitstellung von Input-Output-Tabellen durch die nationalen Statistischen Ämter kann die Methode schnell auf andere Länder übertragen werden. So können neue Erkenntnisse gewonnen werden und die Replikation zur Verbesserung der Methode selbst genutzt werden. Die Erweiterung der Input-Output-Tabelle kann dabei zu einem (endlos) feineren Detaillierungsgrad vorgenommen werden und lässt damit Raum für weitere Forschung sowohl im Verkehrsbereich als auch in anderen Wirtschaftsbereichen.

#### 4.4 Fazit der sektoralen Analyse

Die aggregierten absoluten Beschäftigungseffekte des Wandels hin zu nachhaltiger Mobilität 2035 in Deutschland bewegen sich zwischen einem Zuwachs von +147.900 VZÄ im Vergleich zum Status Quo im ES-35-Szenario und einem Rückgang von -21.800 VZÄ im MM-35-Szenario. Die Transformation des Mobilitätssektors wirkt sich dabei sehr unterschiedlich auf einzelne Wirtschaftsbereiche aus. Ein Teil des Rückgangs der Beschäftigung in den betroffenen Bereichen kann durch die Entwicklung der demographischen Struktur abgedeckt werden, was jedoch nicht näher untersucht wurde.

Negativ betroffen sind in beiden Szenarien ähnlich stark der straßengebundene Güterverkehr, sowie Speditionen und KEP-Dienstleistungen. Diese Bereiche erfahren durch die zunehmende Automatisierung einen Rückgang der Beschäftigungsintensität. Da der Straßengüterverkehr ohnehin vor dem Problem fehlender Kraftfahrer steht, kann dieser Effekt vor der aktuell intensiven Diskussion um Fahrer- und Fachkräftemangel im Gewerbe eher vorsichtig positiv bewertet werden.

Im Multimodalitäts-Szenario, das sich durch einen starken inländischen Nachfragerückgang nach Pkw auszeichnet, sind die Bereiche Herstellung von Kraftfahrzeugen sowie Handel mit Kraftfahrzeugen und Reparatur und Instandhaltung von Kraftfahrzeugen negativ betroffen. Auch im E-Straße-Szenario erfährt insbesondere der Bereich Reparatur und Instandhaltung von Kfz, bedingt durch die Elektrifizierung, einen deutlichen Rückgang. Die negativen Effekte können bei weitem nicht durch die positiven Effekte im Bereich Herstellung von Batterien und weiteren spezifischen Komponenten für elektrisch betriebene Kraftfahrzeuge kompensiert werden. Zudem wurde in den Szenarien ein deutlicher Anstieg der Exporte im Vergleich zum Status Quo hinterlegt, der nur dann erreicht werden kann, wenn deutsche Hersteller ihre Stellung auf dem Weltmarkt halten können.

Dem inländischen Nachfragerückgang nach Kraftfahrzeugen und damit verbundenen Dienstleistungen steht insbesondere im Multimodalitäts-Szenario eine erhöhte Nachfrage

nach öffentlichem Verkehr mit entsprechendem Anstieg in den betroffenen Dienstleistungsbereichen sowie bei der Bereitstellung der nötigen Infrastruktur gegenüber. Vor allem der Bau der Schieneninfrastruktur bedarf vieler Arbeitskräfte und einer zeitnahen Umsetzung um das Funktionieren der zukünftigen Multimodalität zu gewährleisten. Auch die Nachfrage nach Dienstleistungen für individuelle Mobilität wie Carsharing und Taxis steigt in einer Welt mit weniger Privat-Pkw an, und zieht entsprechend einen Arbeitskräftebedarf in diesen Bereichen nach sich. Insbesondere beim Anstieg im Taxibereich ist die Nachhaltigkeit sowohl unter ökologischen Aspekten als auch unter sozialen Aspekten diskutabel. So ist beispielweise die Langfristigkeit der Arbeitsplätze im Hinblick auf die zunehmende Automatisierung fraglich. Bei Dienstleistungen wie Carsharing oder dem Betrieb von autonomen Shuttles und Robotaxen ist aus Sicht der Beschäftigung entscheidend, ob bzw. zu welchem Anteil die benötigten Tätigkeiten im Inland ausgeübt werden.

Die ermittelten Beschäftigungseffekte sind immer als Arbeitskräftebedarf zu sehen, da die Angebotsseite, also die Struktur des Arbeitsmarktes, nicht mit abgebildet wurde. Die Auswertung der qualitativen Aspekte des ermittelten Arbeitskräftebedarfs zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Szenarien bezüglich Anforderungsniveau, Arbeitszeit und Geschlechterverteilung.<sup>11</sup> Es reicht also nicht aus, allein die aggregierten Effekte zu betrachten, da Umschulungen nicht von jedem Bereich auf jeden anderen möglich sind. Weitere qualitative Aspekte wie Verdienstniveau, Organisation der ArbeitnehmerInnen etc. wurden nicht untersucht. Ein einfaches quantitatives gegeneinander Aufwiegen von positiven und negativen Effekten ist wenig sinnvoll, daher sollte zukünftige Forschung mögliche Verschiebungen innerhalb und zwischen den Branchen, und vor allem zwischen Berufsbildern und Qualifikationsniveaus untersuchen, um den zuständigen politischen Entscheidungsträgern und Unternehmen detaillierte Empfehlungen zur Bewältigung des Strukturwandels zu geben.

Struktur und Ausmaß der Beschäftigungseffekte hängen neben dem Treiber der zunehmenden Automatisierung auch von der Ausgestaltung nachhaltiger Mobilität ab. In einem Großteil der betrachteten Wirtschaftsbereiche zeichnet sich das E-Straße-Szenario durch einen höheren Arbeitskräftebedarf als das Multimodalität-Szenario aus. Ob dieses Szenario daher zu bevorzugen ist, bleibt im Hinblick auf den demographisch bedingten Rückgang des Arbeitskräfteangebots offen. Auch sollten die Beschäftigungseffekte immer im Zusammenspiel mit weiteren Nachhaltigkeitsaspekten der Szenarien, wie etwa ihrem Beitrag zum Klimaschutz, betrachtet werden.

Im Szenario multimodaler Mobilitätsdienste (MM-35) spielt die Organisation von Anbietern, Verkehrsteilnehmern, Unternehmen und Gütern über Plattformen eine wesentliche Rolle. Je nach Ausgestaltung dieser Plattformen und der Regeln für deren Einsatz ergeben sich große Auswirkungen auf den dahinterliegenden Arbeitsmarkt. Prominentes Beispiel ist die Rolle des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) und der Arbeitsmarktregeln für die Darstellung von Mitnahmediensten (Ridesharing) im Personenverkehr. Ebenso relevant ist die Frage

---

<sup>11</sup> Für Details siehe Sievers et al (2019).

der Automatisierung im öffentlichen Verkehr von Bussen, Tram, U-Bahnen, Zügen und Verladeterminals. Die technologischen Entwicklungen und rechtlichen Freiräume bzw. Leitplanken in diesen Bereichen entscheiden über die Wirtschaftlichkeit wie auch über die Beschäftigungswirkung dieser neuen Ausprägungsformen im Personen- und Güterverkehr.

## 5 Wachstums- und Beschäftigungswirkung

In diesem Kapitel werden die Modellierung und die Ergebnisse der dynamischen, gesamtwirtschaftlichen Analyse der Szenarien ES-35 und MM-35 beschrieben (AP5 des Projektes, Schade et al. 2020).

Gesamtwirtschaftliche Analysen verfolgen das Ziel, die indirekten, ökonomischen Effekte einer Politik, eines Politikprogramms, eines Szenarios oder einer Strategie auf die gesamte Volkswirtschaft abzubilden bzw. zu erfassen. Sie können auch als makroökonomische Analysen bezeichnet werden. Im Allgemeinen erfordert die makroökonomische Analyse den Einsatz eines vollständigen mathematischen Modells einer Volkswirtschaft oder mehrerer durch Handel und ggf. weitere Austauschbeziehungen (z.B. Verkehrsflüsse, Migration von Arbeitskräften) miteinander verflochtener Volkswirtschaften. Ziel eines solchen mathematischen Modells ist die Berechnung von:

- Nettoeffekten und
- dynamischen Effekten über den betrachteten Zeitpfad.

### 5.1 Methodik

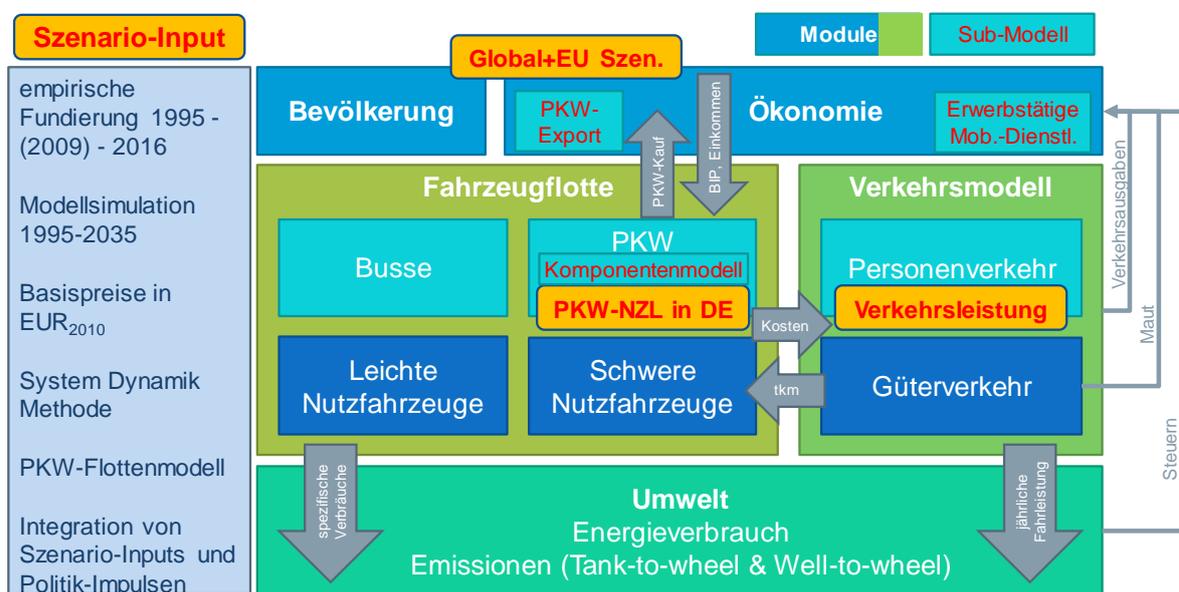
Die dynamische gesamtwirtschaftliche Modellierung erfolgt mit dem Modell ASTRA-HBS von M-Five. Als sogenanntes Simulationsmodell erstreckt sich die Modellierung über den Zeitpfad von 1995 bis 2035. Die Periode 1995 bis 2015 bzw. je nach Datenverfügbarkeit auch bis 2018 wird für die Kalibrierung des Modells genutzt. Ab 2019 beginnt die Simulation der beiden Szenarien nachhaltiger Mobilität. Dabei werden die Szenarien sowohl durch exogene Vorgaben (siehe Kapitel 2) angelegt, als auch durch ein Investitions- und Politikprogramm zur Realisierung der Szenarien hinterlegt. Insbesondere das Investitionsprogramm liefert die ökonomischen Impulse die in ASTRA-HBS eingespeist werden. Wird das Modell ohne exogene Eingabe der Szenarien und ohne Politikprogramm genutzt, entwickelt sich ein Szenario von 1995 bis 2035, welches im Folgenden als dynamische Referenz (REF-Dyn) bezeichnet wird. Durch diese Pfadentwicklung der Referenz unterscheidet sich diese Methode von den Methoden der regionalen und der sektoralen Analyse, die beide nur einen Zukunftszeitpunkt betrachten.

Abbildung 5-1 gibt einen Überblick über die Module des gesamtwirtschaftlichen Modells ASTRA-HBS, die in blau und grün dargestellt sind. Die exogenen Szenario-Inputs und spezifische Sub-Modelle für dieses Vorhaben sind beide in roter Schrift dargestellt. Neben dem makroökonomischen Modul (Ökonomie) sind Fahrzeugflotten der PKW, Busse und Nutzfahrzeuge modelliert sowie die Verkehrsnachfrage im Personen- und Güterverkehr. Deren Ergebnisse (z.B. Fahrleistungen, spezifische Energieverbräuche der PKW-Flotte) liefern für die Umweltmodellierung die erforderlichen Eingangsgrößen. Weitere Details sind in AP5 (Schade et al. 2020) beschrieben.

Die Szenario-Spezifikation beeinflusst unterschiedliche Module, wie die PKW-Nachfrage oder die modale Verkehrsnachfrage. Für dieses Vorhaben wurden zwei zusätzliche Sub-Modelle in ASTRA-HBS implementiert, um wichtige Effekte der Szenarien differenzierter im Modell untersuchen zu können:

- **PKW-Komponentenmodell**, welches die PKW-Kosten und -Preise sowie die Beschäftigung auf Komponentenebene modelliert.
- Ein **Modell der neuen Mobilitätsdienstleistungen**, welches die Wertschöpfung und Beschäftigung in den neuen Angeboten abbildet.

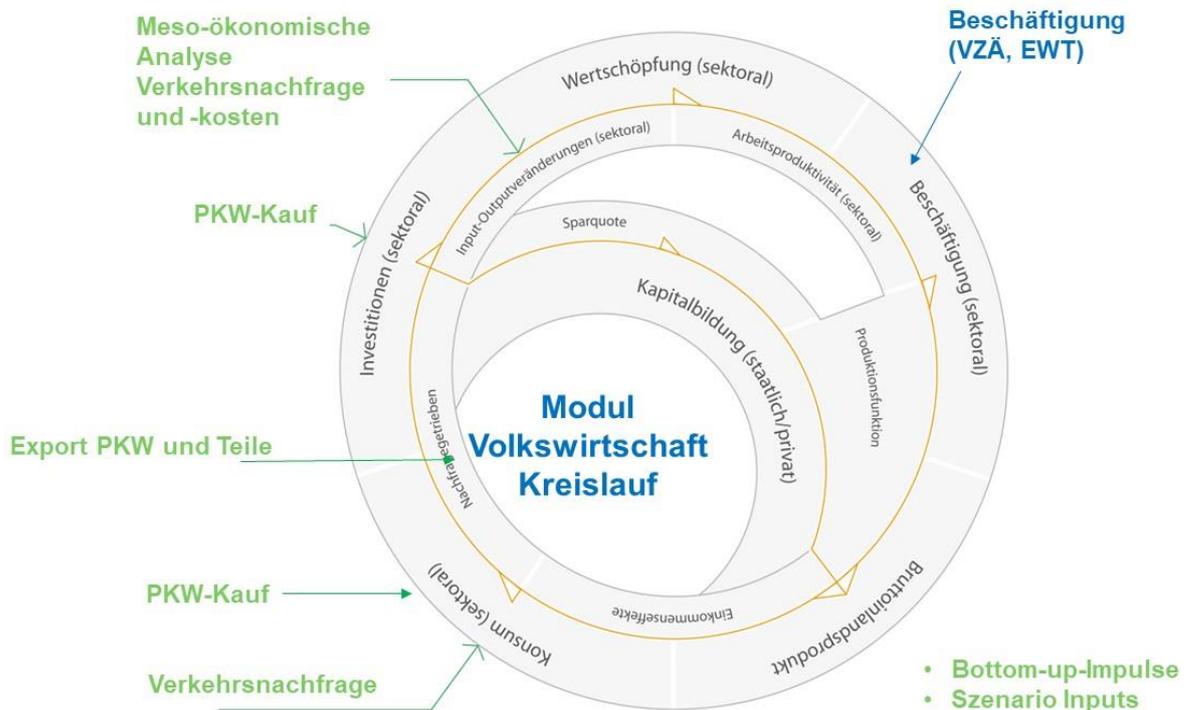
**Abbildung 5-1: Module des dynamischen, gesamtwirtschaftlichen Modells ASTRA-HBS und Szenario-Inputs**



Quelle: M-Five, eigene Darstellung

Abbildung 5-2 fokussiert eine Ebene tiefer in die Komponenten des makro-ökonomischen Moduls. Konsum, Investitionen und Exporte bilden die Treiber der sektoralen Wertschöpfung aus der wiederum die sektorale Beschäftigung für die 57 in ASTRA-HBS differenzierten Sektoren abgeleitet werden kann.

Abbildung 5-2: Modellierung des makroökonomischen Kreislaufs im Makro-Modell von ASTRA-HBS



Quelle: M-Five, Darstellung in Anlehnung an Hartwig et al. 2017

Abbildung 5-3 stellt die Modellstruktur und die Einflussfaktoren zur Modellierung der Nachfrage im Modul *Personenverkehr* dar. Von den Stufen des klassischen 4-Stufen Verkehrsmodells sind die ersten drei Modellstufen voll ausgeprägt, d.h. Erzeugung, Verteilung und Modalwahl. Die Szenariodefinition greift vor allem auf der 2. und 3. Stufe ein. Das Politikprogramm führt dazu, dass sich z.B. Energiepreise ändern in Folge von Steuersatzänderungen oder z.B. Verkehrspreisen in Folge der Einführung von Mauten.

Abbildung 5-3: Ablauf der Modellierung der Personenverkehrsnachfrage



Quelle: M-Five, eigene Darstellung

## 5.2 Ergebnisse der dynamischen, gesamtwirtschaftlichen Analyse

Die Synthese der gesamtwirtschaftlichen Analyse ist in drei Bereiche gegliedert: (1) Aussagen zur gesamtwirtschaftlichen Wirkung, (2) Erkenntnisse zur Beschäftigungswirkung, und (3) eine methodische Reflexion.

### 5.2.1 Gesamtwirtschaftliche Wirkungen

Die Umsetzung der Szenarien nachhaltiger Mobilität erfordern ein deutlich verändertes Investitionsprogramm gegenüber der Struktur von 2015. Dazu gehören steigende Investitionen in ÖV- und Rad-Infrastrukturen, Ladesäulen- und Netzausbau für die E-Mobilität, Fahrzeuge für den ÖPNV, F&E und Erstellung von Produktionsanlagen für neue Technologien im Fahrzeugbereich, d.h. für Batteriezellen und -pakete, für Halbleiter und Assistenzsysteme. Der Verlauf der Investitionen wird ab 2018 für die Szenarien variiert. Tabelle 7 stellt die kumulierten Investitionen gruppiert für vier in den beiden Szenarien relevante Bereiche des Verkehrssystems dar. Dabei wurden die jährlichen Werte über die Periode 2019 bis 2035 aggregiert. In ES-35 ergeben sich für die *Verkehrsnetze* Investitionen von 476 Mrd. €<sub>2010</sub>. Aufgrund des stärkeren Ausbaus des ÖPNVs in MM-35 erhöht sich die kumulierte Investition in Verkehrsnetze auf 537 Mrd. €<sub>2010</sub>. Der zweitgrößte investive Bereich dient der *Stromversorgung des Verkehrs* mit dem Auf- und Ausbau von Erzeugungsanlagen, Verteilnetzen und Ladestationen. Dieser fällt im Elektrifizierungsszenario ES-35 erwartungsgemäß mit 123 Mrd. €<sub>2010</sub> deutlich größer aus als in MM-35 mit 72 Mrd. €<sub>2010</sub>. *ÖV-Fahrzeuge & Stationen* (d.h. Bahnhöfe, Bus-Terminals) liegen in beiden Szenarien gleichauf mit 70 Mrd. €<sub>2010</sub>. In der Struktur unterscheiden sie sich deutlich, da in ES-35 Investitionen in Bus-Systeme deutlich höher liegen und in MM-35 der Fokus auf Bahn-Systemen liegt. Außerdem wurden zusätzliche Investitionen<sup>12</sup> für szenario-spezifische innovative Technologiebereiche berücksichtigt, die zum einen dem Aufbau einer *Batteriezellproduktion* in Deutschland dienen und zum anderen dem Aufbau einer *Halbleiterproduktion* beides gestützt auf zusätzliche *F&E* Aufwendungen. Hier ist eine zusätzliche Investition von 18 Mrd. €<sub>2010</sub>, die auch einen Bestandteil der steigenden Fahrzeugpreise bildet. Zum Vergleich der Größenordnungen sei hier noch auf die Investitionen in Straßenfahrzeuge (d.h. PKW und NFz ohne Busse) in Deutschland über den Zeitraum von 2010 bis 2018 hingewiesen, welche 408 Mrd. €<sub>2010</sub> betragen. Dies macht deutlich, dass zwar Infrastrukturen oft als größter Block der Investition ins Verkehrssystem diskutiert werden, tatsächlich aber die Investition in Fahrzeuge größer ist.

---

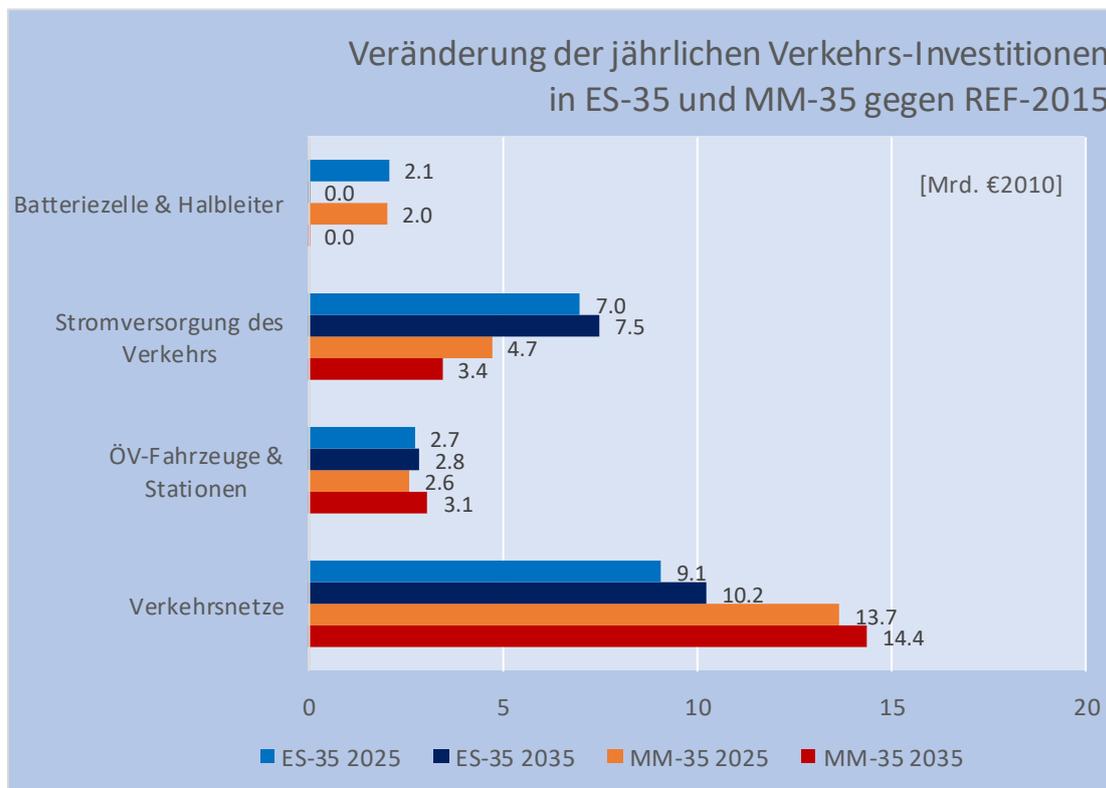
<sup>12</sup> „Zusätzlich“ bedeutet, dass hier nicht angestrebt wurde den gesamten Investitionsbedarf zu quantifizieren. Sonst hätte auch der vermiedene Investitionsaufwand der Automobilindustrie für auslaufende Technologien abgeschätzt und mit dem gesamten Aufwand für Innovationen saldiert werden müssen. Stattdessen ist für diese innovativen Technologien eine aus aktuellen Projekten ableitbare Investitions-Anstrengung als zusätzlich unterstellt worden.

**Tabelle 7: Investitionsprogramm für Personenverkehr 2019 bis 2035 nach Bereichen**

Investitionen nach Bereichen	in Mrd. € <sub>2010</sub>	ES-35	MM-35
Verkehrsnetze		476	537
ÖV-Fahrzeuge & Stationen		70	70
Stromversorgung des Verkehrs		123	72
Batteriezelle & Halbleiter		18	18

Quelle: eigene Berechnungen, M-Five, ASTRA-HBS

Abbildung 5-4 stellt die Veränderung der **jährlichen** Investitionen in den vier Bereichen gegenüber dem Status-quo in 2015 (REF-2015) dar. Hier ergibt sich dieselbe Struktur: MM-35 liegt mit um die 14 Mrd. €<sub>2010</sub> zusätzlichen Investitionen in Verkehrsnetze um rund 4 Mrd. €<sub>2010</sub> höher als ES-35, während ES-35 mit gut 7 Mrd. €<sub>2010</sub> zusätzlichen Investitionen in die Stromversorgung des Verkehrs um etwa 3 Mrd. €<sub>2010</sub> höher liegt als MM-35.

**Abbildung 5-4: Veränderung der jährlichen Investitionen für Personenverkehr in den Szenarien gegen REF-2015 (ohne Pkw)**

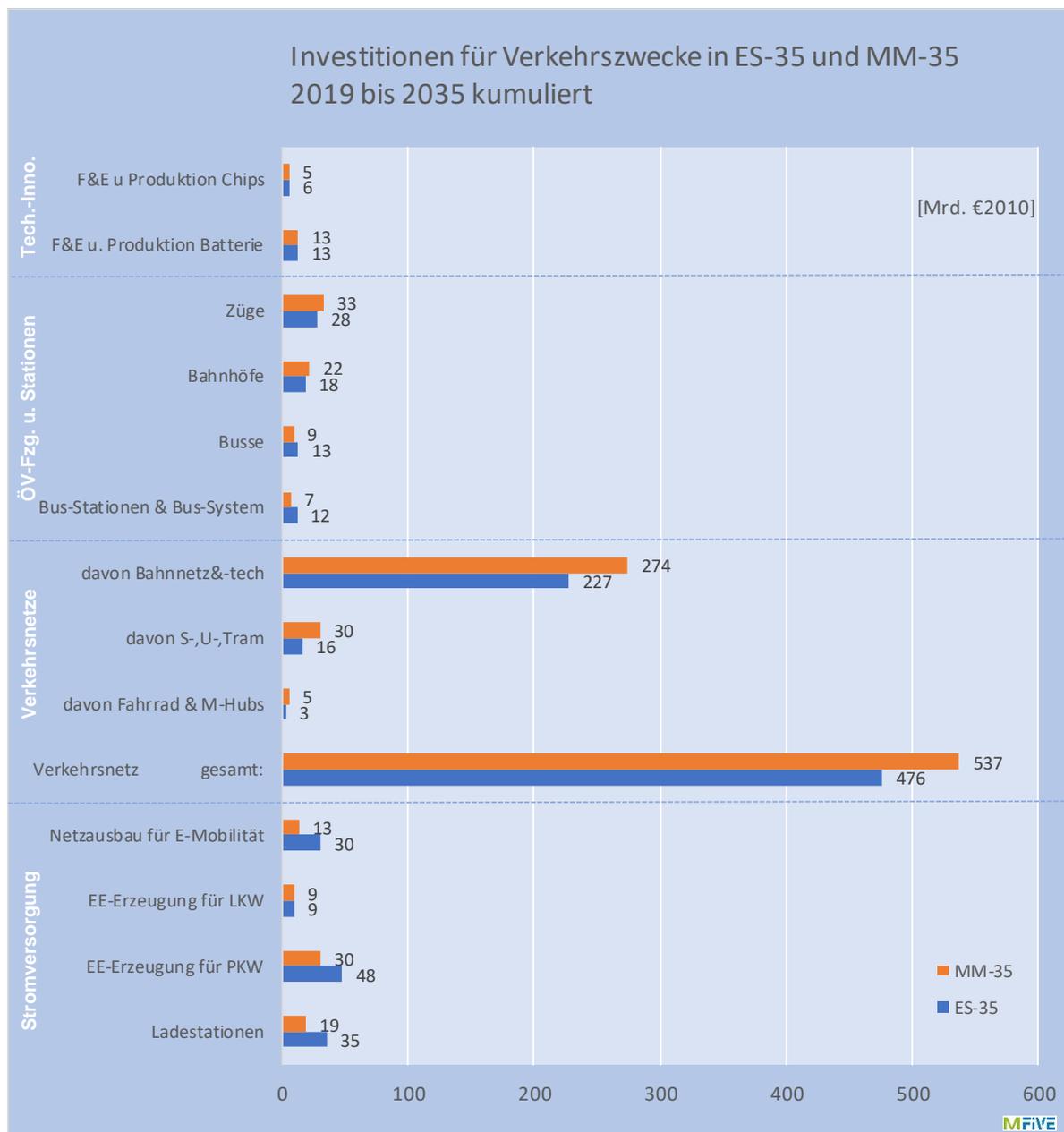
Quelle: eigene Berechnungen M-Five, ASTRA-HBS

Abbildung 5-5 schlüsselt die kumulierten Investitionen der vier Bereiche weiter auf. Es wird deutlich, dass der große Unterschied zwischen ES-35 und MM-35 bei den Verkehrsnetzen durch die Bahnnetze & Technologien resultiert (47 Mrd. €<sub>2010</sub>), sowie durch den Ausbau der

Netze für S-/U-/Trambahnen (14 Mrd. €<sub>2010</sub>). Dabei beinhaltet der Bereich Bahnnetze & Technologien Netzinfrastrukturen wie den Ausbau der großen Knoten in Deutschland, die Realisierung der Flächenbahn, etc. und die Ausstattung der Infrastruktur mit innovativen Steuerungstechnologien (z.B. ETCS Level 2 oder höher).

Auch die Verschiebung im Bereich ÖV-Fahrzeuge & Stationen mit dem Fokus auf Bus-Systeme in ES-35 (jeweils 4-5 Mrd. €<sub>2010</sub> höher als in MM-35) und auf Bahn-Systeme in MM-35 (jeweils 4-5 Mrd. €<sub>2010</sub> höher als in ES-35) wird offensichtlich. Die Investitionen in die Stromversorgung in ES-35 liegt ungefähr doppelt so hoch für den Netzausbau und die Ladestationen als in MM-35. Der Investitionsbedarf an EE-Erzeugungsanlagen ist über 50% höher in ES-35 als in MM-35.

**Abbildung 5-5: Veränderung der kumulierten Investitionen für Personenverkehr in den Szenarien gegen REF-2015 (ohne Pkw)**



In Deutschland ist das reale BIP in den letzten 18 Jahren (2000 bis 2018) im Durchschnitt um 1,3% pro Jahr (Compound Annual Growth Rate, CAGR) gewachsen.<sup>13</sup> In ES-35 beträgt die CAGR für die nächsten 16 Jahre von 2019 bis 2035 1.2%, und in MM-35 1.1%.<sup>14</sup> Ein Unterschied von 0.2% in der CAGR ist allerdings nicht vernachlässigbar, sondern bedeutet in absoluten Zahlen in 2035 eine Differenz des BIP in Deutschland von gut 110 Mrd. €<sub>2010</sub>.

In ES-35 beträgt der absolute Zuwachs des BIP von 2018 bis 2035 638 Mrd. €<sub>2010</sub> und in MM-35 577 Mrd. €<sub>2010</sub> (siehe Abbildung 5-6). Der durchschnittliche absolute jährliche Zuwachs des BIP betrug von 2000 bis 2018 43 Mrd. €<sub>2010</sub>. Das durchschnittliche jährliche absolute Wachstum des BIP sinkt in ES-35 auf 38 Mrd. €<sub>2010</sub> und in MM-35 auf 34 Mrd. €<sub>2010</sub>.

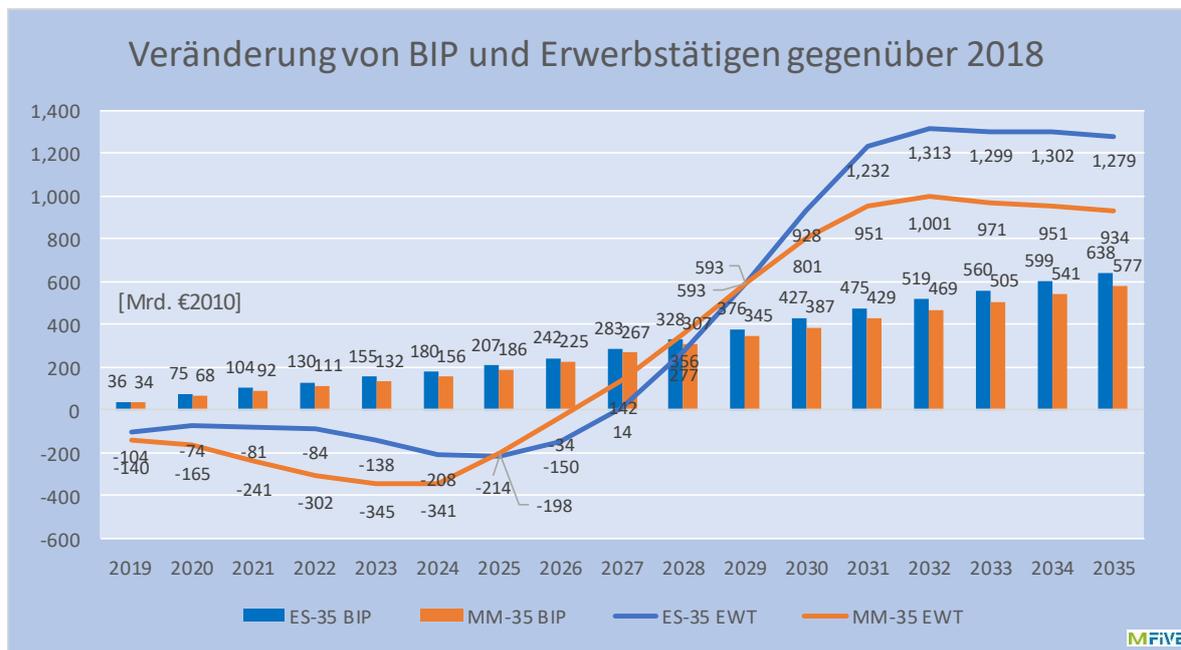
Die Zahl der gesamten Erwerbstätigen (VZÄ) zeigt eine vom kontinuierlich wachsenden BIP abweichende Entwicklung. Zunächst sinkt die Zahl bei steigendem BIP, da für den Investitionshochlauf von 2019 bis 2024 mehr Tätigkeiten mit höherer Wertschöpfung und Produktivität anfallen, während im Dienstleistungsbereich ein leichter Rückgang der Erwerbstätigen entsteht. D.h. es ergibt sich eine leichte Verschiebung der Verteilung der Wertschöpfung von Sektoren mit im Mittel niedrigerer Produktivität zu Sektoren mit höherer Produktivität. Auch nach 2024 werden zusätzliche Ingenieure und Facharbeiter (z.B. im Elektrik- oder im Bau-Sektor) benötigt, und es entsteht zusätzliche Nachfrage in den Mobilitätsdienstleistungen (Sektor Landverkehr) sowie in sonstigen Dienstleistungen. Diese weisen tendenziell eine unterdurchschnittliche Arbeitsproduktivität auf, so dass die Zahl der Erwerbstätigen zu steigen beginnt und in ES-35 ein Zuwachs von 1.3 Mio. Erwerbstätigen (VZÄ) abgeschätzt wird. In MM-35 ist die grundsätzliche Beschäftigungsdynamik vergleichbar mit ES-35. Aufgrund der schwächeren BIP Dynamik liegt in MM-35 der Zuwachs an Erwerbstätigen in den 2030ern bei knapp 1 Mio.

---

<sup>13</sup> Zur historischen Entwicklung des BIP und des Volkseinkommens siehe auch DeStatis (2019).

<sup>14</sup> Gerundet. Ohne Rundung wäre die Differenz der CAGR kleiner, statt 0.1% dann 0.084%.

**Abbildung 5-6: Veränderung von BIP und Zahl der Erwerbstätigen (VZÄ) in den Szenarien gegen 2018<sup>15</sup>**



Quelle: eigene Berechnungen M-Five, ASTRA-HBS

Die dritte gesamtwirtschaftlich bedeutsame Größe nach BIP und Zahl der Erwerbstätigen ist der Konsum, d.h. die Ausgaben der privaten Haushalte. Der Konsum wird in ASTRA-HBS (wie in allen Modellen der ASTRA Modellfamilie) netto ohne Steuern (MwSt., Energiesteuer, etc.) modelliert. Etwas mehr als die Hälfte des BIP entfällt auf den Konsum und dieser Anteil ist in der Tendenz bis 2035 ansteigend.

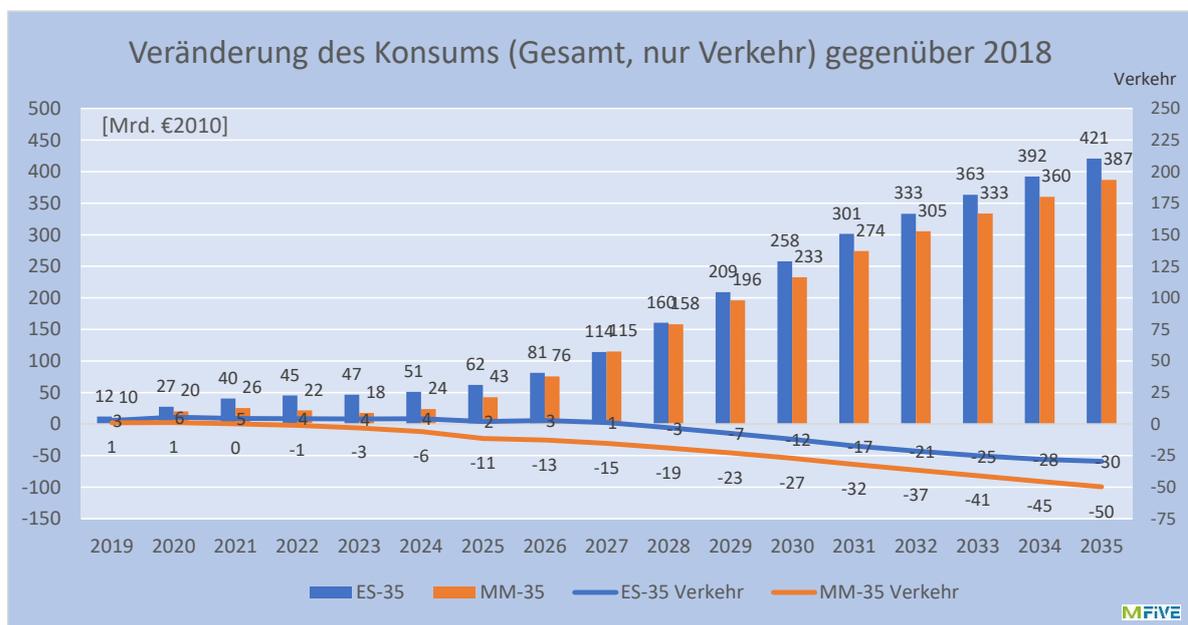
Abbildung 5-7 stellt die Entwicklung des Konsums gegenüber 2018 in den beiden Szenarien nachhaltiger Mobilität dar. In 2035 liegt der Konsum in ES-35 um 421 Mrd. €<sub>2010</sub> höher als 2018. In MM-35 beträgt der Anstieg des Konsums 387 Mrd. €<sub>2010</sub>. Die jährliche Wachstumsrate liegt mit 1.3% CAGR über der des BIP. Dieser Effekt ist unter anderem auf die steuerliche Entlastung im Verkehrsbereich zurückzuführen in dem eine Verschiebung von Gütern mit einer MwSt.-Belastung von 19% (z.B. PKW, fossile Kraftstoffe) zu Gütern und Dienstleistungen mit MwSt.-Belastung von 7% (ÖV-Leistungen) erfolgt, so dass ein größerer Teil des vom BIP abhängenden verfügbaren Einkommens für den tatsächlichen Konsum zur Verfügung steht. Außerdem sinkt die Energiesteuerbelastung der Haushalte durch effizientere Fahrzeuge und die zunehmende Nutzung elektrifizierter PKW.

Aber nicht nur die steuerliche Belastung des Konsums für Verkehr sinkt, sondern auch die Konsumausgaben für Verkehr direkt gehen zurück (siehe Abbildung 5-7, rechte Achse). In ES-35 beträgt der Rückgang in 2035 30 Mrd. €<sub>2010</sub> und in MM-35 sogar 50 Mrd. €<sub>2010</sub>. Das Einkommen, welches die Haushalte nicht für Verkehr ausgeben, werden Sie wiederum für andere Sektoren des Konsums ausgeben. Eine Veränderung der Sparquote wurde hier nicht exogen eingeführt. Dieser Rückgang der Ausgaben für Verkehr lässt sich auch mit

<sup>15</sup> Die Skala ist gleich für BIP und Erwerbstätige, aber die Einheiten sind verschieden.

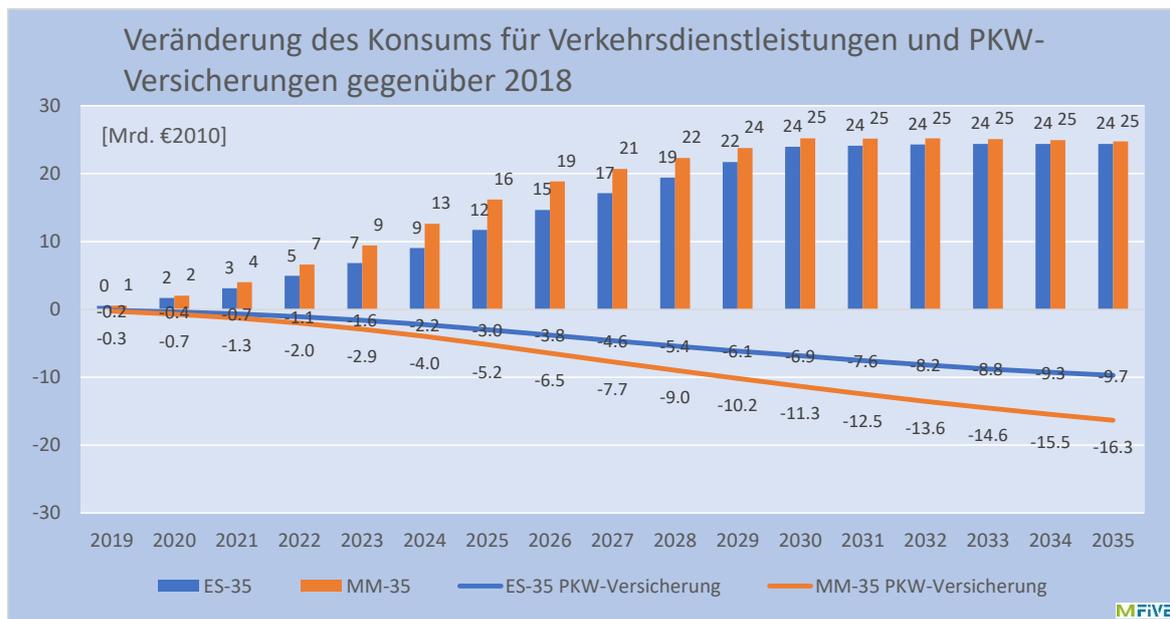
dem Rückgang des privaten PKW-Besitzes und dem Umstieg auf ÖV und Rad erklären. Pro gefahrenen Kilometer sind die Kosten des ÖV oder Fahrrades niedriger als bei Berücksichtigung aller Kosten des PKWs, wie sie automatisch in einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung erfolgt (bzw. erfolgen sollte). Letztendlich ist es die spiegelbildliche Reaktion zum Rückgang der Nachfrage nach PKW und damit gekoppelten Leistungen, dass diese Ausgaben in anderen Sektoren getätigt werden, d.h. sowohl in Mobilitätsdienstleistungen als auch in Sektoren wie Einzelhandel, Hotels und Gaststätten, DV-Geräte und -Dienstleistungen, etc.

**Abbildung 5-7: Veränderung des Konsums insgesamt und für den Verkehr in den Szenarien gegen 2018**

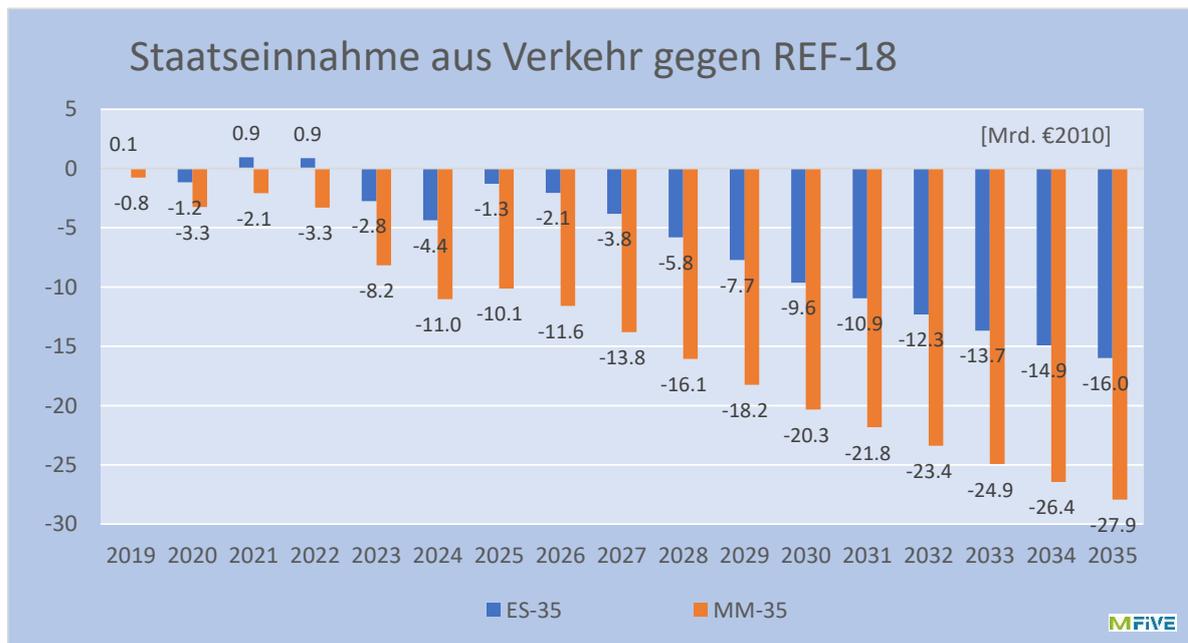


Während andere verkehrsbezogene Konsumausgaben der privaten Haushalte zurückgehen steigt der Konsum von Verkehrsdienstleistungen in beiden Szenarien bis 2030 kontinuierlich über das Niveau von 2018 an und erreicht in 2030 ein Plateau von zusätzlich 24 Mrd. €<sub>2010</sub> in ES-35 und von 25 Mrd. €<sub>2010</sub> in MM-35 (siehe Abbildung 5-8). Im Gegenzug sinken die Ausgaben für Versicherung, Energie und Wartung wegen des Rückgangs und der Elektrifizierung der privaten PKW-Flotte. Beispielhaft ist hier die Einsparung bei privaten PKW-Versicherungen dargestellt, die in ES-35 ein Niveau von -10 Mrd. €<sub>2010</sub> erreicht, welches in MM-35 bereits in 2029 erreicht wird. Dort sinken die Konsumausgaben für PKW weiter und die Einsparung gegenüber 2018 erreicht 2035 über 16 Mrd. €<sub>2010</sub>.

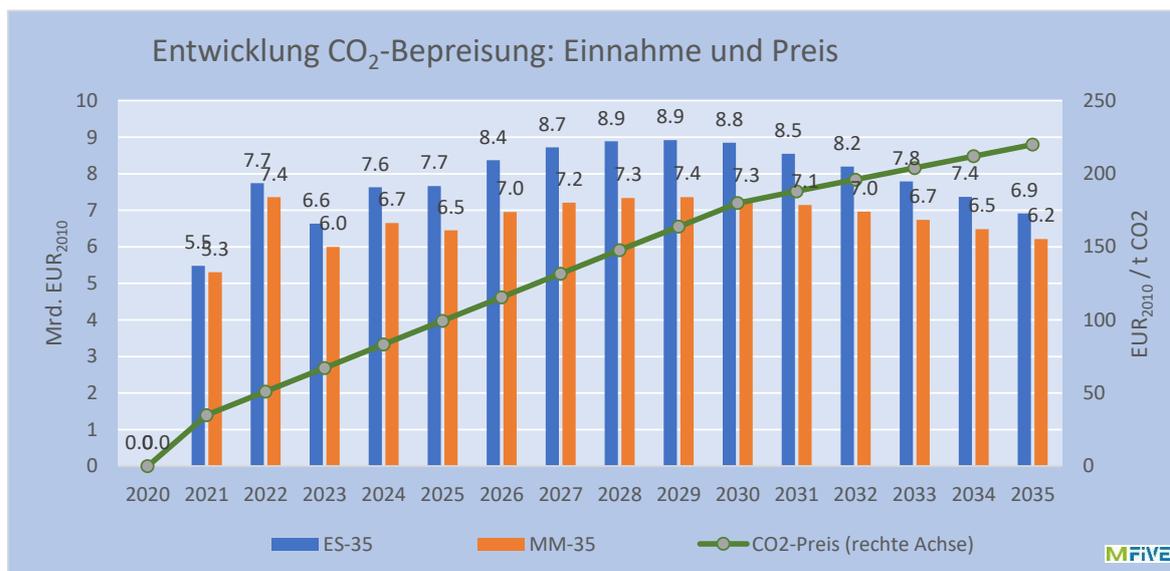
**Abbildung 5-8: Veränderung der Konsumausgaben für Verkehrsdienstleistungen und PKW-Versicherungen in den Szenarien gegen 2018**



Bereits bei der Diskussion der Ergebnisse des gesamtwirtschaftlichen Konsums wurde deutlich, dass sich in den Szenarien nachhaltiger Mobilität die staatliche Einnahmesituation deutlich verändern wird. Abbildung 5-9 stellt die Steuer- und Gebühreneinnahmen aus dem Verkehr dar. Enthalten sind die Einnahmen aus der Energiesteuer (fossile Kraftstoffe (flüssig, gasförmig), Strom), der Maut (PKW, LKW), EEG aus Verkehr, Kfz-Steuer (vereinfacht), CO<sub>2</sub>-Preis und MwSt. auf Konsumausgaben für Verkehr (ÖV-Tickets, PKW; Kraftstoffe, PKW-Versicherung und Wartung). Diese Einnahmen gehen bis 2026 in ES-35 zunächst kaum zurück, um dann in 2035 gegenüber dem Niveau von 2018 um 16 Mrd. €<sub>2010</sub> niedriger zu liegen. Tatsächlich ist der Rückgang in der dynamischen Referenz ebenfalls zu beobachten und fällt nur leicht schwächer aus als in ES-35. In MM-35 liegt bereits 2025 das Einnahmenniveau des Staates aus Verkehr 10 Mrd. €<sub>2010</sub> niedriger als 2018. Der Rückgang verstärkt sich bis 2035 auf eine Reduktion von 28 Mrd. €<sub>2010</sub>. Die Rückgänge können in allen Szenarien insbesondere auf die sinkenden Energiesteuereinnahmen und die Reduktion der Kfz-Steuer zurückgeführt werden. Der Rückgang der realen Energiesteuereinnahmen bis 2025 liegt in den Szenarien in der Größenordnung von gut 11 bis knapp 14 Mrd. €<sub>2010</sub> und vergrößert sich bis 2035 auf 19 bis 20 Mrd. €<sub>2010</sub> gegenüber dem Niveau von 2018. Kumuliert liegt der Einnahmeausfall der Energiesteuer bei 201 Mrd. €<sub>2010</sub> bzw. 226 Mrd. €<sub>2010</sub> bis 2035 in ES-35 bzw. MM-35 jeweils gegenüber der Annahme eines gleichbleibenden Niveaus der Einnahmen aus dem Jahre 2018 (weitere Details zum Staatshaushalt: Schade et al. 2020).

**Abbildung 5-9: Veränderung der Staatseinnahmen aus Verkehr in den Szenarien gegen 2018**

Es stellt sich die Frage, ob und wieso die kompensierenden Maßnahmen im Politikprogramm nicht ausreichen, um die Staatseinnahmen aus Verkehr zumindest auf einem konstanten Niveau zu halten und so die Steuerfinanzierung der staatlichen Investitionen im Investitionsprogramm der beiden Szenarien in Grenzen zu halten. Auf den ersten Blick wäre die wichtigste kompensierende Maßnahme die CO<sub>2</sub>-Bepreisung, die in 2021 bei 35 €<sub>2010</sub>/t CO<sub>2</sub> ansetzt und über 180 €<sub>2010</sub>/t CO<sub>2</sub> in 2030 auf 220 €<sub>2010</sub>/t CO<sub>2</sub> in 2035 ansteigt (siehe Abbildung 5-10). Die CO<sub>2</sub>-Bepreisung wird weitgehend nur für PKW fällig, da für LKW ein eigenständiges Politikprogramm entwickelt werden müsste, was aber kein Bestandteil dieses Vorhabens ist. Auffallend ist, dass die Einnahmen zunächst wie erwartet mit dem deutlich zunehmenden CO<sub>2</sub>-Preis ansteigen, aber bereits in den Jahren 2027 bis 2029 stagnieren und dann abfallen. Grund ist die massive Dekarbonisierung im PKW-Verkehr aufgrund der Kombination von Effizienzsteigerung der Verbrenner durch CO<sub>2</sub>-Standards als auch durch die Elektrifizierung in den Szenarien, durch die bereits 2030 knapp ein Drittel der PKW in der Flotte in ES-35 elektrifiziert sind und in 2035 dann bereits knapp 60%. In MM-35 verläuft die Elektrifizierung aufgrund der geringeren Zahl der Neuzulassungen deutlich langsamer und erreicht ein Fünftel in 2030 und zwei Fünftel in 2035. Aufgrund der dynamischen Struktur des Austausches der PKW-Flotte beschleunigt sich aber in den 2030er Jahren der Austausch von Verbrennern durch E-PKW massiv, da der Großteil der Verbrenner, dann in den Altersklassen mit hohen Verschrottungsraten einzuordnen sein wird.

**Abbildung 5-10: Entwicklung der Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung**

Quelle: eigene Berechnungen M-Five, ASTRA-HBS

Der Rückgang der Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung ab 2029 bedeutet, dass eine andere Einnahmequelle aus dem Verkehr benötigt wird, um den Beitrag des Verkehrs zu seiner Finanzierung stabil zu halten: hier bietet eigentlich nur die Nutzerfinanzierung durch eine km-basierte PKW-Maut eine langfristig verfügbare Basis, die zudem im politischen Bereich schon lange z.B. von der EU priorisiert wird. Die km-basierte PKW-Maut wurde auch eingeführt im Politikprogramm der Szenarien ab 2025. Allerdings sind die gewählten Mautsätze von 1 bis 2 ct/km nicht ausreichend, um die notwendigen Einnahmen zu generieren. Mit diesen Mautsätzen liegen die Einnahmen aus der PKW-Maut stabil zwischen 5 bis 8 Mrd. €<sub>2010</sub> in den beiden Szenarien. Hier sind weitere Untersuchungen notwendig, um den Übergang von Energiesteuern zu CO<sub>2</sub>-Bepreisung zu km-basierter PKW-Maut zu gestalten, vor allem in ihrem zeitlichen Ablauf.

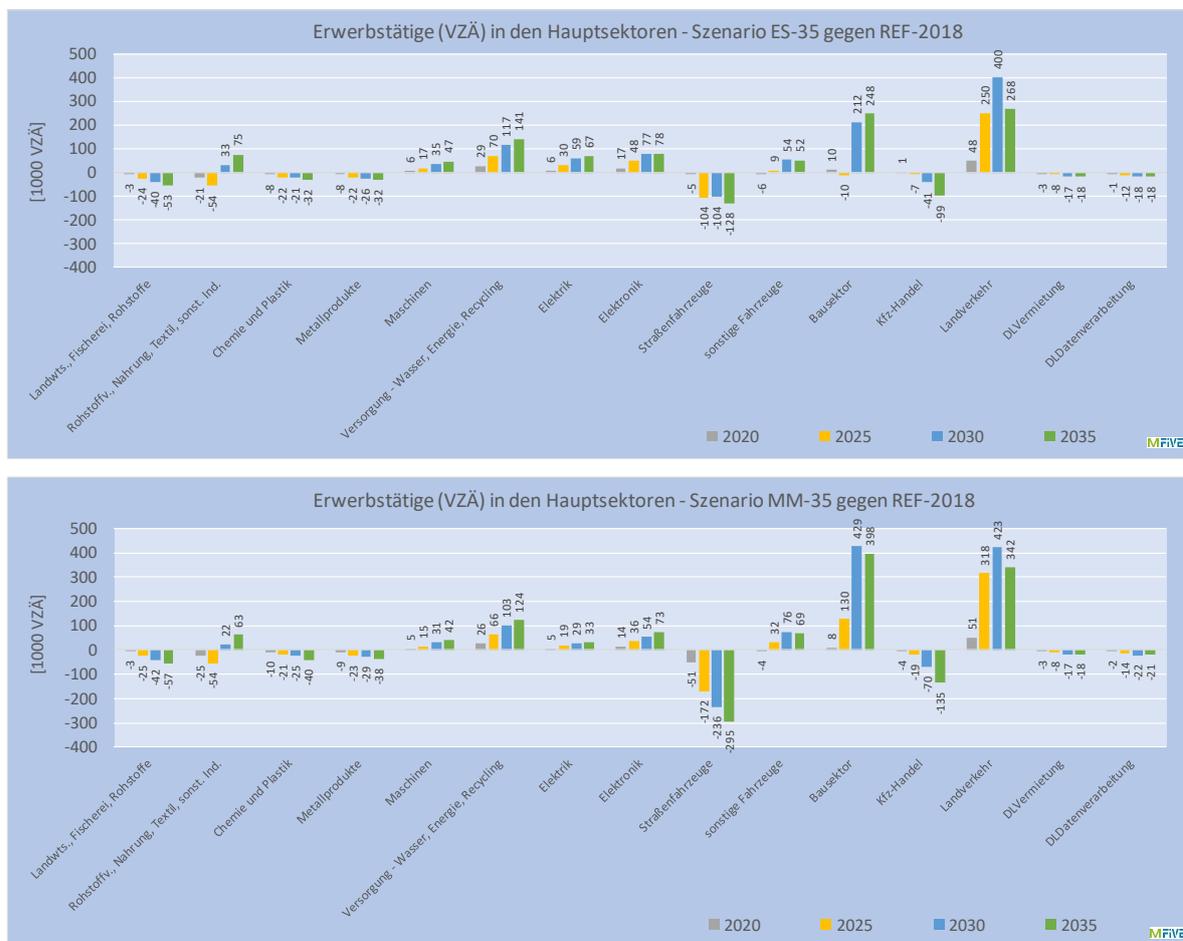
## 5.2.2 Wirkungen auf die Beschäftigung

Für die Analyse und Darstellung der sektoralen Beschäftigungsänderungen in den Szenarien nachhaltiger Mobilität wurden die 57 in ASTRA-HBS differenziert modellierten Sektoren zu Hauptsektoren aggregiert mit dem Fokus, die Sektoren mit direktem Verkehrsbezug darin abzubilden. Abbildung 5-11 gibt einen Überblick über 15 Hauptsektoren mit größeren Veränderungen gegenüber dem Referenzjahr 2018. Die Veränderungen liegen in der Größenordnung von einer Verringerung um knapp 300 Tausend Erwerbstätigen (VZÄ) und einer Erhöhung um gut 400 Tausend. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit der Darstellung ist der Sektor *Sonstige Dienstleistungen*, der um eine Größenordnung mehr Arbeitsplätze auf sich vereinigt als die übrigen Sektoren und den Dienstleistungsbereich außerhalb des Verkehrs abdeckt, nicht dargestellt. In diesem Sektor kann durchaus ein substanzieller Teil der Zweitrundeneffekte fallen, die über verändertes Einkommen der Haushalte und deren Konsum von Veränderungen betroffen sein können (z.B. Einzelhandel, Gastronomie oder Nachrichtenübermittlung).

Die am stärksten von Änderungen der Erwerbstätigen betroffenen Hauptsektoren lassen sich in Abbildung 5-11 leicht identifizieren. In ES-35 weist der *Landverkehr* mit Abstand den größten Zuwachs auf gegenüber dem Niveau von 2018 mit bis zu 400 Tausend zusätzlichen Erwerbstätigen (VZÄ), allerdings bereits in 2030 und danach sinkt die Zahl durch die zunehmende Automatisierung der Verkehrsdienstleistungen wieder. In MM-35 liegen der *Bausektor* und der *Landverkehr* nahezu gleichauf mit einem Zuwachs von 429 bzw. 423 Tausend zum Zeitpunkt 2030. Auch hier nimmt der Zuwachs nach 2030 wieder ab, beim *Bausektor* dadurch, dass die Hochphase der zusätzlichen Investitionen in den Verkehr bereits in der zweiten Hälfte der 2020er Jahre durchlaufen wurde und beim *Landverkehr* ebenfalls durch Automatisierung. Zu den wachsenden Sektoren gehören in beiden Szenarien auch die *Sonstigen Fahrzeuge* aufgrund der steigenden Nachfrage nach Zügen, S-/U-Bahnen und Trams, sowie die Sektoren *Elektrik* und *Elektronik*, die zum Einen von der Nachfrage nach E-PKW ausgestattet mit Batterien und Leistungselektronik und der Nachfrage nach Fahrerassistenzsystemen für PKW profitieren, zum anderen aber auch von der steigenden Nachfrage aus anderen Sektoren wie *Sonstige Fahrzeuge*, *Bausektor* oder der Digitalisierung der Mobilität profitieren. Auffallend ist auch die positive Entwicklung der Erwerbstätigen im *Versorgungssektor*, die unter anderem auf die Elektrifizierung des Verkehrs und die daraus resultierende Stromnachfrage zurückzuführen ist.

Die Sektoren bei denen deutliche Rückgänge verzeichnet werden, sind entweder direkt mit der Produktion von PKW mit Verbrennungsmotoren befasst (*Straßenfahrzeuge*), mit deren Wartung und dem PKW-Verkauf (*Kfz-Handel*) oder mit der Zulieferung (*Chemie und Plastik; Metallprodukte; Landwirtschaft, Fischerei, Rohstoffe* über die Zulieferung von fossilen Energieträgern und Rohstoffen der Metallerzeugung). Erwartungsgemäß tritt der größte Verlust an Erwerbstätigen bei den *Straßenfahrzeugen* auf und fällt mit bis zu 128 Tausend Erwerbstätigen (VZÄ) in ES-35 gegen 2018 und fast 295 Tausend in MM-35 im letzteren Szenario mehr als doppelt so hoch aus. Hier ist allerdings zu beachten, dass ein Teil der verlorenen Arbeitsplätze in der PKW-Produktion nun in den Sektoren *Elektrik* und *Elektronik* wieder als Zuwachs auftauchen. Die Automobilindustrie verteilt sich in der funktionalen Betrachtung der IO-Tabelle und der WZ-2008, die beide in ASTRA-HBS genutzt werden, auf mehrere Sektoren mit dem Schwerpunkt auf *Straßenfahrzeuge*, *Metallprodukte*, *Elektrik* und *Elektronik*. Der *Kfz-Handel* verliert ebenfalls 99 bzw. 135 Tausend Erwerbstätige (VZÄ) bis 2035 gegenüber 2018 und ist damit nach dem *Straßenfahrzeugbau* aufgrund des zurückgehenden PKW-Absatzes und der wartungsärmeren E-PKW am stärksten von den Szenarien nachhaltiger Mobilität betroffen. Relativ ist in ES-35 allerdings der Rückgang der Erwerbstätigen bei den Metallprodukten mit -20% am größten auch gegenüber den Straßenfahrzeugen mit -10%. Beim Sektor Metallprodukte überlagert sich der Effekt der Reduktion der PKW-Absatzzahlen (z.B. schrumpfender Absatz an Karosserien oder Fahrwerken) mit der Elektrifizierung und daraus resultierenden Reduktion des Absatzes von Verbrennungsmotoren im verbleibenden PKW-Markt.

Abbildung 5-11: Veränderung der Beschäftigung in den Hauptsektoren in beiden Szenarien gegen 2018



Quelle: eigene Berechnungen M-Five, ASTRA-HBS

Als Gesamtindikator für die Größe der Veränderung der Beschäftigung gegenüber dem Status-quo (REF-2015) lässt sich zu jedem Zeitpunkt die Aufsummierung aller Sektoren mit verringerter Erwerbstätigkeit und aller Sektoren mit wachsender Erwerbstätigkeit gegenüber 2015 nutzen. Wir bezeichnen diesen Indikator als **Gesamtbeschäftigungs-Shift** und haben ihn für die Jahre 2025 und 2035 gegenüber 2015 bestimmt (siehe Tabelle 8). Für 2025 beläuft sich beispielsweise der negative Gesamtbeschäftigungs-Shift in ES-35 auf -1.08 Millionen Erwerbstätige (VZÄ) und der positive auf +1.73 Millionen Erwerbstätige. D.h. mindestens 1 Million Menschen müssen sich eine neue Stelle suchen.<sup>16</sup> Für die Suche steht ihnen aber auch ein größeres Angebot von über 1.7 Millionen neuen Stellen für Erwerbstätige in wachsenden Sektoren zur Verfügung. Allerdings wird der Übergang von einem schrumpfenden Sektor auf einen wachsenden Sektor häufig nicht ohne Unterstützung durch die Unternehmen oder den Staat gelingen können. Tabelle 8 zeigt, dass sich bis 2035 der Gesamtbeschäftigungs-Shift in beiden Szenarien nochmals

<sup>16</sup> Auf Unternehmensebene kann die Zahl der Arbeitsplatzwechsel noch größer ausfallen als durch den Indikator Gesamtbeschäftigungs-Shift erfasst, wenn einzelne Unternehmen den Strukturwandel nicht stemmen können und aus dem Markt ausscheiden, ihre MitarbeiterInnen aber in einem Unternehmen desselben Sektors eine neue Stelle finden. Aus sektoraler Sicht fällt dieser Jobwechsel nicht auf. Die Betroffenen mussten aber eine neue Stelle suchen und finden.

vergrößert, wobei die Entwicklung des negativen Shift unter einer Verdopplung bleibt, während der positive Shift, d.h. das Entstehen zusätzlicher Arbeitsplätze sich mehr als verdoppelt. Der Gesamtbeschäftigungs-Shift ähnelt sich in beiden Szenarien. Dieser Befund legt nahe, dass eine Transformation zu nachhaltiger Mobilität für die Beschäftigten sehr wahrscheinlich einen Wandel in der beschriebenen Größenordnung nach sich zieht unabhängig davon, ob die Transformation verstärkt durch Mobilitätsdienstleistungen oder durch Elektrifizierung getrieben wird.

**Tabelle 8:** Gesamtbeschäftigungs-Shift in den Szenarien gegenüber dem Niveau von 2015

Szenario	Millionen Erwerbstätige VZÄ	2025	2035
<b>ES-35</b>	Negativer Gesamtbeschäftigungs-Shift	-1.08	-1.89
	Positiver Gesamtbeschäftigungs-Shift	+1.73	+4.03
<b>MM-35</b>	Negativer Gesamtbeschäftigungs-Shift	-1.19	-2.2
	Positiver Gesamtbeschäftigungs-Shift	+1.84	+3.98

Quelle: eigene Berechnungen, M-Five, ASTRA-HBS

Bei der Bewertung des positiven Gesamtbeschäftigungs-Shiftes ist zu berücksichtigen, dass bereits von 2015 bis 2018 eine Zunahme der Erwerbstätigen um 1.67 Millionen stattgefunden hat (siehe z.B. DeStatis 2019). D.h. im positiven Gesamtbeschäftigungs-Shift gemessen gegenüber 2015 (Tabelle 8) überlagern sich die Effekte der beiden Szenarien und der positiven Entwicklung am Arbeitsmarkt zwischen 2015 und 2018.

Parallel und stützend zur in den vorherigen Abschnitten beschriebenen sektoralen Analyse der Beschäftigung wird die Beschäftigung in der PKW-Herstellung in ASTRA-HBS mit einem sogenannten Komponentenmodell (siehe Schade et al. 2020, Wagner et al. 2019) abgeschätzt. In diesem Modell wird jeder PKW zerlegt in 10 Komponenten (siehe Spalte 1 und 2 in Tabelle 9). Die unterschiedliche Ausstattung der 7 betrachteten PKW-Segmente führt zu wertmäßig unterschiedlicher Ausstattung der Komponenten in den Segmenten. Ähnlich bestimmt die Antriebsart den eingesetzten Wert einer Komponente in einem PKW, welcher damit durch Segment, Antriebsart, Komponentenwert und Kaufzeitpunkt in seinem Wert bestimmt ist. Die Multiplikation der PKW-Absatzzahlen mit den so bestimmten PKW-Komponentenwerten ergibt den Umsatz nach Komponente aus dem wiederum die Beschäftigung abgeleitet wird. Die Ergebnisse dieser Bottom-up Berechnung der Beschäftigung in der PKW-Herstellung basierend auf Komponentenebene sind in Tabelle 9 als Veränderung der Beschäftigtenzahl (nicht VZÄ) gegenüber 2015 (REF-2015) für beide Szenarien dargestellt.

In MM-35 ist die typische zu erwartende Entwicklung viel deutlicher ausgeprägt (siehe Tabelle 9): alle Komponenten (und damit die Firmen, die diese Komponenten herstellen) verlieren an Beschäftigung mit Ausnahme der *Elektrischen Antriebe & Aggregate* zu denen auch die Batterieproduktion inklusive Zelle gehört (EMO) und der *Fahrerassistenzsysteme* (FAS). EMO gewinnt auch in MM-35 noch 47 Tausend Beschäftigte hinzu und FAS 36 Tausend. In der vorherigen sektoralen Betrachtung finden sich diese Beschäftigten auch als Zuwachs in den Hauptsektoren *Elektrik* (enthält EMO) und *Elektronik* (enthält FAS) wieder. Die übrigen 8 Komponenten können alle dem Sektor *Straßenfahrzeuge* (bzw. Kraftwagen, WZ-29) zugeordnet werden. Diese verlieren in MM-35 bis 2025 163 Tausend Beschäftigte gegenüber 2015 und bis 2035 309 Tausend. Im Saldo ergibt sich für das MM-35 für die PKW-Herstellung ein Verlust von 116 Tausend bis 2025 und von 226 Tausend bis 2035.

ES-35 zeigt durch die Elektrifizierung und stark steigende Ausstattung mit Fahrerassistenz und anderen Komfortsystemen ein Wachstum der Fahrzeugpreise sowie eine Segmentverschiebung zu höherwertigen Segmenten, welche bei der Wertschöpfung den Rückgang der PKW-Absatzzahlen kompensieren. Damit ergibt sich zwar für den Sektor *Straßenfahrzeuge* errechnet aus der Summe der 8 Komponenten ein Verlust von 85 Tausend Beschäftigten bis 2025 gegen 2015 und von 124 Tausend bis 2035, aber für das Gesamtsaldo der Beschäftigten ist das Szenario fast neutral mit einer Verringerung von knapp 16 Tausend bis 2025 und von 7 Tausend bis 2035. Dabei entstehen durch EMO-Komponenten 83 Tausend Beschäftigte und durch FAS-Komponenten 48 Tausend Beschäftigte in Deutschland bis 2035 (siehe Tabelle 9).

**Tabelle 9: Änderung der Beschäftigung nach PKW-Komponente im Bottom-up Modell gegenüber dem Niveau von 2015 (REF-2015)**

	1000 Beschäftigte	ES-35		MM-35	
Code	PKW-Komponente	2025	2035	2025	2035
<b>FWK</b>	Fahrwerk	-1.0	1.4	-11.3	-24.9
<b>AST</b>	Antriebsstrang	-19.6	-43.7	-20.9	-49.5
<b>ICE</b>	Verbrennungsmotor & Aggregate	-33.7	-54.3	-32.6	-54.1
<b>EMO</b>	Elektrische Antriebe & Aggregate	52.7	83.0	34.8	47.4
<b>KAR</b>	Karosserie	2.6	-1.2	-7.9	-26.9
<b>EXT</b>	Exterieur	-6.9	-4.1	-15.7	-24.9
<b>INT</b>	Interieur	-15.2	-14.6	-33.1	-55.6
<b>ELE</b>	Elektronik ohne Fahrerassistenzsysteme	-11.4	-19.2	-19.5	-36.1
<b>FAS</b>	Fahrerassistenzsysteme	17.0	48.0	12.6	35.9
<b>GFZ</b>	Integration der Komponenten in das Gesamtfahrzeug / Fahrzeugmontage	-0.2	11.5	-22.6	-37.0
	<b>Gesamtsaldo</b>	<b>-15.7</b>	<b>6.8</b>	<b>-116.3</b>	<b>-225.7</b>
	Nur Sektor Kraftwagen	-85.4	-124.2	-163.7	-309.0

Quelle: eigene Berechnungen, M-Five, ASTRA-HBS

Auch für neue Mobilitätsdienstleistungen wurde in einem in ASTRA-HBS integrierten Bottom-up Modell die sektorale Beschäftigung des Sektors *Landverkehr* aufgeschlüsselt (für Details siehe Schade et al. 2020). Damit werden drei bus-basierte Mobilitätsdienstleistungen differenziert (klassische Busse im Linienverkehr, automatisierte Busse im Linienverkehr, Shuttle Busse im On-demand- bzw. Shared-Verkehr). Bei PKW werden neben klassischem Car-sharing (stations-basiert oder free-floating) und Taxi auch Robo-Taxen angeboten charakterisiert durch das öffentliche Angebot autonomer PKW im Modus privater Nutzung. Tabelle 10 zeigt die Veränderungen der Erwerbstätigen (VZÄ) durch Mobilitätsdienstleistungen für ES-35 und MM-35, welche in beiden Szenarien gegenüber 2015 zunimmt. Der Zuwachs entsteht ebenfalls in beiden Szenarien bereits bis 2025 und bis 2035 bleibt das Niveau der zusätzlichen Beschäftigung erhalten, bei ES-35 bei knapp 170 Tausend und bei MM-35 bei rund 260 Tausend Erwerbstätigen. In der aggregierten Tabelle wird nicht sichtbar, dass in 2030 ein Peak mit höheren Erwerbstätigenzahlen erreicht und danach ein Rückgang beobachtet wird. Dabei überlagern sich zwei Entwicklungen: die Zunahme der genutzten Mobilitätsdienstleistungen erhöht die Zahl der Erwerbstätigen bis 2030, aber ab 2025 beginnt die Automatisierung des Verkehrs dem entgegenzuwirken, so dass die

Erwerbstätigenzahl in 2035 wieder auf das Niveau von 2025 fällt. Besonders deutlich wird diese Entwicklung im klassischen Busverkehr, bei dem die Beschäftigung in 2035 in ES-35 um 172 Tausend niedriger liegt als in 2015. In MM-35 beträgt der Rückgang sogar 196 Tausend Erwerbstätige (VZÄ). Aggregiert über alle Busangebotsformen beträgt der Rückgang in ES-35 nur 115 Tausend und in MM-35 nur 155 Tausend. Festzuhalten bleibt, dass im klassischen Busverkehr ein großes Potenzial bzw. ein großes Risiko liegt für substantielle Rückgänge der Erwerbstätigenzahlen. Im Gegenzug sorgt die Verdopplung des Bahnverkehrs bis 2035 in ES-35 bzw. die Verdreifachung in MM-35 für einen deutlichen Zuwachs der Beschäftigung im Personenverkehr auf der Schiene im Nah-, Regional- und Fernverkehr von 178 Tausend in ES-35 und von 199 Tausend in MM-35 beides gegenüber dem Niveau von 2015.

**Tabelle 10: Änderung der Erwerbstätigkeit in Mobilitätsdienstleistungen im Bottom-up Modell von ASTRA-HBS gegenüber dem Niveau von 2015 (REF-2015)**

	1000 Erwerbstätige (VZÄ)	ES-35		MM-35	
Mode	Mobilitätsdienstleistung im Personenverkehr	2025	2035	2025	2035
<b>Bus</b>	Bus: klassisch	43	-172	-26	-196
	Bus: automatisiert	1	15	1	10
	Bus: Shuttle	2	41	2	31
<b>Schiene</b>	Bahn: Personenverkehr	34	51	56	67
	U-, S-Bahn, Tram	65	128	125	132
<b>PKW</b>	Car-sharing	42	126	66	189
	Taxi	-18	-27	17	22
	Robo-Taxi	0	5	1	6
<b>Alle</b>	<b>Gesamte Änderung Erwerbstätige</b>	<b>169</b>	<b>166</b>	<b>241</b>	<b>261</b>
<b>Bus</b>	Gesamte Änderung Bus	46	-115	-23	-155
<b>Schiene</b>	Gesamt Änderung Schiene	99	178	181	199

Quelle: eigene Berechnungen, M-Five, ASTRA-HBS

Um die gefundenen Effekte auf die Beschäftigung einordnen und mit anderen Studien vergleichen zu können, wurden für ES-35 fünf Sensitivitätsanalysen mit einem Fokus auf den Bereich der PKW-Exporte und -Kosten sowie der Produktivität im Kraftwagenbau durchgeführt (siehe Schade et al. 2020). Es zeigt sich, dass die gesamtwirtschaftlichen Ergebnisse vor allem auf zwei Faktoren sensitiv reagieren (1) die Kosten- und

Wertschöpfungsstrukturen zukünftiger PKW, die auch deren Preise bestimmt, und (2) das Niveau der PKW-Exporte. Eine Absenkung der PKW-Preise und damit Wertschöpfung um -21% und eine Reduktion der PKW-Exporte um -30% führten in beiden Fällen zu einer BIP Reduktion um rund 4% bzw. eine Verringerung der Erwerbstätigkeit um 7%. Beide Faktoren sind auch für die Erwerbstätigkeit im Sektor Kraftwagenbau von sehr hoher Relevanz und führten in der Sensitivität zur Senkung der sektoralen Erwerbstätigkeit um rund ein Viertel. Für diesen Sektor und den Sektor Elektrik hätte auch die Steigerung des Importanteils von Batterien und E-Motoren um +30% eine ähnlich hohe negative Wirkung.

### 5.3 Methodische Reflexion

Grundsätzlich ist die ASTRA Modellfamilie genau für diese Art der kombinierten Mobilitäts- und Gesamtwirtschafts-Fragestellung konzipiert. Das volle Potenzial des Modells lässt sich aber aufgrund der Art der Definition der Szenarien und ihrer Umsetzung als teils exogenen Eingriff im Modell nicht ausschöpfen. Die exogene Vorgabe von PKW-Flottenentwicklung und Modalanteilen im Personenverkehr entspricht einer zusätzlich eingeführten Restriktion für einige Modellelemente. Das Modellergebnis entsteht so aus einer Kombination aus exogenen Eingriffen und endogenen Modellreaktionen auf die Einführung des Politikprogramms. In einer idealen Modellierwelt ergäbe sich das Szenario ausschließlich endogen durch die eingeführten, politischen Instrumente.

Andererseits werden beide Szenarien nachhaltiger Mobilität tatsächlich noch nicht alleine durch das definierte Politikprogramm erreicht. Daraus können zwei divergierende Schlüsse gezogen werden. (1) das Politikprogramm wäre nicht ausreichend und müsste vervollständigt werden (hier sei nochmals die Diskussion zur PKW-Maut erwähnt, die bereits nahegelegt hatte, dass diese Maßnahme nachgeschärft werden sollte). (2) Die Verhaltensfunktionen im Flotten- und Verkehrs-Modell sollten neu parametrisiert werden, da sie bisher basierend auf Phasen mit ausschließlich inkrementellen Veränderungen der Rahmenbedingungen und der Angebote (z.B. Wahl zwischen stärkerer oder schwächerer fossiler Motorisierung aber kein Antriebswechsel zu E-Mobilität) ermittelt wurden. Die Stärke der hier gewählten Maßnahmen plus die Einbettung in eine konsistente, nationale Politikstrategie für den Klimaschutz würde für die Möglichkeit der Ausprägung einer Verhaltensänderung sprechen, die wiederum im Modell in eine geänderte Parametrisierung der Entscheidungsfunktionen übersetzt werden müsste, die dann sensitiver auf die ökologisch motivierten Preissignale für den PKW-Kauf, die Ziel- und Modalwahl reagieren.

Gesamtwirtschaftliche Analysen werden nicht oft erarbeitet. Dadurch können Modellergebnisse vom Leser nur schwer beurteilt werden, und diese Ergebnisse bewegen sich auf gesamtwirtschaftlicher Ebene häufig im 0.X%-Bereich, bzw. gelegentlich werden auch einstellige Prozentpunkte ermittelt. Dies kann für den Leser, der sonst Effekte auf sektoraler oder auf Unternehmensebene analysiert, den Eindruck geringer Effekte der Szenarien erwecken. Tatsächlich sind die hier gesamtwirtschaftlich beobachteten Effekte bereits sehr substanziell. Dies zeigt sich dann auch am Vergleich der indirekten und induzierten Effekte

gemessen an den gesamten Veränderungen der Erwerbstätigen mit den Erwerbstätigen in direkt betroffenen Sektoren mit Verkehrsbezug wie dem Straßenfahrzeugbau. Während mittelfristig die direkten und die indirekten Effekte in ähnlicher Größenordnung liegen, vergrößern sich die indirekten Effekte langfristig und wachsen bis 2035 auf das Vierfache der direkten Effekte an.

In einem Systemmodell wie ASTRA-HBS, in dem viele verschiedene Aspekte der Mobilität und der Wirtschaft integrativ modelliert werden, erfolgt dies häufig mit vereinfachten Annahmen und Abschätzungen z.B. im Vergleich mit detaillierten techno-ökonomischen Bottom-up Modellen (z.B. für die PKW-Flotte). Die vereinfachten Modelle treffen dann Indikatoren zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht genauso exakt, wie ein solches Bottom-up Modell. Dafür ist im vereinfachten Modell in ASTRA-HBS ein wichtiges Gütemaß der Modellierung, dass neben der Größenordnung vor allem die historische Entwicklung im Zeitverlauf und der zukünftige Trend plausibel im Modell abgebildet werden.

Der Fokus der gesamtwirtschaftlichen Modellierung liegt auf der Quantifizierung der Beschäftigung in der Mobilität. Diese geht aus von der Nachfrageseite nach Beschäftigung. Die Angebotsseite wird im Modell nur betrachtet hinsichtlich der Zahl der Menschen im arbeitsfähigen Alter und der ausreichenden Verfügbarkeit zur Vermeidung von negativer Arbeitslosigkeit. Das Modell kann keine Aussagen treffen zur Qualität der Beschäftigung sowohl auf der Angebotsseite (d.h. Ausbildungs- und Kenntnisprofile) als auch auf der Nachfrageseite (d.h. Qualifikationsprofile). Auf der Nachfrageseite kann eine grobe Aussage geleistet werden anhand der sektoralen Veränderungen mit Bezug zu den Profilen im verarbeitenden Gewerbe (Sektor Maschinen sucht Maschinenbauingenieure, Sektor Elektrik sucht Elektroingenieure bzw. jeweils dazu verwandte Ausbildungsgänge).

## 5.4 Fazit der gesamtwirtschaftlichen Analyse

Die Ergebnisse der dynamischen, gesamtwirtschaftlichen Analyse zeigen die Erfolgchancen, die in einem Green New Deal mit starken Infrastrukturinvestitionen und der Einführung von innovativen Technologien im öffentlichen Verkehr und bei PKW liegen. Neue Infrastrukturen und Technologien müssen Bestandteil eines Investitionsprogramms zur Realisierung der nachhaltigen Mobilität in den Szenarien sein.

Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen und die Wirkungen auf die Erwerbstätigkeit in einzelnen Sektoren, wie dem Kraftwagenbau, müssen sich dabei nicht in dieselbe Richtung entwickeln, sondern können auch gegensätzlich verlaufen. In beiden Szenarien liegt das Bruttoinlandsprodukt (BIP) in 2035 um rund 600 Mrd. €<sub>2010</sub> höher als in 2018. Dabei ergibt sich in ES-35 ein um 1.7% höheres Niveau als in MM-35. Auch die Erwerbstätigkeit legt zu, um knapp 1.3 Millionen Erwerbstätige in ES-35 und um knapp 1 Million in MM-35.

Der Anstieg der Erwerbstätigkeit kann allerdings nur gelingen, wenn die Maßnahmen zur längeren Beschäftigung der Alterskohorten 65-67 Jahre und zur stärkeren Einbindung von Frauen im Berufsleben greifen. Außerdem sollte das durch die Zuwanderung 2015 bis 2019

in Deutschland neu gewonnene Arbeitskräftepotenzial erfolgreich in den Arbeitsmarkt integriert werden. Die Zuwanderung erfolgte schließlich verstärkt in die in Deutschland dünn besetzten Alters-Kohorten der 18 bis 40-Jährigen, die z.B. 2018 einen Anteil von knapp 27% an der inländischen Bevölkerung aufwiesen, während 61% der Zugezogenen in diese Altersgruppe fallen (siehe BAMF 2018, S.47).

Im Gegensatz zur positiven gesamtwirtschaftlichen Entwicklung bis 2035 auch bei der Erwerbstätigkeit ist die Beschäftigung im Sektor Kraftwagenbau in beiden Szenarien rückläufig. In ES-35 liegt sie in 2035 um 128 Tausend Erwerbstätige (VZÄ) niedriger als 2018 und in MM-35 um 295 Tausend. Auch der Kfz-Handel verliert bis 2035 gegenüber 2018 99 Tausend Erwerbstätige in ES-35 und 135 Tausend in MM-35. Dagegen gewinnen andere Sektoren an Beschäftigung hinzu durch die Produktion von neuen Komponenten für PKW (Batterien, E-Motoren, Fahrerassistenzsysteme) und für Züge und Straßenbahnen sowie deren Steuerung. Hier sind vor allem der Sektor Elektrik (+67 bzw. +33 Tausend in ES-35 bzw. MM-35), Elektronik (+78 bzw. +73 Tausend) und sonstige Fahrzeuge (+52 bzw. +69 Tausend) zu nennen. Das heißt aber auch, dass der Sektor *sonstige Fahrzeuge* den Verlust an Erwerbstätigen im Kraftwagenbau alleine nicht ausgleichen kann.

Die beiden großen Gewinner an Beschäftigung sind der *Bausektor* und der Sektor *Landverkehr*. Der Bausektor profitiert zu Beginn der 2020er Jahre von dem Teil des Investitionsprogramms der den Auf- und Ausbau der Infrastrukturen vorantreibt. In der Spitze legt der Bausektor in ES-35 um über 300 Tausend und in MM-35 um knapp 500 Tausend Erwerbstätige zu. Dabei handelt es sich häufig um komplexe Infrastrukturen kombiniert aus „Beton“ und Technologien. Hier wird Bedarf bestehen Ingenieure und Facharbeiter aus anderen Bereichen z.B. der Automobilindustrie zu rekrutieren, um den Investitionshochlauf umzusetzen.

Der Sektor *Landverkehr* gewinnt durch das Angebot an neuen Mobilitätsdienstleistungen in beiden Szenarien bis 2035 gegenüber 2015 an Beschäftigung hinzu. Der höchste Zuwachs liegt dabei in den Jahren um 2030. Danach führt die zunehmende Automatisierung dazu, dass trotz weiterer Nachfragesteigerung die Beschäftigung verringert wird. In 2035 beträgt der Zugewinn an Erwerbstätigen (VZÄ) in Mobilitätsdienstleistungen in ES-35 gegenüber 2015 dann noch 306 Tausend und in MM-35 noch 382 Tausend.

Die Ergebnisse der gesamtwirtschaftlichen Analyse wurden sowohl gegenüber 2015 als auch gegenüber 2018 präsentiert. Grund ist die Besonderheit der Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen in Deutschland von 2015 bis 2018, die auch in der jährlichen Modellierung mit ASTRA-HBS auftritt. In diesem 4 Jahreszeitraum stieg die Erwerbstätigkeit in Deutschland um 1.67 Millionen Erwerbstätige an. Um diesen Anstieg in der gesamtwirtschaftlichen Analyse auszublenden, wurde diese weitgehend gegenüber 2018 durchgeführt und dargestellt. Da in diesem Vorhaben aber (1) das Jahr 2015 als Referenz definiert wurde (REF-2015), und (2) die beiden anderen Methoden der regionalen und sektoralen Analyse jeweils zwei diskrete Zeitpunkte (2015 und 2035), für ihre Analyse nutzen, wurden die Ergebnisse der gesamtwirtschaftlichen Analyse auch für 2015

dargestellt und für den Methodenvergleich und die Synthese der Ergebnisse des Vorhabens genutzt.

Die Effekte der Digitalisierung konnten bisher nur in Fragmenten bewertet werden (z.B. Aufbau Road Side Units, Nutzung automatisierter Shuttle-Busse). Eine umfassende Bewertung der gesamtwirtschaftlichen Wirkung war in diesem Vorhaben (noch) nicht möglich.

## 6 Synthese der Beschäftigungswirkungen

Dieses Kapitel Synthese greift zunächst die wichtigsten Ergebnisse des Projekts *Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität* auf, fasst sie zusammen und vergleicht zwischen den drei Analyse-Methoden. Das Kapitel ist so konzipiert, dass es auch für sich stehen kann. Der aufmerksame Leser der ersten vier Kapitel wird daher einige Wiederholungen feststellen.

Abschließend ziehen wir ein Fazit, der von uns in dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse mit Fokus auf den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit Ökonomie, Ökologie und Soziales, sowie den Aspekt der Generationengerechtigkeit. Erweitert wird das Fazit um eine Diskussion der Erkenntnisse aus dem methodischen Vergleich, sowie eine Einordnung der gewonnenen Erkenntnisse bzgl. der forschungsleitenden Hypothesen des Vorhabens.

Für das Verständnis des Vergleichs der Beschäftigungswirkung ist es wichtig die Begriffe **Erwerbstätige und Beschäftigte zu differenzieren**. Unter Erwerbstätigen versteht die Internationale Arbeitsorganisation (ILO) angestellte Beschäftigte, Selbständige, Freie Berufe, Handwerk., Landwirtschaft, mithelfende Familienangehörige, Soldaten und vorübergehend nicht arbeitende Personen (z.B. in Elternzeit). Erwerbstätige werden oft als Vollzeitäquivalente angegeben, d.h. Teilzeitbeschäftigte wurden in die äquivalente Zahl Vollzeitbeschäftigter umgerechnet. Der Begriff der Beschäftigten findet sich in einer größeren Zahl an Ausprägungen. Das Statistische Bundesamt listet für 18 Erhebungen zur Beschäftigung die Definitionen auf, die sich fast alle in Details unterscheiden.<sup>17</sup> Im Allgemeinen umfassen die Angaben zu Beschäftigten im Gegensatz zu Erwerbstätigen nicht die Selbständigen und freien Berufe, sowie länger abwesende Personen (z.B. bei Elternzeiten mit über 1-jähriger Dauer). D.h. Angaben zur Beschäftigung liegen meist niedriger als Angaben zu Erwerbstätigen. Vereinfacht ausgedrückt nutzt die regionale Analyse (AP3) den Begriff der Beschäftigung, während die sektorale (AP4) und die dynamische, gesamtwirtschaftliche Analyse (AP5) den Begriff der Erwerbstätigen nutzen.

### 6.1 Vergleich der absoluten Beschäftigungswirkung

*Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität* wurden im Projekt aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet: eine *regionale* Analyse mit dem Kreismodell und der Datenbank Re-MOB, eine *sektorale* Analyse basierend auf einem erweiterten Input-Output-Modell und eine *dynamische, gesamtwirtschaftliche* Analyse mit dem ASTRA-HBS Modell. Die Eingangsgrößen für die drei Modelle orientieren sich an den Szenarien nachhaltiger Mobilität ES-35 und MM-35 und wurden zwischen den Methoden weitgehend harmonisiert. Alle drei Analyse-Methoden liefern eine Aussage zur Beschäftigungswirkung der Szenarien nachhaltiger Mobilität bis 2035.

---

<sup>17</sup> Das Statistische Bundesamt gibt zu den Statistiken der Beschäftigten eine umfangreiche Information unter dem CODE ERW012. Darin wird für 18 Statistiken erläutert, wie der Beschäftigungsbegriff in der jeweiligen Statistik zu verstehen ist.

Beim Vergleich der Beschäftigungs-Ergebnisse ist zu beachten, dass die Wirkung auf den Arbeitsmarkt mit unterschiedlichen Indikatoren gemessen wird. Die Ergebnisse aus der regionalen Analyse (AP3) nutzen zum einen die Statistik der Agentur für Arbeit für **Beschäftigte** als Grundlage. Damit werden sozialversicherungspflichtig Beschäftigte und geringfügig Beschäftigte erfasst. Zum anderen erfolgten eigene Erhebungen basierend auf Unternehmensangaben, Unternehmensdatenbanken und Fachzeitschriften (z.B. um die Beschäftigten an einzelnen Standorten zu ermitteln). Auf dieser Datengrundlage kann keine Unterscheidung zwischen Voll- und Teilzeitbeschäftigten vorgenommen werden. Außerdem sind damit die Selbständigen weitgehend nicht erfasst.

In der sektoralen Analyse (AP4) und der dynamischen, gesamtwirtschaftlichen Analyse (AP5) wird hingegen auf die in der Input-Output-Rechnung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung ausgewiesenen **Erwerbstätigen** je Wirtschaftsbereich zurückgegriffen. Die Erwerbstätigen umfassen neben den Beschäftigten auch Beamte, Selbständige und in Familienunternehmen tätige Personen. Ein weiterer Unterschied zu AP3 ergibt sich durch die verwendete Einheit: während in der regionalen Analyse (AP3) die Beschäftigung ausschließlich in Personen gemessen wird, können sektoral und gesamtwirtschaftlich die Erwerbstätigen in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) angegeben werden. Zusätzlich können die Werte in Personen ausgewiesen werden. Der Berechnung liegen für die einzelnen Wirtschaftsbereiche auf dem Mikrozensus beruhende durchschnittliche Wochenarbeitszeiten und eine Vollzeitwoche von 40 Stunden zugrunde.

Die Ausgangslage unserer Analyse ist der von uns für das Jahr 2015 ermittelte Status-quo der Beschäftigung in der Mobilität mit insgesamt 4,4 Millionen Erwerbstätigen in Deutschland (Wagner et al. 2018). Diese verteilen sich auf 402 Kreise. In der regionalen Analyse (AP3) werden außerdem 30 Schwerpunktregionen der Automobilindustrie mit jeweils über 7.500 Beschäftigten identifiziert. Die Beschäftigung in der Mobilität in den Kreisen liegt zwischen 85.000 und 700 Beschäftigten.

Die Ergebnisse der drei Analysemethoden lassen sich nur in Teilen vergleichen und zwar dort, wo statistische Basis und sektorale Abgrenzung der Mobilitätsbereiche zumindest ähnlich, idealerweise sogar identisch sind. Damit können zunächst einige Gemeinsamkeiten der Analyseergebnisse für die Veränderung der Beschäftigung von 2015 bis 2035 festgehalten werden:

1. Sowohl die regionale, sektorale als auch gesamtwirtschaftliche Analyse zeichnen sich durch deutliche Beschäftigungsgewinne als auch Beschäftigungsverluste in den unterschiedlichen Branchen aus. Der strukturelle Wandel der Beschäftigung ist bei allen Ansätzen von Bedeutung und wird im Folgenden noch detaillierter diskutiert werden.
2. Das Niveau der Beschäftigung liegt in allen drei Ansätzen in 2035 in ES-35 höher als in MM-35.
3. Der Beschäftigungs-Shift, d.h. die Summen der Beschäftigungsänderungen aller Gewinner- und Verliererbranchen, fällt im Szenario MM-35 in den drei Ansätzen

höher aus als im Szenario ES-35. Damit sind die strukturellen Veränderungen des Arbeitsmarktes im Szenario MM-35 stärker.

4. Der Kern der Automobilindustrie, d.h. der Sektor WZ-29, verliert in MM-35 in allen Methoden deutlich an Beschäftigung (bis -234 Tausend Erwerbstätige (VZÄ)). In ES-35 werden unterschiedliche Ergebnisse erzielt, die zwischen leichtem Zuwachs (+42 Tausend Beschäftigte) und leichtem Verlust an Beschäftigung (-58 Tausend Erwerbstätige) variieren. Sensitivitätsanalysen zeigen starke Abhängigkeiten der Beschäftigung von der Entwicklung der PKW-Exporte, der PKW-Preise (Werthaltigkeit) und der Kompetenz E-Mobilitäts-Komponenten in Deutschland zu fertigen oder zu importieren. Werden hier die Erwartungen in den Szenarien verschlechtert, können sich massive zusätzliche Beschäftigungsverluste ergeben.
5. Der Bau von sonstigen Fahrzeugen, insbesondere Schienenfahrzeugen, erfährt in beiden Szenarien einen Zuwachs, kann jedoch den Verlust an Beschäftigung im Kraftfahrzeugbau insbesondere in MM-35 nicht kompensieren.
6. Einen deutlichen Zuwachs an Beschäftigung erfährt der Bausektor durch den Aufbau der (teilweise komplexen) Verkehrsinfrastruktur, wobei dieser positive Impuls im Szenario MM-35 stärker ist.
7. Kfz-Handel und -wartung verliert in allen drei Analyse-Methoden und in beiden Szenarien massiv an Beschäftigung bis 2035 (-68 bis -405 Tausend), wobei die Verluste im Szenario MM-35 höher ausfallen.

Tabelle 11 gibt eine Übersicht der Ergebnisse der drei Methoden für die Änderung der Beschäftigung von 2015 (REF-2015) bis 2035 in den beiden Szenarien (ES-35, MM-35). Unterschiede zwischen den Ansätzen ergeben sich durch die Methodik, den jeweils genutzten Begriff der Erwerbstätigen (AP4, AP5) oder Beschäftigten (AP3) und die statistische Abgrenzung (z.B. von Sektoren oder Komponenten) bis hin zur Abgrenzung auf der Ebene einzelner Sektoren. Außerdem führt die unterschiedliche Behandlung des Güterverkehrs zu einer Varianz der Ergebnisse. In Tabelle 11 wurden die differenzierten Ergebnisse der drei Methoden wenn nötig soweit aggregiert oder abgeschichtet, dass die dargestellten Mobilitätsbereiche möglichst gut vergleichbar werden. Eine direkte Vergleichbarkeit zwischen den sektoralen Beschäftigungsniveaus ist durch die Definitionsunterschiede jedoch nicht gegeben und die Tabelle sollte nicht überinterpretiert werden. Sie dient dazu, die oben qualitativ beschriebenen Punkte mit Zahlen zu illustrieren.

Aufgrund der größeren Unterschiede beim Güterverkehr ist der geeignetste Vergleichsmaßstab für die gesamten Beschäftigten in der Mobilität in den drei Analysen der Bezug zu den verkehrsbezogenen Sektoren ohne die Dienstleistungen im Güterverkehr (blau dargestellt). Verbleibende Unterschiede betreffen die Berücksichtigung von *Bau und Betrieb der Verkehrsinfrastruktur*, die sich in der gesamtwirtschaftlichen Analyse nicht aus dem auch dort wachsenden Bausektor lösen lässt und daher in der Summe dieser Analyse nicht enthalten ist, die Abgrenzung der *sonstigen Fahrzeuge*, die in der regionalen Analyse nur Züge und Fahrräder umfasst, sowie die Betrachtung der *Automobilindustrie* aggregiert

aus Beschäftigten auf Unternehmensebene (AP3) bzw. erfasst über den Sektor *Kraftwagenbau* (WZ 29) in funktionaler Gliederung plus zusätzliche Beschäftigte in der Herstellung neuer Komponenten (d.h. Batterien, Fahrerassistenzsysteme), die statistisch nicht dem *Kraftwagenbau* zugeordnet werden. Letztere sind in allen drei Methoden in der Summe der verkehrsbezogenen Sektoren ohne die Dienstleistungen im Güterverkehr enthalten (blau dargestellt).

Tabelle 11: Vergleich der Beschäftigung: regionale, sektorale, gesamtwirtschaftliche Analyse

Beschäftigte in [1000]	Regionale Analyse (AP3)			2035 gegenüber 2015	
	REF-15	ES-35	MM-35	ES vs. REF	MM vs. REF
<b>Beschäftigung im Mobilitätsbereich</b>					
Automobilindustrie (Unternehmensebene)	988	1,031	767	42	-222
Sonstige Fahrzeug-Industrie (Schiene, Rad)	48	45	60	-3	12
Bau und Betrieb Verkehrsinfrastruktur	181	223	286	42	104
Personenverkehr konventionell	441	411	453	-29	13
Personenverkehr neu (auton. Shuttle, Sharing)	3	338	382	335	379
Kfz-Handel und -Wartung	819	543	413	-275	-405
<b>Beschäftigte Mobilität ohne Güterverkehr (Vgl.)</b>	<b>2,480</b>	<b>2,592</b>	<b>2,362</b>	<b>111</b>	<b>-118</b>
Güterverkehr (ohne DL für Verkehr, Spedition)	926	1,127	1,127	202	202
<b>Beschäftigte Personen &amp; Güter (Vgl.)</b>	<b>3,406</b>	<b>3,719</b>	<b>3,489</b>	<b>313</b>	<b>83</b>
Beschäftigte regional erfasst (nachrichtlich)	3,522	3,877	3,728	355	206

Erwerbstätige (VZÄ) in [1000]	Sektorale Analyse (AP4)			2035 gegenüber 2015	
	REF-15	ES-35	MM-35	ES vs. REF	MM vs. REF
<b>Beschäftigung im Mobilitätsbereich</b>					
Kraftwagenbau (WZ 29, funktional, inkl. E-Mob)	587	623	529	36	-58
Sonstige Fahrzeug-Industrie	123	127	131	4	8
Bau und Betrieb Verkehrsinfrastruktur	185	232	356	47	171
Personenverkehr konventionell	530	619	679	89	149
Personenverkehr neu (auton. Shuttle, Sharing)	1	125	144	125	143
Kfz-Handel und -Wartung	951	811	679	-140	-272
<b>Beschäftigte Mobilität ohne Güterverkehr (Vgl.)</b>	<b>2,290</b>	<b>2,456</b>	<b>2,436</b>	<b>166</b>	<b>146</b>
Güterverkehr (ohne DL für Verkehr, Spedition)	1,031	774	745	-257	-286
<b>Beschäftigte Personen &amp; Güter (Vgl.)</b>	<b>3,320</b>	<b>3,229</b>	<b>3,180</b>	<b>-91</b>	<b>-140</b>
Beschäftigte sektoral erfasst (nachrichtlich)	4,339	4,138	4,067	-202	-273

Erwerbstätige (VZÄ) in [1000]	Gesamtwirt. Analyse (AP5)			2035 gegenüber 2015	
	REF-15	ES-35	MM-35	ES vs. REF	MM vs. REF
<b>Beschäftigung im Mobilitätsbereich</b>					
Kraftwagenbau (WZ 29, funktional)	603	545	370	-58	-234
Sonstige Fahrzeug-Industrie	108	151	167	43	60
<i>Pkw-Bau neue Komponenten (E-Mob, FAS)</i>	55	201	152	147	98
Personenverkehr konventionell	497	462	502	-36	4
Personenverkehr neu (auton. Shuttle, Sharing)	13	181	239	168	226
Kfz-Handel und -Wartung	940	872	836	-68	-105
<b>Beschäftigte Mobilität ohne Güterverkehr (Vgl.)*</b>	<b>2,216</b>	<b>2,412</b>	<b>2,266</b>	<b>196</b>	<b>50</b>
Güterverkehr (ohne DL für Verkehr, Spedition)	933	1,076	1,054	143	121
<b>Beschäftigte Personen &amp; Güter (Vgl.)</b>	<b>3,117</b>	<b>3,445</b>	<b>3,277</b>	<b>329</b>	<b>161</b>
Beschäftigte gesamtwirt. erfasst (nachrichtlich)	3,541	3,907	3,739	366	198

\* ohne Bausektor

Quelle: M-Five, ISI, eigene Berechnungen

Die gesamten Beschäftigten der Mobilitätsbereiche inklusive des vergleichbaren Anteils des Güterverkehrs (d.h. ohne Dienstleistungen für Verkehr die in AP3 nicht enthalten waren, und ohne Speditionen, die nur in AP4 enthalten sind) werden in der vorletzten Zeile dargestellt.<sup>18</sup> Hier zeigt sich der Einfluss des Güterverkehrs, der in der sektoralen Analyse aufgrund der hohen Produktivitätssteigerung durch Automatisierung deutlich an Beschäftigung verliert und damit im Ergebnis der Szenarien auch zu einem Beschäftigungsverlust führt.

Für jede Methode wurde auch eine methodenspezifische Veränderung der Beschäftigung in der Mobilität ermittelt. Diese ist jeweils in der letzten Zeile von Tabelle 11 dargestellt. Dieses Ergebnis fällt mit einem Verlust von -202 bis -273 Tausend Erwerbstätigen negativ aus für die sektorale Analyse. Das negative Ergebnis resultiert aus Verlusten in drei Bereichen: (1) Kraftwagenbau (WZ 29), (2) Kfz-Handel und Wartung, und (3) Güterverkehr. In den beiden anderen Methoden ergibt sich jeweils ein positives Ergebnis für die Szenarien, da (1) der Güterverkehr einen positiven Beitrag leistet, da hier keine spezifischen Szenarien unterstellt wurden, und (2) der kompensierende Effekt durch neue Mobilitätsdienstleistungen oder neue PKW-Komponenten (EMO, FAS) größer bewertet wurde (AP3), bzw. (3) die Beschäftigungsverluste im Kfz-Handel und -wartung sich als geringer ergeben.

Die unterschiedlichen Vorgehensweisen zur Datenerhebung führen zu verschiedenen Ergebnissen. Die Ermittlung der Personalbedarfe in der regionalen Analyse erfolgte für Beschäftigte in der **Automobilindustrie** auf Grundlage einer Bottom-Up-Recherche (Anzahl Beschäftigte) auf Unternehmensebene, aggregiert nach Beschäftigten je Fahrzeugkomponente auf Kreisebene. Damit können weder Beschäftigte und Erwerbstätige noch Voll- und Teilzeitbeschäftigte unterschieden werden. In der sektoralen und der gesamtwirtschaftlichen Analyse wurden die Beschäftigten der Automobilindustrie auf Grundlage der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung auf funktionaler Ebene bestimmt. Dabei wird ein Unternehmen zerlegt in seine Funktionen (z.B. Produktion, IT-Dienstleistung, Vertrieb) und diese Funktionen den Sektoren der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zugeordnet. Genauso werden Produkte zerlegt und ihre Vorleistungen ebenfalls verschiedenen Sektoren zugeordnet (z.B. Metallprodukte als Vorleistung von Karosserien). In der gesamtwirtschaftlichen Analyse wurde neben der sektoralen Modellierung auch eine komponentenbasierte Modellierung durchgeführt, um Beschäftigte den Komponenten und dann Sektoren zuordnen zu können. Der Unterschied in den absoluten Beschäftigtenzahlen in der jeweils ersten Zeile (d.h. Automobilindustrie bzw. Kraftwagenbau WZ 29) resultiert (1) aus der unterschiedlichen Abgrenzung der Automobilindustrie (WZ versus Unternehmen), (2) aus dem Unterschied zwischen Beschäftigten und Erwerbstätigen, und (3) aus der Behandlung der neuen Komponenten als integraler Bestandteil der Automobilindustrie oder in separaten Sektoren wie in der sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Analyse. Die verschiedenen Perspektiven zeigen eine Bandbreite der Beschäftigungsentwicklung in den

---

<sup>18</sup> Hierbei sollte für die sektorale und gesamtwirtschaftliche Analyse beachtet werden, dass es sich lediglich um die direkt den Mobilitätsbereichen nach funktionaler Abgrenzung zugeordneten Erwerbstätige handelt und Erwerbstätige aus anderen Wirtschaftsbereichen, die den Mobilitätsbereichen vorgelagert sind, nicht erfasst sind.

Szenarien bis 2035 von +4% für die Automobilindustrie inklusive neuer Komponenten bis zu einem Verlust von -21% im Kraftwagenbau mit neuen Komponenten (d.h. Batterie, Fahrerassistenzsysteme) bzw. -39% ohne neue Komponenten. In diesen neuen Komponenten können in 2035 allerdings 155 bis 202 Tausend Erwerbstätige arbeiten.

Die **sonstigen Fahrzeuge** können in den Szenarien bis 2035 zwischen 23% und 56% an Erwerbstätigen hinzugewinnen. Die Fortschreibung der Beschäftigten im Schienenfahrzeugbau erfolgt anhand der nationalen Verkehrsleistung des Schienenverkehrs und unter der Annahme, dass keine neuen Produktionsstandorte hinzukommen oder entfallen. In der regionalen, sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Analyse weist das Szenario ES-35 eine leichte Zunahme der Beschäftigten im Schienenfahrzeugbau gegenüber REF-15 auf und eine deutliche Zunahme in MM-35. Die Gesamtzahl der Beschäftigten enthält in der regionalen Analyse neben den Schienenfahrzeugen lediglich die Fahrräder. In der sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Analyse sind ebenfalls Schiffs- und Luftfahrzeuge berücksichtigt. Für diese wurden aber nur geringe Veränderungen modelliert, so dass die Gesamtzahlen des Sektors *sonstige Fahrzeuge* von der Entwicklung der Schienenfahrzeuge dominiert werden.

Relativ ähnlich aus regionaler und sektoraler Perspektive ist die Beschäftigungsentwicklung durch den **Bau und Betrieb der Verkehrsinfrastruktur** (Schiene, Straße und Radwege bzw. Fahrradstationen). Ausgehend von 181.600 Beschäftigten (regional) bzw. 185.300 Erwerbstätigen (sektoral) in REF-15 steigt die Beschäftigung in ES-35 auf 223.100 (regional) bzw. auf 232.300 (sektoral). Für MM-35 wird eine Beschäftigung in Höhe von 285.900 Personen (regional) bzw. 355.800 EWT (sektoral) abgeschätzt und damit ein Anstieg von +57% bzw. 92%. In der gesamtwirtschaftlichen Analyse sind die Erwerbstätigen für Verkehrsinfrastrukturen Teil des Bausektors und konnten nicht separat ausgewiesen werden.

Konventionelle Dienstleistungen im **Personenverkehr (ÖPNV, Schienenfernverkehr, Taxi)** bleiben aus regionaler und gesamtwirtschaftlicher Sicht gegenüber REF-15 auf einem ähnlichen Niveau (-7% in ES-35; +1 bis +3% Beschäftigung in MM-35). In der sektoralen Analyse steigt die Erwerbstätigenzahl in diesem Bereich – ausgehend von einem höheren Niveau als regional ermittelt – in ES-35 um 88.900 EWT gegenüber REF-15 und in MM-35 um 149.300 EWT. Diese Abweichung resultiert unter anderem aus der unterschiedlichen Zuordnung der Beschäftigung durch automatisierte Busse, die in der regionalen und gesamtwirtschaftlichen Analyse als „neue Dienstleistungen im Personenverkehr“ betrachtet werden und sektoral Teil der konventionellen Verkehrsdienstleistungen bleiben. Dies erklärt zugleich die deutlich höhere Zunahme der Beschäftigung im Bereich der **neuen Dienstleistungen im Personenverkehr (Carsharing, Robo-Taxis, autonome Shuttles)** in der regionalen und gesamtwirtschaftlichen Sicht gegenüber der Zunahme in der sektoralen Sicht.

**Kfz-Handel und -Wartung** (Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kfz) nehmen in allen drei Perspektiven und in beiden Szenarien gegenüber REF-15 ab, jedoch in unterschiedlicher Intensität. Regional entfallen im Szenario ES-35 275.300 von 818.700

Arbeitsplätzen (-34 %) und im Szenario MM-35 405.300 Arbeitsplätze (-50 %). Ausgehend von einem etwas höheren Niveau (950.800 EWT) entfallen sektoral im Szenario ES-35 139.600 Beschäftigte (-15 %) und im Szenario MM-35 271.700 Arbeitsplätze (-29 %). In der gesamtwirtschaftlichen Analyse entfallen im Szenario ES-35 86.000 von 940.000 Arbeitsplätzen (-7 %) und im Szenario MM-35 105.000 Arbeitsplätze (-11 %). In der regionalen Analyse wurde der Rückgang der Neuzulassungen und des PKW-Bestandes fast vollständig an den Kfz-Handel weitergegeben. In der sektoralen Analyse wurde mit der veränderten Wertschöpfung unter Beibehaltung der Wertschöpfung im Güterverkehr und mit Stützung durch den Export gerechnet, so dass sich eine geringere Abnahme ergab. In der gesamtwirtschaftlichen Perspektive wird ebenfalls die Nachfrage aus dem Personen- und Güterverkehr betrachtet. Es verbleibt hier auch eine hohe Nachfrage nach intermediären Leistungen des Sektors, so dass der Rückgang der Endnachfrage schwächer auf die Beschäftigung wirkt. In allen drei Perspektiven kommt zum Tragen, dass elektrifizierte PKW einen geringeren Wartungsaufwand erfordern.

Die Beschäftigung im **Güterverkehr** (einschließlich KEP-Dienste, jedoch ohne sonstige Dienstleistungen für den Verkehr/Speditionen) wird in den drei APs unterschiedlich fortgeschrieben. In der regionalen und der gesamtwirtschaftlichen Analyse wurden keine spezifischen Szenarien für den Güterverkehr hinterlegt. In der regionalen Analyse wurde von den Wachstumstrends (Transportleistung) der vergangenen Jahre und existierenden Prognosen im Güterverkehr ausgegangen und mit einer steigenden Produktivität von 0,5% p.a. in beiden Szenarien gerechnet. Damit erhöht sich der Personalbedarf in beiden Szenarien um 201.600 Beschäftigte (+22 %). In der sektoralen Analyse wurde in einem spezifischen Szenario eine deutliche Automatisierung dieser Branche mit daraus folgender Steigerung der Produktivität unterstellt, sodass die Personalbedarfe mit -257 Tausend bzw. -286 Tausend in ES-35 bzw. MM-35 deutlich um gut ein Viertel zurückgehen. In der gesamtwirtschaftlichen Analyse ergab sich ein Zuwachs der Beschäftigung von +13 bis +15%.

Für die drei Methoden kann auch jeweils ein **Wandel der Beschäftigung in allen schrumpfenden bzw. wachsenden Branchen** ermittelt werden. Die regionale Analyse (AP3) kommt für 2035 zu dem Ergebnis, dass in den schrumpfenden Branchen im Szenario ES-35 548.000 Arbeitsplatzverluste gegenüber REF-15 zu erwarten sind, denen 902.000 neue Arbeitsplätze in den wachsenden Branchen (einschließlich KEP-Dienste und Güterverkehr) gegenüberstehen (Saldo: +355.000 inkl. Güterverkehr & KEP-Dienste; +153.300 ohne Güterverkehr & KEP-Dienste). Das Szenario MM-35 geht von 854.100 Arbeitsplatzverlusten aus, denen knapp über eine Million (1.060.100) Arbeitsplätze in wachsenden Branchen gegenüberstehen (Saldo: +206.000 inkl. Güterverkehr & KEP-Dienste; +4.400 ohne Güterverkehr & KEP-Dienste).

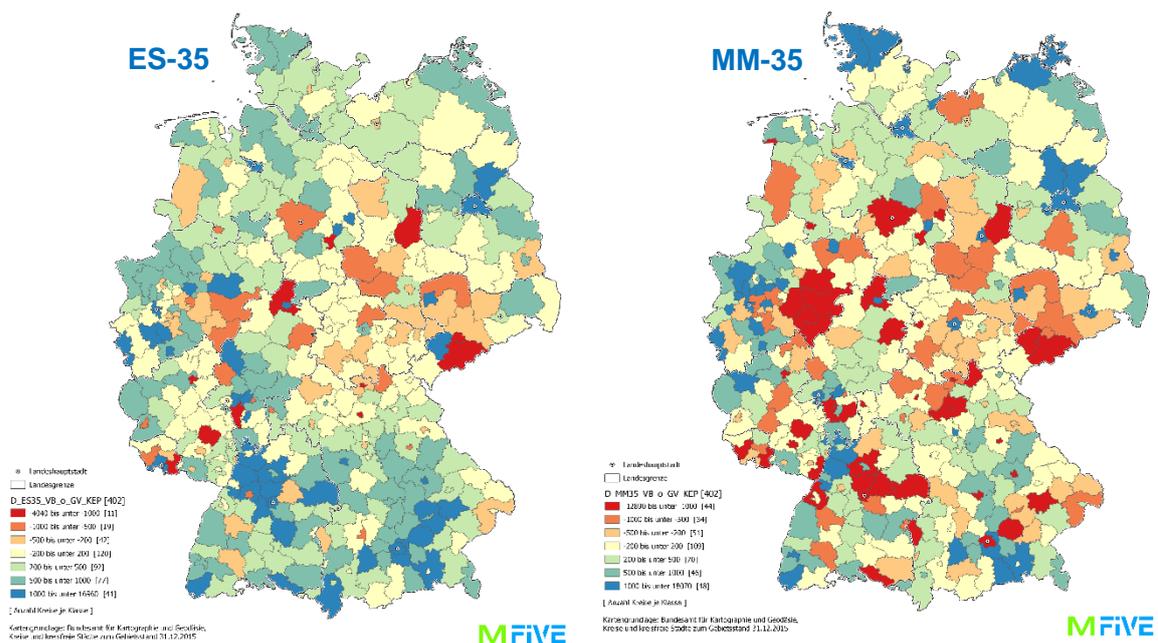
In der sektoralen Analyse (AP4) summieren sich die Verluste an Erwerbstätigen in ES-35 über alle Sektoren zu 502.000 VZÄ (MM-35: -768.000 VZÄ), denen Beschäftigungszuwächse in Höhe von +650.000 VZÄ (MM-35: +746.300 VZÄ) gegenüberstehen. Dadurch ergibt sich ein Saldo von +148.000 VZÄ im Szenario ES-35 und von -21.700 VZÄ im Szenario MM-35.

In der gesamtwirtschaftlichen Analyse ergibt sich über alle Mobilitätsbereiche und damit vergleichbar mit der regionalen Analyse ein Verlust an Erwerbstätigen von -429 Tausend in schrumpfenden Bereichen in ES-35 und von +876 Tausend in wachsenden Bereichen gegenüber 2015. Für MM-35 beläuft sich der Beschäftigungs-Shift in schrumpfenden Mobilitätsbereichen auf -619 Tausend Erwerbstätige und in wachsenden Bereichen auf +903 Tausend.

## 6.2 Regionale Beschäftigungsänderungen

Auffällig am direkten Vergleich beider Szenarien zur Beschäftigungswirkung nachhaltiger Mobilität auf Kreisebene (Abbildung 6-1) ist, dass in MM-35 deutlich mehr Kreise und kreisfreie Städte von sehr hohen Verlusten (bis unter -1.000) betroffen sind. Besonders betroffen sind Standorte mit Produktion konventioneller Fahrzeugkomponenten (darunter insbesondere Verbrennungsmotoren und Antriebsstränge) und ohne entsprechende Kompensation durch neue Fahrzeugkomponenten wie Komponenten für E-Fahrzeuge oder Fahrerassistenzsysteme.

**Abbildung 6-1: Veränderung der verkehrsbezogenen Beschäftigung (ohne Güterverkehr und KEP-Dienste) in der Mobilität in den gegenüber REF-15**

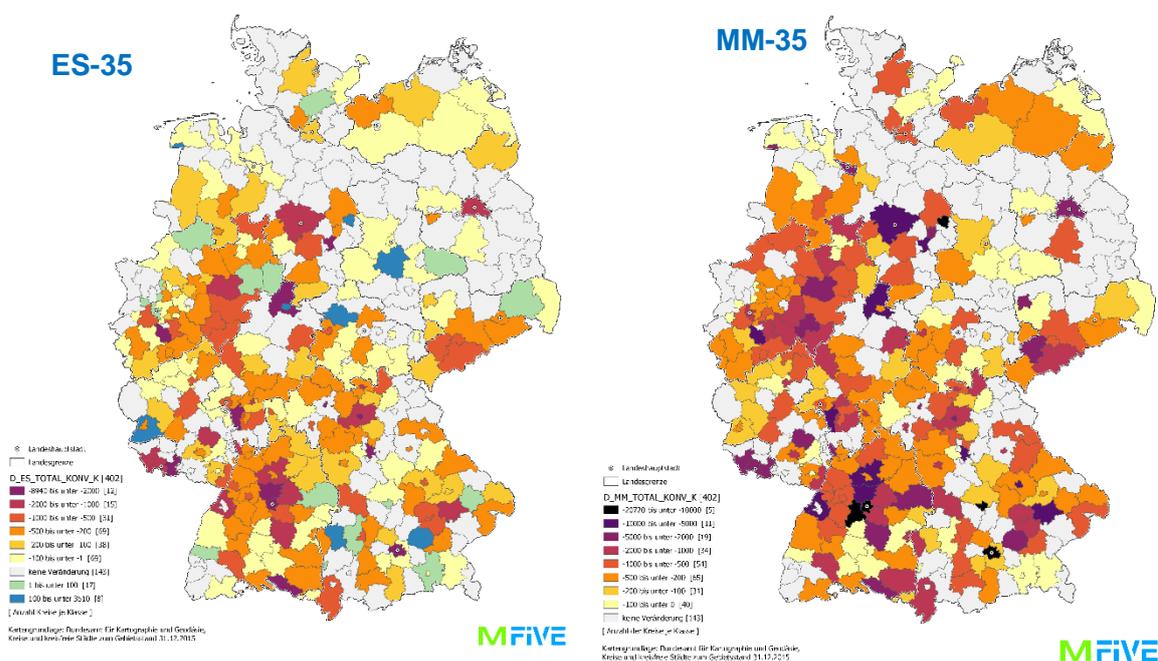


Die höhere Anzahl von Kreisen mit stark abnehmenden Beschäftigtenzahlen (-1.000 bis unter -500) und mit moderat abnehmenden Beschäftigtenzahlen (-500 bis unter -200) spiegelt den Effekt wieder, dass im Szenario MM-35 die verdichteten Gebiete stärker an Einwohnern zunehmen zulasten der ländlichen Kreise. Die gleichzeitig steigenden Personalbedarfe für Mobilitätsdienstleistungen führen vor allem in den wachsenden Städten zu mehr Beschäftigung, während der ländliche Raum nur dort marginal von Beschäftigungseffekten durch Mobilitätsdienstleistungen profitiert, wo heute (REF-15) keine bedeutenden Hersteller konventioneller Fahrzeugkomponenten niedergelassen sind. In ES-35 gewinnen insgesamt mehr Kreise sehr viele Beschäftigte (1.000 oder mehr) hinzu,

da die Automobilindustrie in Summe einen höheren Personalbedarf aufweist (rund +42.000) als heute bei gleichzeitig leicht steigenden Personalbedarfen für Mobilitätsdienstleistungen. Die Extremwerte (Klassengrenzen oder oberen und unteren Klasse) sowie die absoluten Veränderungen in den Beschäftigtenzahlen je Kreis sind in ES-35 deutlich schwächer ausgeprägt als in MM-35. Daher entfallen in ES-35 120 Kreise auf die mittlere Klasse (-200 bis unter 200 Beschäftigte), während es in MM-35 lediglich 87 Kreise sind. Diese Effekte werden vereinfacht in Abbildung 6-1 dargestellt.

Insbesondere für die folgende Abbildung 6-2 gilt der wichtige Hinweis, dass die Verteilung der auf Komponentenbasis für die nationale Ebene ermittelte Beschäftigungsänderung ein mögliches Bild darstellt, welches durch unternehmerische Entscheidungen verändert werden kann und werden wird. Beispielhaft sei hier ein Unternehmen angeführt mit vier Standorten in der Komponentenfertigung für Verbrennungsmotoren in Deutschland. Für diese Komponenten könnte unser Modell einen Rückgang der Beschäftigung um ein Drittel ermittelt haben. Dieser Rückgang wird nach unserer regionalen Verteilmethodik auf alle Kreise, in der diese Komponente gefertigt wird, verteilt. Das Unternehmen könnte aber entscheiden einen Standort zu schließen, während in den anderen Standorten die Beschäftigung auf heutigem Niveau bleibt. Diesen Standortwettbewerb bildet unsere Regionalisierungsmethodik nicht ab. Die dargestellten Beschäftigungseffekte in dieser Abbildung vernachlässigen die Potenziale durch neue Fahrzeugkomponenten und zeigen, inwiefern sich die abnehmenden Personalbedarfe zur Fertigung konventioneller Komponenten in den Schwerpunktregionen der Automobilindustrie auf die in Abbildung 6-1 dargestellte Gesamtbeschäftigung auswirken.

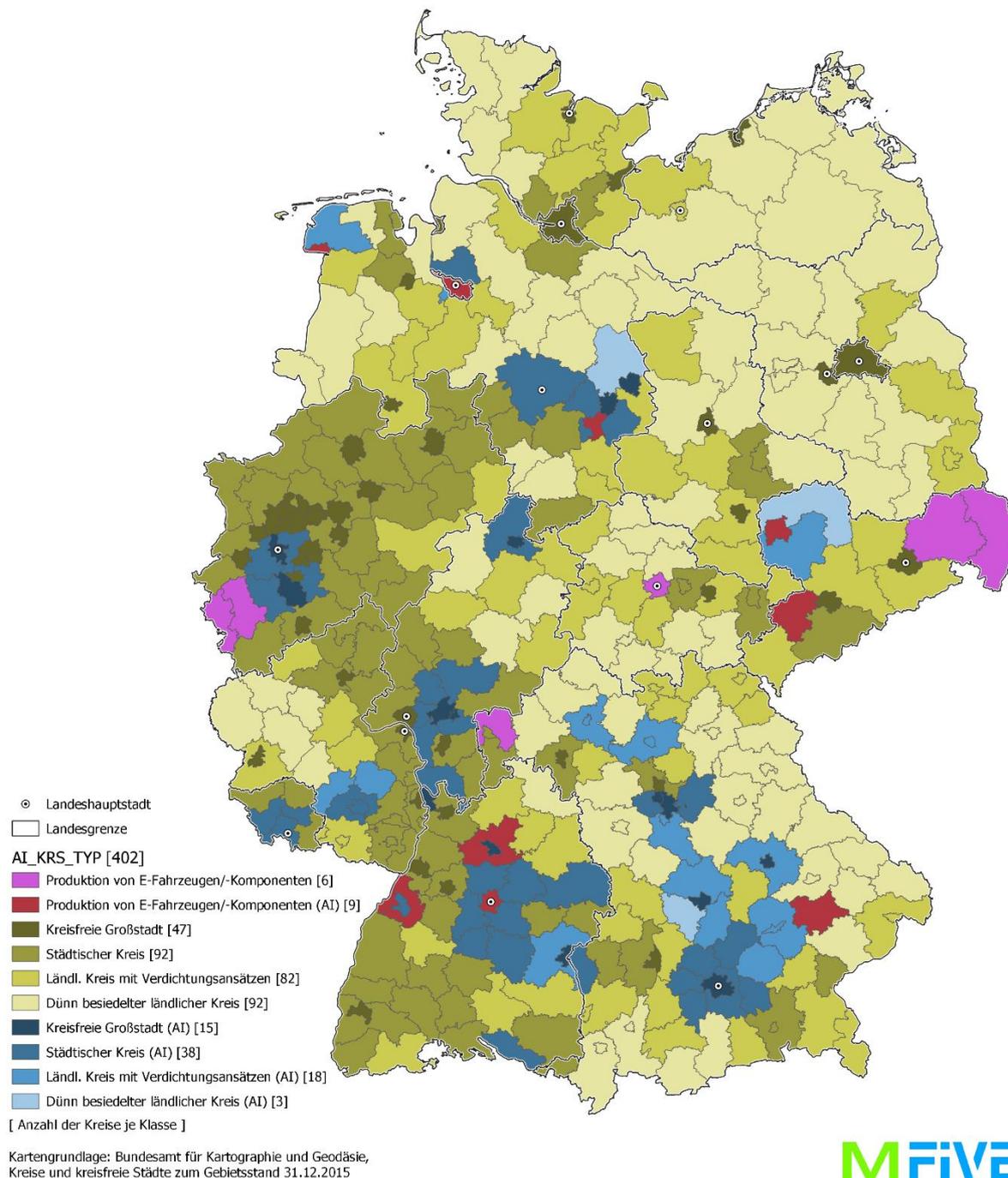
**Abbildung 6-2: Veränderung der Beschäftigung in der Herstellung konventioneller PKW-Komponenten in den Szenarien ES-35 und MM-35 gegenüber REF-15**



Quelle: eigene Berechnungen M-Five, Re-MOB

Beschäftigungseffekte durch die Herstellung von Komponenten für E-Fahrzeuge kommen vorwiegend im Szenario ES-35 zum Tragen und hauptsächlich in jenen Kreisen, die nicht einer Schwerpunktregion der Automobilindustrie zugerechnet werden (Abbildung 6-3). Der direkte Vergleich von Abbildung 6-1, Abbildung 6-2 und Abbildung 6-3 zeigt, dass Schwerpunktregionen der Automobilindustrie hauptsächlich dann durch Herstellung von E-Komponenten an Beschäftigten gewinnen, wenn keine (oder leicht zu kompensierende) Verluste bei der Herstellung konventioneller Komponenten anzunehmen sind. Dies soll anhand zweier Beispiele veranschaulicht werden: Die Städtereion Aachen (nicht Teil einer Schwerpunktregion der Automobilindustrie) gewinnt in beiden Szenarien Beschäftigte hinzu (ES-35: +680 durch AI-Komponenten; +1.890 in allen verkehrsbezogenen Bereichen ohne Güterverkehr/KEP-Dienste; MM-35: +170; +1.260 in allen verkehrsbezogenen Bereichen ohne Güterverkehr/KEP-Dienste). Der Landkreis Dingolfing-Landau (Teil einer Schwerpunktregion der Automobilindustrie) gewinnt in ES-35 durch die Herstellung von Komponenten des E-Antriebs rund 5.800 Beschäftigte hinzu und kann die Verluste bei konventionellen Komponenten überkompensieren, sodass über alle Komponenten hinweg die Netto-Beschäftigung um über 5.000 gegenüber REF-15 zunimmt. In etwa derselben Höhe steigt auch die Beschäftigung in allen Verkehrsbezogenen Bereichen. Da im Szenario die Nachfrage nach E-Komponenten schwächer ausgeprägt ist, als in ES-35 und gleichzeitig die gesamte Nachfrage nach Fahrzeugkomponenten zurückgeht, stehen hier Verlusten bei konventionellen Komponenten in Höhe von 5.600 Beschäftigten lediglich 3.900 zusätzliche Beschäftigte durch neue Fahrzeugkomponenten gegenüber – bei Nettobetrachtung ein Verlust von 1.700 Arbeitsplätzen. Da es sich hier gleichzeitig um einen ländlichen Kreis handelt, geht die Beschäftigung in allen verkehrsbezogenen Bereichen (ohne Güterverkehr/KEP-Dienste) in diesem Szenario sogar um 1.800 zurück. Dies veranschaulicht die hohe Abhängigkeit vom Automobilsektor in diesem Kreis.

**Abbildung 6-3: Entwicklung der im Projekt identifizierten Standorte für zukünftige Produktion e-mobiler Komponenten oder PKW**



**M-FIVE**

Quelle: eigene Berechnungen M-Five, Re-MOB

Die nachfolgende Tabelle 12 stellt vereinfacht dar, welche Wirkungszusammenhänge siedlungsstruktureller Art (Bevölkerungszahl) und industrieller Prägung (konventionelle, neue Fahrzeugkomponenten oder keine Kfz-Produktion) tendenziell zu einer Zunahme, Abnahme oder Stagnation der Beschäftigung führen. Besonders profitieren können Regionen mit hoher Bevölkerungszahl aufgrund wachsender Beschäftigung in den Mobilitätsdienstleistungen. Am stärksten negativ betroffen wären ländliche Regionen mit geringer Bevölkerungszahl und Fertigung von konventionellen PKW-Komponenten.

**Tabelle 12: Synthese der Beschäftigungsentwicklung durch Umsetzung nachhaltiger Mobilität auf regionaler Ebene**

Erwartung zu spezifischen Entwicklungen der Beschäftigung in den Kreisregionen	Produktion neuer Komponenten, insbesondere EMO und/oder FAS	Produktion konventioneller Komponenten, insbesondere ICE und AST	Keine Produktion von Fahrzeugen und Komponenten
Region mit großer Bevölkerungszahl	++	+/-	+
Region mit geringer Bevölkerungszahl (ländliche Regionen)	+/-	-	○

Quelle: M-Five

### 6.3 Sektorale Beschäftigungsänderungen

Die Analyse der Effekte auf den Arbeitskräftebedarf in den einzelnen Wirtschaftsbereichen, die sich durch die strukturellen Änderungen in Mobilitätsangebot und -nachfrage ergeben, wurden schwerpunktmäßig in der mesoökonomischen (sektoralen) Analyse behandelt (vgl. Kapitel 4). Hierfür wurde ein Input-Output-Mengenmodell entwickelt, welches 92 Wirtschaftsbereiche umfasst und die verkehrsrelevanten Bereiche detailliert abbildet. Direkte Effekte ergeben sich aus der veränderten Nachfrage (Investitionen, Konsum und Außenhandel) nach verkehrsbezogenen Produkten und Dienstleistungen in den Szenarien im Vergleich zum Status Quo. Die Input-Output-Rechnung ermöglicht es, auch indirekte Effekte in vorgelagerten Wirtschaftsbereichen abzubilden, wobei Änderungen in der Vorleistungsstruktur für das Jahr 2035 berücksichtigt werden. Mögliche Treiber sind der zunehmende Automatisierungsgrad und die Elektrifizierung von Fahrzeugen, Skaleneffekte bei neuen Technologien und die veränderte Vorleistungsnachfrage nach verkehrsbezogenen Gütern und Dienstleistungen (z.B. durch Verlagerung von der Straße auf die Schiene). Die Endnachfrage in nicht verkehrsbezogenen Wirtschaftsbereichen wird unter Verwendung einer Wachstumsrate von 1,2% p.a. (OECD 2019) fortgeschrieben um die indirekten Wirkungen auf verkehrsbezogene Wirtschaftsbereiche zu berücksichtigen.

Die Wirkung der Veränderungen der End- und Zwischennachfrage sowie der Produktionsstruktur auf die Erwerbstätigkeit wurden berechnet, indem sektorale Beschäftigungsintensitäten (Erwerbstätige je Produktionswert) mit der aus der Input-Output Rechnung resultierenden Produktion je Wirtschaftsbereich verknüpft wurden.

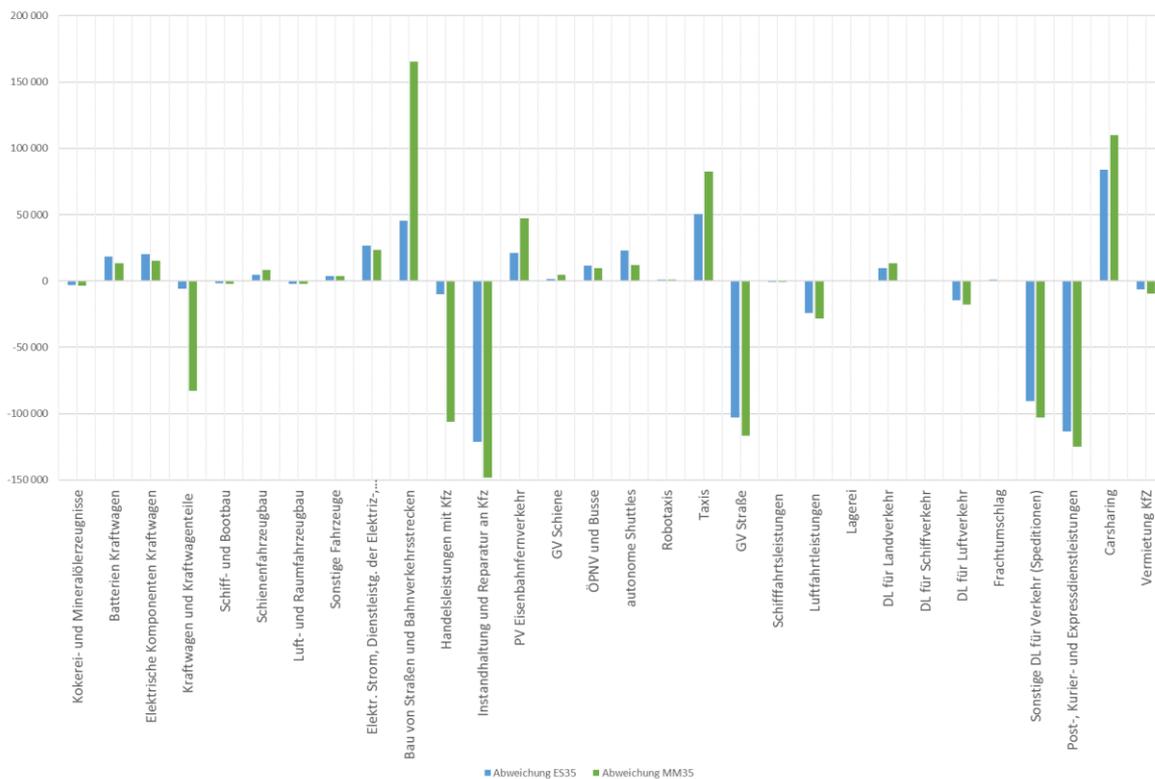
Auch die makroökonomische Analyse (Kapitel 5) nutzt eine Input-Output-Tabelle, die jedoch nicht so stark aufgegliedert ist. Dafür zeichnet sich diese Analyse durch die Berücksichtigung dynamischer Wachstumseffekte und einer integrierten Betrachtung von Ökonomie und Verkehrssystem aus. Sowohl die meso- als auch die makroökonomische Analyse berücksichtigen die Vorleistungsverflechtung. Die Unterteilung der Wirtschaftsbereiche (bzw. der Gütergruppen und Produktionsbereiche) in den zugrundeliegenden Input-Output-Tabellen ist funktional, das heißt für den Fall, dass ein Unternehmen mehrere unterschiedliche Produkte herstellt, wird es auf mehrere Wirtschaftsbereiche aufgeteilt. Die regionale Analyse (Kapitel 3) nutzt spezifische Beschäftigungsindikatoren bezogen auf physische Größen (z.B. Beschäftigte je Personenkilometer nach Modi) und bezieht regionale Unterschiede mit ein. Da die Berechnung der regionalen Beschäftigungseffekte auf der Statistik der Agentur für Arbeit basiert, gilt hier das institutionelle Prinzip (jedes Unternehmen wird basierend auf seinem Hauptprodukt eingeordnet). Außerdem wurden für die regionale Analyse der Fahrzeugherstellung eigene Erhebungen auf Unternehmensebene durchgeführt, und die Beschäftigten der Unternehmen den 10 unterschiedenen PKW-Komponenten zugeordnet. Vorleistungen, die nicht innerhalb der gleichen Branche stattfinden, sind in der regionalen Analyse nicht berücksichtigt, das heißt es werden direkte jedoch keine indirekten Beschäftigungseffekte erfasst. Während die Arbeitsmarkteffekte in der meso- und makroökonomische Analyse als Erwerbstätige in Vollzeitäquivalenten ausgewiesen werden, sind in der regionalen Analyse sozialversicherungspflichtig beschäftigte Personen der entsprechende Indikator.<sup>19</sup>

Im folgenden Abschnitt werden schwerpunktmäßig die Ergebnisse aus der mesoökonomischen Analyse diskutiert. Die Ausführungen zu den grundsätzlichen Unterschieden zwischen den Analysemethoden verdeutlichen, dass die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar sind. Hinzu kommen spezifische Unterschiede, die sich in einzelnen Bereichen auswirken und weitgehend bereits in Abschnitt 6.1 diskutiert wurden. In Abbildung 6-4 ist die Abweichung des Bedarfs an Erwerbstätigen in VZÄ für verkehrsrelevante Wirtschaftsbereiche zwischen den Szenarien ES-35 (blau) bzw. MM-35 (grün) und Status Quo dargestellt. Darüber hinaus verzeichnen auch viele weitere nicht direkt verkehrsrelevante Bereich positive oder negative Effekte (vgl. Kapitel 4), die hier jedoch nicht näher diskutiert werden.

---

<sup>19</sup> Zu den unterschiedlichen Indikatoren für Arbeitsmarkteffekte siehe auch Ausführungen in Abschnitt 6.1, sowie in Wagner et al (2018).

**Abbildung 6-4: Beschäftigungseffekte durch den Strukturwandel im Mobilitätssektor: Abweichung ES-35 und MM-35 von Status Quo absolut in VZÄ in Verkehrsrelevanten Bereichen**



Quelle: ISI, eigene Berechnungen

## Kraftfahrzeuge

Der stärkere Fokus auf straßengebundene elektrifizierte Mobilität im E Straße Szenario, im Vergleich zum Szenario Multimodalität, ist Treiber für die gemäßigeren Effekte im Bereich der Herstellung von Kfz. Gleichzeitig erfahren die Vorleistungsbereiche für Elektrofahrzeuge (Batterien Kraftwagen, Elektrische Komponenten Kraftwagen) im ES-35 einen höheren positiven Effekt als im MM-35. Im ES-35 Szenario können die negativen Effekte der konventionellen Kfz Produktion durch die Zuwächse bei den E-Komponenten und Batterien ausgeglichen werden und resultieren in einem positiven Beschäftigungseffekt in der Fahrzeugproduktion. Im MM-35 Szenario reicht der zusätzliche Arbeitskräftebedarf bei den E-Komponenten und Batterien nicht aus um die negativen Effekte in der konventionellen Produktion zu kompensieren. Beiden Szenarien unterliegen auf die bisherige Entwicklung in der Fahrzeugindustrie angepasste Annahmen bezüglich der zukünftigen Exporte. Der Bereich Handelsleistungen mit Kfz ist, wie der verknüpfte Bereich Herstellung von Kfz, durch die umfassendere Reduzierung der Pkw-Flotte im Szenario Multimodalität stärker betroffen als im E Straße Szenario. Der Bereich Instandhaltung von Kfz ist in beiden Szenarien stark negativ sowohl durch den verminderten Instandhaltungsaufwand bei Elektrofahrzeugen, als auch durch die Schmälerung der Pkw-Flotte betroffen. Im MM-35 Szenario führt der vermehrte Rückgang an Fahrzeugen, insbesondere im MIV, in Kombination mit der Elektrifizierung zu noch stärkeren negativen Effekten im Vergleich zum ES-35 Szenario.

## **Infrastruktur**

Im Szenario Multimodalität steht die schienengebundene Mobilität und der klassische ÖV in Kombination mit Sharing-Angeboten für die letzte Meile stärker im Fokus. Diese Orientierung drückt sich vor allem im Bereich Bau von Straßen- und Bahnverkehrsstrecken aus. Hier sind die positiven Beschäftigungseffekte im ES-35 Szenario deutlich geringer als im MM-35 Szenario. Der Infrastrukturausbau ist klassisch sehr stark durch große Einzelinvestitionen getrieben. Die resultierenden Beschäftigungseffekte haben daher eher einen temporären Charakter. Dennoch ist langfristig mit einem höheren Instandhaltungsaufwand der vergrößerten Infrastruktur zu rechnen wodurch wiederum zusätzlicher Arbeitskräftebedarf entsteht. Die Beschäftigung im Bausektor profitiert in ähnlicher Weise in der regionalen Analyse. Auch in der makroökonomischen Analyse steigt die Erwerbstätigkeit im Bausektor. Der Effekt des Baus von Verkehrsinfrastruktur lässt sich aber dort nicht isolieren.

## **Verkehrsdienstleistungen**

Die stärkere Nutzung der Schiene durch Personenverkehr (Eisenbahnfernverkehr) und Güterverkehr führt ebenfalls zu höheren positiven Beschäftigungseffekten im MM-35 Szenario. Ein höherer Arbeitskräftebedarf in den Bereichen Taxis und Carsharing zur Abrundung der Multimodalität im MM-35 Szenario ist auf die gleichen Argumente zurückzuführen. Der hohe Zuwachs im Bereich Carsharing ergibt sich aus der extremen unterstellten Zunahme der Fzg-km (500-fach von heute) im MM-35 Szenario.

Die zunehmende Automatisierung des ÖPNV und die einhergehende Steigerung der Arbeitsproduktivität hat in beiden Szenarien trotz steigender Nutzung des ÖPNV einen negativen direkten Effekt auf die Beschäftigung. Dieser negative Effekt wird zwar von den indirekten Effekten überkompensiert, der resultierende gestiegene Arbeitskräftebedarf im ÖPNV bleibt aber trotzdem in beiden Fällen unter dem Bedarf im Bereich der autonomen Shuttles. Eine Favorisierung der Nutzung autonomer Shuttles aufgrund ihrer positiveren Beschäftigungswirkung bleibt unter Berücksichtigung ihrer Umweltwirkungen zu diskutieren.

Der straßengebundene Güterverkehr ist in beiden Szenarien stark betroffen. Der Straßengüterverkehr, Sonstige Dienstleistungen für den Verkehr, der hauptsächlich aus dem Bereich Spedition besteht, sowie Post- und Kurierdienste zeigen deutliche Beschäftigungsrückgänge. Verlagerungen auf den Schienengüterverkehr und ein hoher Automatisierungsgrad sowohl in den Fahrzeugen selbst und dadurch den Fahrten als auch in den Verwaltungsprozessen erklären den Rückgang der Arbeitsnachfrage. Für die regionale und die gesamtwirtschaftliche Analyse wurde kein differenziertes Szenario für den Güterverkehr entwickelt, sondern eine abgeschwächte Trendentwicklung unterstellt.

## **Strom und fossile Kraftstoffe**

Die Nachfrage nach elektrischem Strom steigt in beiden Szenarien und damit auch die verbundene Beschäftigung. Der Anstieg des Strombedarfs ist dabei im ES-35 Szenario etwas stärker auf den größeren Anteil von elektrisch betriebenen Fahrzeugen, im MM-35 Szenario auf die höhere Nutzung schienengebundener Beförderungsmittel zurückzuführen.

Die Elektrifizierung des straßengebundenen Verkehrs hat im Vergleich zum Status Quo einen größeren Effekt auf die Stromnachfrage wodurch die Effekte im ES-35 Szenario leicht höher sind. Im Bereich Kokerei- und Mineralölerzeugnisse sind die Effekte durch den Rückgang der Nachfrage nach fossilen Kraftstoffen in beiden Szenarien leicht negativ, wobei der Effekt durch die geringe Beschäftigungsintensität und den hohen Importanteil dieses Wirtschaftsbereichs geschmälert wird.

In der regionalen Analyse wurden die Beschäftigungseffekte durch die erhöhte Stromnachfrage bzw. die verminderte Kraftstoffnachfrage nicht abgebildet. D.h. die Beschäftigung an Tankstellen blieb unverändert. Implizit wird damit unterstellt, dass an Tankstellen parallel zum Hochlauf der E-Mobilität zukünftig auch Schnellladestationen angeboten werden, so dass das Tankstellennetz zumindest bis 2035 erhalten bleibt.

Die Ergebnisse der makroökonomischen Analyse decken sich hier mit der sektoralen Analyse hinsichtlich des wachsenden Stromverbrauchs und der beschäftigungssteigernden Wirkung auf die Energieversorgung. Im Gegensatz zur sektoralen Analyse berücksichtigt die makroökonomische Analyse zudem den zusätzlichen Bedarf an Infrastruktur (Stromnetz, Stromerzeugungskapazitäten).

### **Qualitative Aspekte**

Die absoluten Abweichungen des Arbeitskräftebedarfs zwischen den Szenarien und dem Status Quo weisen deutliche Unterschiede in Bezug auf die qualitativen Aspekte (Vollzeit / Teilzeit, Geschlecht, Anforderungsniveau) auf. Das liegt daran, dass in den Szenarien verschiedene Wirtschaftsbereiche, mit ihren individuellen Beschäftigtenstrukturen, unterschiedlich stark positiv oder negativ betroffen sind. Eine ausführliche Diskussion hierzu findet sich in Kapitel 4, im Folgenden werden die Hauptaspekte kurz zusammengefasst.

Der Rückgang im Szenario MM-35 2035 gegenüber dem Status Quo betrifft besonders stark Helfer und Fachkräfte, während Spezialisten und Experten zusätzliche Nachfrage erfahren, den insgesamt negativen Effekt aber nicht ausgleichen können. Im Szenario ES-35 werden Arbeitskräfte aller Anforderungsniveaus verstärkt nachgefragt. Auffällig ist die höhere Nachfrage nach Spezialisten und Experten, da diese derzeit nur etwa 25% der Gesamtbeschäftigung ausmachen. In Bezug auf Vollzeit und Teilzeit weist die zusätzlich Arbeitskräftenachfrage im ES-35 im Vergleich zur Gesamtwirtschaft einen etwas höheren Anteil an Vollzeitarbeitskräften aus. Der Rückgang im MM-35 Szenario betrifft fast ausschließlich Vollzeitarbeitskräfte, was daran liegt, dass negative Effekte für Teilzeitkräfte durch positive Effekte kompensiert werden bzw. die positiven Effekte einen höheren Teilzeitanteil aufweisen als die negativen. In Bezug auf die Geschlechterverteilung des Beschäftigungsdeltas unterscheiden sich die Szenarien deutlich voneinander. Im Szenario MM-35 sind insbesondere Wirtschaftsbereiche negativ betroffen, die einen überdurchschnittlich hohen Männeranteil aufweisen, wie Herstellung, Handel und Instandhaltung von Kraftfahrzeugen, Speditionen und KEP-Dienstleistungen. Im Gegensatz dazu profitieren Wirtschaftsbereiche vom Strukturwandel des Mobilitätssektors, die einen hohen weiblichen Anteil an Beschäftigten verzeichnen. Dies führt zu einem negativen Delta bei männlichen Beschäftigten und zu einem positiven Delta bei weiblichen Beschäftigten.

Im Szenario ES-35 ist der Anteil der weiblichen Beschäftigten am Delta höher als der männlichen während der gesamtwirtschaftliche Durchschnitt etwa eine Gleichverteilung aufweist.

## 6.4 Gesamtwirtschaftliche Dynamik in der Beschäftigung

Die gesamtwirtschaftliche Dynamik zeigt eine leichte Eintrübung der ökonomischen Entwicklung in beiden Szenarien von 2019 bis ungefähr 2025. In dieser Phase liegen die jährlichen Wachstumsraten des BIP in den Szenarien nachhaltiger Mobilität um bis zu 0.3% niedriger als in der dynamischen Referenz. Danach nähern sich beide Szenarien wieder der Referenzentwicklung an und übertreffen dessen Wachstumsraten dann leicht. Das ES-35 Szenario entwickelt sich somit über die 16-Jahre sogar besser als die dynamische Referenz (REF-Dyn) und das BIP liegt um etwa 0.8% höher in 2035, während das MM-35 um -0.9% unterhalb der Referenz verbleibt. Damit liegt das BIP in ES-35 in 2035 um 1.7% höher als in MM-35.

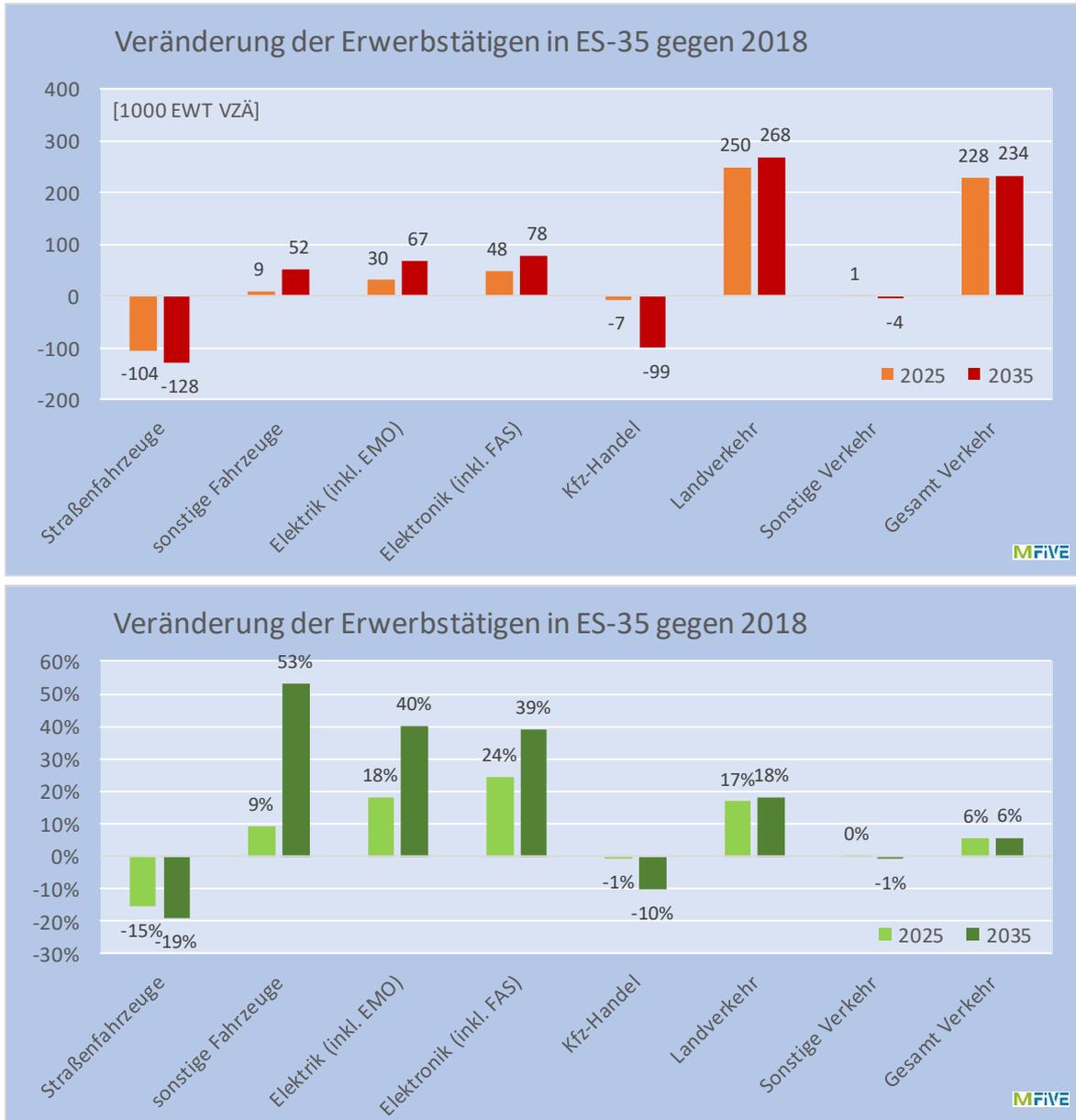
Erwartungsgemäß spiegelt sich die Veränderung des BIP auch in der Entwicklung der Erwerbstätigen wider. Im Vergleich mit REF-Dyn sinkt die Zahl der Erwerbstätigen (als VZÄ) bis 2024 in beiden Szenarien. Anschließend wächst die Zahl der Erwerbstätigen in beiden Szenarien wieder an, so dass die Entwicklung bis 2027 zu REF-Dyn aufschließt. Kurzzeitig liegt in den beiden Jahren 2027 bis 2028 die Zahl der Erwerbstätigen in MM-35 leicht höher als in ES-35, da in dieser Phase der Investitionsimpuls in Infrastrukturen und die sektorale Verschiebung in MM-35 mit Aufbau der neuen noch wenig automatisierten Mobilitätsdienstleistungen besonders stark zum Anstieg der Beschäftigung beitragen. Langfristig schneidet allerdings das ES-35 Szenario besser ab. Grund dafür ist die Kombination des Aufbaus der Produktion von E-Fahrzeugen und dem gegenüber MM-35 höheren Absatz der PKW in Kombination mit dem Impuls zur Investition in Energie- und Verkehrsinfrastrukturen, welche zu einer besseren BIP-Entwicklung führt. Trotz der ebenfalls höheren Produktivitätsentwicklung als in MM-35 führen die Entwicklungen zu einem stärkeren Anwachsen der Erwerbstätigkeit. Gegenüber dem Niveau von 2018 liegt die Erwerbstätigkeit ab 2027 in beiden Szenarien höher. Im ES-35 wächst sie bis 2035 um knapp 1.3 Millionen Erwerbstätige (VZÄ) und im MM-35 um knapp 1 Million.

In beiden Szenarien ist ein Beschäftigungsverlust in der heutigen Fahrzeugproduktion, insbesondere den konventionellen Antriebsstrangkomponenten, unausweichlich. Er wird (teilweise) kompensiert durch Zuwächse in der Entwicklung und Produktion innovativer Komponenten (z.B. Fahrerassistenzsysteme), Infrastrukturausbau und mehr Beschäftigung in Mobilitätsdienstleistungen (Landverkehr). In den Verkehrsdienstleistungen gehen einerseits viele Arbeitsplätze durch Automatisierung verloren, andererseits entstehen Arbeitsplätze durch einen wachsenden öffentlichen Verkehr und PKW-Dienstleistungen – insbesondere Carsharing. Beschäftigungseffekte durch Automatisierung, Digitalisierung und künstliche Intelligenz sind bisher noch kaum prognostizierbar: Sie hängen von einer Vielzahl Faktoren ab, darunter vor allem technologische, regulatorische und wettbewerbliche Entwicklungen.

Die Realisierung beider Szenarien führt zu einem deutlich veränderten Investitionsverhalten. Es bedarf großer Investitionen in die Bahninfrastruktur, in zusätzliche Bus-Systeme, Ladeinfrastruktur und Anlagen zur Erzeugung des erneuerbaren Stroms für den Verkehr, um nur einige zu benennen. Ohne Straßenfahrzeuge belaufen sich diese Investitionen in ES-35 kumuliert von 2019 bis 2035 auf 688 Mrd. €<sub>2010</sub> und in MM-35 auf 697 Mrd. €<sub>2010</sub>. Dabei liegen die kumulierten Investitionen ins Schienennetz in MM-35 mit 274 Mrd. €<sub>2010</sub> deutlich höher als in ES-35 mit 227 Mrd. €<sub>2010</sub>, während in ES-35 insbesondere die Investitionen in die grüne Stromversorgung des Verkehrs und die zusätzlichen Bus-Systeme deutlich über denen von MM-35 liegen. Der größte Unterschied ergibt sich bei der kumulierten Investition in Straßenfahrzeuge (d.h. dem Umsatz aller verkauften Fahrzeuge an Unternehmen), die sich in ES-35 auf 885 Mrd. €<sub>2010</sub> und in MM-35 auf 485 Mrd. €<sub>2010</sub> beläuft. Damit liegt in ES-35 die Investition in Straßenfahrzeuge immer noch deutlich über der Investition in Verkehrsnetze, während in MM-35 in Verkehrsnetze leicht mehr investiert wird, als in Straßenfahrzeuge. Der Wandel vom Status-quo heute zu den Szenarien lässt sich also auch als Verschiebung der Investitionsschwerpunkte von PKW hin zu Verkehrsinfrastrukturen verstehen.

Abbildung 6-5 zeigt die Veränderungen der Erwerbstätigen in den ausgewählten Sektoren mit Verkehrsbezug für das **ES-35**. Der Sektor *Straßenfahrzeuge*, der die konventionellen Komponenten eines PKW herstellt, verliert bei sinkenden PKW-Absatzzahlen bis 2035 gegenüber dem Niveau von 2018 128 Tausend Erwerbstätige (VZÄ). Dafür gewinnen in 2035 *sonstige Fahrzeuge* (+52 Tausend), und die Sektoren, die innovative Fahrzeugkomponenten, herstellen wie *Elektrik* (+67 Tausend) und *Elektronik* (+78 Tausend) Erwerbstätige (VZÄ) gegenüber 2018 hinzu. Deutlicher ist der absolute Zuwachs im Sektor *Landverkehr* (+268 Tausend) zu dem auch der öffentliche Verkehr und die Mobilitätsdienstleistungen gehören. Relativ entspricht dies allerdings nur einem Zuwachs von +18% gegenüber 2018, während die vorgenannten Sektoren 53%, 40% und 39% hinzugewinnen. Im Saldo legen die Sektoren mit Verkehrsbezug bis 2035 gegenüber 2018 um 234 Tausend Erwerbstätige (VZÄ) (+6%) zu.

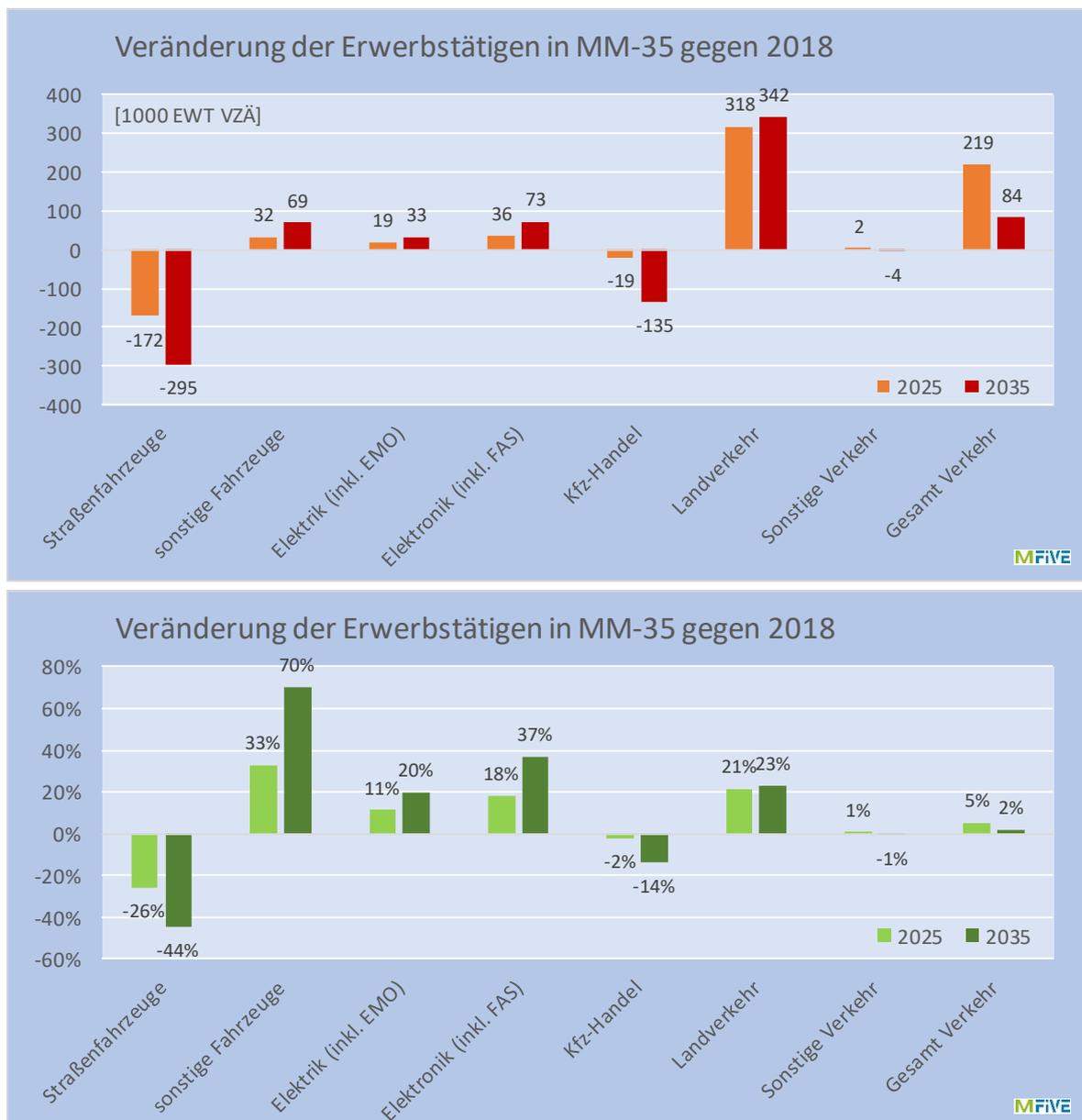
**Abbildung 6-5: Veränderung der Erwerbstätigen in Sektoren mit Verkehrsbezug in ES-35 gegen REF-2018**



Quelle: eigene Berechnungen M-Five, ASTRA-HBS

Durch den Rückgang der Nachfrage nach PKW sinkt in **MM-35** die Zahl der Erwerbstätigen (VZÄ) im Sektor *Straßenfahrzeuge* noch deutlicher als in ES-35 mit bis zu 295 Tausend in 2035 gegenüber 2018 (siehe Abbildung 6-6 oben). Auch die Zuwächse in den Sektoren *Elektrik* und *Elektronik*, die innovative PKW-Komponenten herstellen, fallen geringer aus. Dies wird teilweise durch zusätzliche Erwerbstätige (VZÄ) in den Sektoren *Sonstige Fahrzeuge* (Produktion von Schienenfahrzeugen, +69 Tausend) und *Landverkehr* (+342 Tausend) ausgeglichen, aber auch ergänzt durch neue Beschäftigung in Sektoren außerhalb des Verkehrssystems in der Erstellung der Infrastrukturen für die Transformation in Verkehr und Energie, wie dem Bausektor mit +398 Tausend zusätzlichen Erwerbstätigen (VZÄ).

**Abbildung 6-6: Veränderung der Erwerbstätigen in Sektoren mit Verkehrsbezug in MM-35 gegen REF-2018**



Quelle: eigene Berechnungen M-Five, ASTRA-HBS

Damit erweisen sich der *Bausektor* und der Sektor *Landverkehr* als tragende Säulen zusätzlicher Beschäftigung. Hierbei ist die Beschäftigung im *Bausektor* auch als hochwertige Beschäftigung zu verstehen, die komplexe technische Systeme mit integrierter IT-Infrastruktur plant, an die Bevölkerung kommuniziert und im Zeitplan erstellt. Dieser Befund deckt sich auch mit den Ergebnissen der regionalen und der sektoralen Analyse.

Wie die dynamischen Analysen der Umwelteffekte zeigen, haben sich der Endenergieverbrauch im Personenverkehr um drei Fünftel und die CO<sub>2</sub>-Emissionen (siehe auch Abbildung 2-2) im Personenverkehr im Jahr 2035 um gut drei Viertel der Emission von 2015 reduziert.<sup>20</sup> Die THG-Emission würde so in den Szenarien auf einen Pfad einschwenken, der auch mit den Pariser Klimaschutzziele vereinbar scheint. Daher werden die Szenarien von uns als ökologisch nachhaltig eingestuft. Da gleichzeitig das Investitionsprogramm und die verringerten Energieimporte einen positiven ökonomischen Impuls setzen, sodass BIP und Beschäftigung sich bis 2035 neutral bis leicht positiv entwickeln, würden wir die Szenarien nicht nur als nachhaltig sondern auch als Bestandteil eines möglichen Green New Deals für Deutschland bezeichnen.

Diese Transformation der Mobilität als Teil eines Green New Deals erfordert aber ein Umdenken und Umorientieren einer großen Zahl Erwerbstätiger. Dies kann am sogenannten Gesamtbeschäftigungs-Shift aus den 57 Sektoren abgelesen werden, welcher die Summe der Anzahl der wegfallenden Erwerbstätigen in allen schrumpfenden Sektoren und die Summe der zusätzlich benötigten Erwerbstätigen in allen gegenüber heute (d.h. gegen 2015) wachsenden Sektoren bildet. In beiden Szenarien liegt der negative Gesamtbeschäftigungs-Shift bis 2025 gegenüber 2015 in der Größe von 1 Million Erwerbstätigen (VZÄ). Bis 2035 erhöht sich der Wert auf rund 2 Millionen. Das bedeutet mindestens zwei Millionen Erwerbstätige verlieren ihre heutige Beschäftigung, weil es diese so nicht mehr geben wird. Der positive Beschäftigungs-Shift ist allerdings zu beiden Zeitpunkten noch größer und in 2035 ungefähr doppelt so hoch wie der negative Beschäftigungs-Shift, so dass bis zu 4 Millionen Menschen eine neue Beschäftigung in wachsenden Sektoren geboten werden kann. Da der Vergleich mit 2015 den Anstieg der Erwerbstätigkeit von 2015 bis 2018 beinhaltet, soll hier darauf hingewiesen werden, dass gegenüber 2018 der positive Gesamtbeschäftigungs-Shift bei knapp unter drei Millionen Erwerbstätigen liegt.

---

<sup>20</sup> Die Bewertung erfolgt nach dem Kyoto-Protokoll und der Methodik der UNFCCC gemäß der die THG-Emissionen von Strom und Biomasse im Verkehr mit null anzusetzen sind, da deren Bilanzierung in anderen Sektoren (Energie, Raffinerien/Industrie) erfolgt und sich so national die gesamten THG-Emissionen erfassen lassen. Sollte hier von anderer Seite argumentiert werden, dass die Upstream-Emissionen des Stroms dem Verkehr zuzurechnen sind, dann könnte dagegen argumentiert werden, dass der gesamte Güterverkehr (ggf. mit Ausnahme der direkt die Haushalte beliefernden KEP-Dienste) Upstream zu anderen Produktionsvorgängen zugeordnet werden muss und damit im Verkehrssektor mit null anzusetzen sei. Wir halten daher den Ansatz des Kyoto-Protokolls für zielführend.

## 6.5 Fazit

Ziel der Studie ist die *Beschäftigungseffekte Nachhaltiger Mobilität* in Deutschland mit Fokus Personenverkehr zu analysieren. Die Befassung mit *Nachhaltiger Mobilität* bedeutet die Berücksichtigung der drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales ergänzt um die Aspekte der Resilienz und der Generationengerechtigkeit. Beschäftigung als Indikator vereint in sich bereits zwei Dimensionen der Nachhaltigkeit: die der Ökonomie mit der Beschäftigung als Teil von Wachstum und Prosperität einer Gesellschaft, und die soziale Dimension mit Beschäftigung als Aufgabe und Teilhabe an der Gesellschaft.

Für den zentralen Indikator Beschäftigung, gemessen als Zahl der Menschen in Erwerbstätigkeit, kann festgestellt werden, dass die Umsetzung unserer Szenarien nachhaltiger Mobilität zu Beschäftigung auf einem ähnlichen Niveau wie heute führen würde. Unsere Analyse ergibt aber auch, dass **die Transformation der Mobilität mit einem ausgeprägten Strukturwandel einhergehen wird**. Der Strukturwandel der Beschäftigung spielt sich auf allen von uns untersuchten Ebenen ab:

- Auf **regionaler Ebene** werden manche Kreise an Beschäftigung deutlich zulegen und andere verlieren. Dies kann für die Menschen in einem der negativ betroffenen Kreise zur Notwendigkeit eines Arbeitsplatz- und Wohnortswechsels führen.
- Auf **sektoraler Ebene** werden sich manche Wirtschaftssektoren, sowie die Unternehmen die diesen angehören, erfolgreich entwickeln und an Beschäftigung gewinnen, andere werden schrumpfen. Dies kann für die Unternehmen eine Umorientierung ihres Produktportfolios und ihrer Dienstleistungen bedeuten, mit der Anforderung neue Geschäftsmodelle erfolgreich zu entwickeln, in diese zu investieren und schließlich umzusetzen. Für Unternehmen, denen dies nicht gelingt, besteht in einzelnen Sektoren ein großes Risiko aus dem Markt zu verschwinden.
- Auf **Ebene der Tätigkeiten und Qualifikationen** werden manche Berufsprofile neu entstehen, oft gekoppelt mit Kompetenzen in der Informationstechnik (IT) oder der Planung und dem Bau technologie-orientierter Infrastrukturen. Andere Berufsprofile werden weniger nachgefragt, grundlegend umgebaut oder gar ganz überflüssig. Dies bedeutet für die Beschäftigten in solchen Berufen den Bedarf an einer rechtzeitigen Umorientierung und den Erwerb neuer Qualifikationen.

### 6.5.1 Ökonomische Dimension

Neben der Beschäftigung kann für die ökonomische Dimension nachhaltiger Mobilität festgehalten werden, dass die Umsetzung der Szenarien nachhaltiger Mobilität bis 2035 zu einer verhalten positiven Entwicklung des Wachstums gemessen am Bruttoinlandsprodukt (BIP) führen würde. Im Zeitfenster 2020 bis etwa 2025 könnte es auch zu einer leichten Eintrübung kommen, durch die verringerten Umsätze in der Automobilindustrie, und die noch nicht erfolgreich und im großen Umfang angestoßene Transformation zu E-Mobilität und digitalisierter Mobilität im PKW-Bereich.

Auf jeden Fall wird ein zusätzlicher privater und staatlicher Investitionsimpuls notwendig, um die erforderliche technische und infrastrukturelle Basis der Transformation zu legen. Dazu

gehören Investitionen in F&E zu Batteriezellen und Batterieproduktion, zur Digitalisierung der Mobilität und zur Generierung von datenbasierten Services im Bereich der Mobilität (die auch auf andere Bereiche ausstrahlen werden). Gleichzeitig muss die Sicherung des Datenschutzes auf deutschem und europäischem Niveau gewährleistet werden, um die Akzeptanz der Nutzer zu sichern und anti-demokratischen Monopolisierungstendenzen vorzubeugen. Diese F&E-Anstrengungen müssen im Zeitverlauf auch in entsprechende Produktionshochläufe übersetzt werden, um die Transformation erfolgreich zu gestalten.

Neben F&E sind Investitionen in neue und angepasste Infrastrukturen erforderlich. Dazu gehören insbesondere:

- Investitionen für die Verbesserung und Ausweitung des ÖPNV-Angebotes, sei es im Bereich der (automatisierten) Bus-Systeme, der Straßen- und S-Bahnen, sowie für den Fahrradverkehr.
- Investitionen im Bereich des Schienenregional- und -fernverkehrs sowohl in Netz-Infrastruktur als auch in (grenzüberschreitende) Digitalisierung und Steuerung.
- Investitionen in Mobilitätsstationen und Bahnhöfe zur Steigerung von Attraktivität und Dienstleistungsangebot aber auch der Kapazität an wichtigen Knoten.
- Investitionen zur flächendeckenden Realisierung der E-Mobilität im PKW-Bereich mit Ladestationen, zusätzlichen Anlagen zur Erzeugung von erneuerbar erzeugtem Strom (EE-Strom) sowie in den Netzausbau im Bereich der Nieder- und Mittelspanungsnetze (Verteilnetze).

Ohne Einbezug von Straßenfahrzeugen ergibt sich von 2019 bis 2035 ein kumulierter Investitionsbedarf im Personenverkehr von ca. 750 Mrd. €<sub>2010</sub>. Darin enthalten sind ca. 230 Mrd. € für den zusätzlichen Ausbau der Infrastrukturen in der Mobilität und im zuordenbaren Energiesektor um die Szenarien zu realisieren. Investitionen in Straßenfahrzeuge belaufen sich im selben Zeitraum in ES-35 auf 885 Mrd. €<sub>2010</sub> und in MM-35 auf 485 Mrd. €<sub>2010</sub>.

Die neu ausgerichtete Investitionsstruktur definiert nur einen Teil der Rahmenbedingungen für nachhaltige Mobilität. Weitere Rahmenbedingungen werden durch das Ordnungsrecht gesetzt, welches auch für ein attraktiveres Nutzungsumfeld z.B. des Radverkehrs oder neuer flexibler den ÖPNV ergänzender Mobilitätskonzepte sorgen sollte.

Außerdem müssen korrigierte Preissignale die stärkere Nutzung nachhaltiger Mobilität befördern, d.h. z.B. Energieverbrauch, CO<sub>2</sub>-Emission und Flächeninanspruchnahme mit den tatsächlichen Kosten belegen, was zu einer Verteuerung dieser Umwelt- und Ressourcennutzungen führen würde. Ein weiterer zentraler Aspekt korrigierter Preissignale betrifft die Einnahmeseite des Staates. Dieser wird einen Teil der zusätzlichen Investitionen (zumindest unterstützend) tragen müssen. Dafür bieten sich mittelfristig insbesondere die Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung an, um den Anforderungen des Klimaschutzes und der Klimaziele für 2030 gerecht zu werden, und langfristig die Einführung einer kilometerbasierten PKW-Maut, da sowohl die Einnahmen aus der Energiesteuer als auch aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung – wenn die Transformation zu nachhaltiger Mobilität gelingt – mittel- und langfristig deutlich sinken werden (siehe Kapitel 5).

## 6.5.2 Ökologische Dimension

Die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit muss die Belastung der Gesundheit der Menschen durch den Verkehr und die Tragfähigkeit von Umwelt- und Ressourcennutzung, auch aus planetarer Sicht, adressieren. Aufgrund seiner übergreifenden Bedeutung für den Klimaschutz und damit auch die Generationengerechtigkeit sind die Treibhausgasemissionen des Verkehrs gemessen als CO<sub>2</sub>-Äquivalente der relevante Indikator. Als Ziel des Projektes wurde gemeinsam mit dem wissenschaftlichen Beirat für 2035 eine Reduktion von -55 % der THG-Emissionen des Verkehrs gegenüber 1990 vorgegeben und damit die Zielvorgabe des Klimaschutzplanes 2050 der Bundesregierung für 2030 von -40% nochmals deutlich verschärft. Beide Angaben beziehen sich auf die üblicherweise genutzte Kyoto-Definition zur Abgrenzung der THG-Emissionen der Sektoren, wonach die THG-Emission von Biokraftstoffen und Strom im Verkehr mit null anzusetzen ist. D.h. aber nicht, dass diese THG-Emissionen beim Klimaschutz keine Berücksichtigung finden, sondern sie werden in anderen Sektoren (hier der Stromerzeugung bzw. Landwirtschaft und Raffinerien) bilanziert. Es zeigt sich, dass mit dieser Abgrenzung die THG-Emissionen des Personenverkehrs bis 2035 in den Szenarien sogar um -77% (ES-35) bzw. -82% (MM-35) gegenüber reduziert werden. Die Kombination aus massiver Verlagerung, Elektrifizierung, neuen Mobilitätskonzepten und im Falle des MM-35 auch Verringerung der Verkehrsnachfrage durch verkürzte Wege führt also zur Erreichung der aus Nachhaltigkeitssicht gesteckten THG-Ziele.

Auch der Endenergieverbrauch im Personenverkehr geht deutlich zurück und reduziert sich in unseren Szenarien bis 2035 um fast zwei Drittel gegenüber heute mit -62% (ES-35) bzw. -71% (MM-35). Das bedeutet, dass ein zentraler Indikator zum Ressourcenverbrauch sich ebenfalls nachhaltig entwickelt.

Zwei weitere wichtige Indikatoren zur ökologischen Nachhaltigkeit konnten mit den vorhandenen Instrumenten nicht quantifiziert werden, lassen sich aber qualitativ einordnen: Flächenverbrauch für Verkehr und Rohstoffbedarf für E-Mobilität.

In beiden Szenarien ist mit einer deutlich reduzierten Flächeninanspruchnahme für Verkehr zu rechnen, bzw. auch mit einer geänderten Nutzung heutiger Verkehrsflächen, die auch zukünftig für Verkehrsnutzung bereitgestellt werden. Die PKW-Verkehrsleistung schrumpft von vier Fünftel in REF-2015 auf zwei Drittel in ES-35 bzw. die Hälfte in MM-35. Da dies auch mit einem absoluten Rückgang verbunden ist, bedeutet es, dass entsprechend weniger Straßenkapazität benötigt wird. Die freiwerdenden Flächen können zum Teil genutzt werden, um der zusätzlichen ÖPNV-Nachfrage und dem Radverkehr Flächen zu schaffen. Ein anderer Teil kann anderen Nutzungen zugeführt werden, insbesondere in den Städten zur Schaffung von zusätzlichem Wohnraum und Grünflächen. Auch der PKW-Bestand schrumpft um ein Drittel in ES-35 und um fast die Hälfte in MM-35. Dadurch werden deutlich weniger Parkflächen benötigt, die ebenfalls in neuen Wohnraum oder Grünfläche umgewidmet werden könnten.

Der Umstieg auf eine mit EE-Strom angetriebene E-Mobilität ist einer der zentralen Bausteine bei der Realisierung nachhaltiger Mobilität und spielt deshalb eine zentrale Rolle

in beiden Szenarien. Das bedeutet neben dem Ausbau der EE-Stromerzeugung aber auch, dass der Rohstoffbedarf für E-Mobilität deutlich steigen wird, insbesondere bei den Materialien für die Batterien, d.h. speziell Lithium und Kobalt (ggf. auch für Kupfer als wichtiger Rohstoff im Energiesystem). Die Förderung beider Rohstoffe führt zu Umweltbelastungen und die heute betriebenen Minen liegen zu großen Teilen in politisch instabilen und teils mit sozialen Problemen behafteten Regionen. Daher ist auf eine zertifizierte Beschaffung zu achten, die Umwelt- und soziale Risiken möglichst vermeidet. In Deutschland selbst sind aus ökologischer Sicht folgende drei Aspekte zu berücksichtigen, die gleichzeitig auch als Handlungsempfehlungen zu verstehen sind:

- Der zeitnahe Aufbau von Kompetenz und Kapazität zum vollständigen **Recycling von Lithium-Ionen-Batterien** (LiB) ist zu realisieren. Hier scheint es so, dass deutsche Forschung gut aufgestellt ist, aber ausländische Unternehmen (z.B. Umicore) die Marktumsetzung aktiver betreiben und anführen.
- Die Weiter-Nutzung von gebrauchten PKW-LiB-Batterie im Stromsystem verbessert die Ressourceneffizienz der eingesetzten Rohstoffe (**Second-Life-Nutzung**) und hilft das zunehmend dezentralisiert organisierte Stromsystem zu stabilisieren.
- Die Erforschung **alternativer Batterietechnologien** mit geringerem Bedarf an knappen metallischen Rohstoffen.

Ein weiterer Ansatzpunkt zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks der Batterien und von E-PKW ist der Bau und die Nutzung von kleineren und leichteren Fahrzeugen, die eben auch mit kleineren Batterien auskommen.

### 6.5.3 Soziale Dimension

Die **soziale Dimension der nachhaltigen Mobilität** wird unter den Begriffen des Zugangs zu Mobilität, der Erreichbarkeit von Zielen, der Teilhabe und Daseinsfürsorge diskutiert. Diesen Aspekten wird durch die Gestaltung der Szenarien Rechnung getragen, wobei **hier eindeutig das MM-35 Szenario dem ES-35 Szenario vorzuziehen** ist. Die stärkere Nutzung privater E-PKW verbunden mit der Förderung von Neuwagen und des Aufbaus der Ladeinfrastruktur in ES-35 wirkt zugunsten von gesellschaftlichen Gruppen, die sich einen Neuwagen leisten können oder diesen als Dienstwagen gestellt bekommen. Erst mit einer Verzögerung von mindestens 10 Jahren kann mit einem leicht positiven Effekt für schwächere Einkommensgruppen mit PKW-Nutzung gerechnet werden, wenn günstige E-PKW mit günstigeren Betriebskosten in den Markt für ältere Gebrauchtwagen in Deutschland gelangen. Im MM-35 Szenario sorgt der stärkere Ausbau des ÖPNV und des Rad-Systems für eine Verbesserung der Teilhabe benachteiligter Gruppen. Auch das verstärkte Angebot an Sharing-Systemen mit autonomen Shuttles und Ride-Sharing stärkt schwächere Einkommens-Gruppen, da diese Angebote durch das Teilen der Fahrzeuge zu günstigeren Nutzerkosten führen. In Zukunft können solche Angebote auch auf den ländlichen Raum ausgedehnt werden, wo sie zusammen mit der Flächenbahn eine gute Erschließung ermöglichen.

In diesem Projekt gewinnt ein zweiter Aspekt der sozialen Dimension große Bedeutung: **die soziale Dimension von Beschäftigung und von „guter Arbeit“**. Mit den verschiedenen angewandten Methoden unseres Projektes gelangen wir in den Szenarien zu der Aussage, dass durch die Transformation zwischen 100.000 und 300.000 Arbeitsplätze in der heutigen Automobilindustrie inklusive ihrer Zulieferer (WZ-29) verloren gehen werden. Diese Branche zeichnet sich durch ein überdurchschnittliches Lohnniveau und gute Beschäftigungsbedingungen aus. Gleichzeitig können in einer statischen Betrachtung weitere ca. 450.000 Beschäftigte in schrumpfenden Sektoren ihren Arbeitsplatz verlieren und in der Größenordnung von knapp 750.000 neue Arbeitsplätze entstehen. In der dynamischen gesamtwirtschaftlichen Betrachtung liegen die Werte sogar noch höher mit einem Verschwinden von zwei Millionen Arbeitsplätzen in schrumpfenden Sektoren von 2019 bis 2035 und dem Entstehen von drei Millionen neuen Arbeitsplätzen. Ein Teil der neuen Arbeitsplätze wird ebenfalls wieder als gut bezahlte Arbeitsplätze in neuen Bereichen der Automobilindustrie (z.B. Batterie und Elektrik, Assistenzsysteme und Elektronik) oder in IT-Dienstleistungen zum Angebot von Mobilitätsdiensten generiert werden. Ein größerer Teil wird aber in den Dienstleistungen zur Nutzung des ÖV und Betrieb der Mobilitätsdienste entstehen sowie ein weiterer Teil beim Aufbau der neuen Infrastrukturen und damit im Bausektor sowie in den unternehmensbezogenen Dienstleistungen. Der Infrastrukturbau kann auch große Planungs-, Ingenieurs- und Prozesskompetenz erfordern. Bei diesem Wandel der Arbeitsplätze sind verschiedene Fragen mit sozialer Dimension zu beantworten:

- Wie kann bei den Dienstleistungen zur Unterhaltung der Mobilitätsdienste (z.B. (automatisierte) Fahrzeuge säubern und warten, Info-Center, Betrieb der Mobilitätsstationen, etc.) ein auskömmliches Einkommen und soziale Absicherung erzielt werden? Hier müssen neue Rahmenbedingungen geschaffen werden, für die in Kapitel 7 Handlungsempfehlungen diskutiert werden.
- Wie gelingt die Umschulung und Qualifizierung von einem häufig metallverarbeitenden Job für einen Arbeitsplatz im Bereich der Elektronik und Steuerung, der Elektrochemie oder der IT-Entwicklung bzw. IT-Anwendung? Wie können dabei Unternehmen unterstützt werden, denen die beginnende Transformation bereits die Ressourcen zur Qualifizierung ihrer MitarbeiterInnen verknappt?
- Können Maschinenbauingenieure/innen und Produktionsplaner in Infrastrukturplanungs und -realisierungsprozessen reüssieren? Kann die Kompetenz des Building-Information-Modeling (BIM) zur Planung und Umsetzung komplexer Infrastrukturprojekte als attraktive Alternative realistischerweise angeboten werden?
- Wie kann den Beschäftigten im Falle der Insolvenz ihrer Unternehmen durch eine kombinierte Umschulung mit Arbeitsplatzwechsel in einen zukunftssträchtigen Bereich Orientierung und erfolgsversprechende Unterstützung gegeben werden?

Diese Fragen sind vor dem Hintergrund zu sehen, dass aktuell bereits in vielen Branchen ein Fachkräftemangel herrscht, welcher durch den demographischen Wandel und Abnahme der Bevölkerung im arbeitsfähigen Alter um rund 5 Millionen Menschen bis 2035 weiter verschärft wird. Damit werden auch die Unternehmen ein großes Interesse haben, MitarbeiterInnen zu halten und für neue Aufgaben zu qualifizieren. Hier gilt es gemeinsam

zwischen ArbeitnehmerInnen und ArbeitgeberInnen gute Lösungen zu finden. Außerdem gewinnen vor diesem Hintergrund die Bemühungen Frauen mehr Chancen im Berufsleben zu bieten, die Altersgruppe der 65- bis 67-Jährigen weiter im Arbeitsleben zu halten und die bereits erfolgte und sich fortsetzende Einwanderung (inklusive der Migration aus Kriegsgebieten) und deren Integration erfolgreich zu gestalten eine deutlich höhere Bedeutung. Insbesondere die Wichtigkeit des letzten Punktes wird in der öffentlichen Diskussion oft unterschätzt.

#### 6.5.4 Resilienz und Generationengerechtigkeit

Die Generationengerechtigkeit ist in den Szenarien mehrfach adressiert. Zunächst ist ein Pfad zu wählen, der den Klimawandel möglichst auf maximal 1,5 Grad Temperaturerhöhung begrenzt. Dies wird in den Szenarien realisiert, die in ihrer THG-Reduktion des Verkehrs über die Ziele des Klimaschutzplanes 2050 der Bundesregierung für 2030 hinaus- und damit in Richtung der 1,5-Grad Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens gehen, die für den Schutz des Klimas der zukünftigen Generationen stehen.

Des Weiteren sehen die Szenarien eine Erhöhung der Zukunfts-Investitionen vor bzw. die Definition der Szenarien bedingen diese Investitionen (z.B. digitalisierte Mobilitätshubs, flächendeckende Ladeinfrastruktur, Ausbau EE-Stromerzeugung, Kapazitätserhöhung ÖPNV, etc.) und tragen so zur Erhöhung der Chancen und Lebensqualität der zukünftigen Generation bei.<sup>21</sup>

Drittens führen die in AP5 hinterlegten Instrumente zu einer Stabilisierung des Staatshaushaltes, der z.B. durch verringerte Einnahmen aus der Energiesteuer aber auch einen Rückgang der Beschäftigung aufgrund des demographischen Wandels und damit sinkender Einkommenssteuereinnahmen langsam ausgezehrt würde. Dadurch wird verhindert, dass für zukünftige Generationen wichtige Aufgaben des Staates wie Bildung und Ausbildung nicht mehr ausreichend finanziert werden können.

Zuletzt wird die Resilienz des Mobilitätssystems durch den Ausbau mehrerer paralleler Mobilitätsangebote erhöht, so dass der Ausfall eines Verkehrsmittels (z.B. durch klimabedingte Schädigungen) durch ein anderes Verkehrsmittel eher kompensiert werden kann, oder das überhaupt auch Angebote für nicht-motorisierte Verkehrsmittel, hier insbesondere das Fahrrad, existieren. Letztere sind weniger anfällig aufgrund ihrer geringen Anforderungen an die verfügbare Verkehrsinfrastruktur und Energieversorgung.

---

<sup>21</sup> Aus ökonomischer Sicht besteht eine Abhängigkeit zwischen Investitionen und Konsum in Sinne, das Geld heute ausgegeben für Investitionen, die Konsummöglichkeiten der heutigen Generation verringert aber durch die Investition die Einkommens- und Konsumoptionen der zukünftigen Generationen verbessert werden. Also somit ein weiterer Aspekt der Generationengerechtigkeit, der allerdings in Zeiten niedrigster Zinsen weniger wirkungsvoll ist, da die Investition auch praktisch ohne Zusatzkosten über Kredit finanziert werden könnten.

### 6.5.5 Methodische Diskussion

Die Festlegung der Szenarien ES-35 und MM-35 erfolgte zunächst in einem normativen Prozess im wissenschaftlichen Diskurs mit dem Projektbeirat. Dies gilt für die Modalwahlverteilung in 2035 sowie Eckwerte der Szenarien zur Entwicklung der Verkehrsleistung und der Motorisierungsrate. Anschließend wurde in einer Art Backcasting-Prozess der Pfad zur Erreichung der modalen Zielwerte und der Szenario-Eckwerte erarbeitet und teils die Eckwerte nochmals modifiziert (z.B. die Motorisierung nochmals erhöht). Mit einem Forecasting-Ansatz wurde zuletzt die Erreichung der zentralen Umweltziele geprüft und bestätigt.

Zunächst lässt der normative Ansatz die technische und ökonomische Realisierbarkeit der Szenarien außeracht und spiegelt die im Diskurs entwickelte Zielvorstellung nachhaltiger Mobilität wider. Allerdings entsteht durch die Prozesse des Backcasting und Forecasting eine Validierung der normativen Setzungen, die an den Stellen, an denen die Modellierung die Notwendigkeit anzeigte, auch zu einer Revision der Setzungen führte. Eine weitere Plausibilisierung erfolgt durch die Expertise und kontinuierliche Marktbeobachtung des Projektteams hinsichtlich der Entwicklung neuer Technologien (hier insbesondere der E-Mobilität und des Produktionshochlaufs von E-PKW, sowie den autonomen Fahrfunktionen) und neuer Geschäftsmodelle. Bzgl. der E-Mobilität betrachten wir unsere Hochlaufkurven als realisierbar. Dies wird gestützt durch Ankündigungen und Produktionspläne der Hersteller sowie z.B. auch Ausführungen der Nationalen Plattform Mobilität (NPM). Hinsichtlich des autonomen Fahrens fällt die fachliche Einschätzung schwerer, da die formulierten Erwartungen von Industrie und Academia zwischen 2020+ und nicht vor 2050 rangieren. Der erstere Zeitpunkt wird eher im amerikanischen Raum formuliert, während letzterer Zeitpunkt eher für Deutschland zu hören ist. Wir haben eine eher optimistische Sicht vertreten und autonome Shuttles und Robotaxen spätestens ab 2030 eingeführt, so dass auch substantielle Marktanteile der Nachfrage in den Szenarien für 2035 mit diesen Verkehrsmitteln bedient werden können. Dabei dürften die rechtliche Hürde und die Frage der Akzeptanz ein größeres Hindernis für die Realisierung der Szenarien sein als die technologische Hürde. Gleiches gilt für die Ausgestaltung neuer Mobilitätsdienstleistungen. Diese wird besonders stark davon abhängen, welche Möglichkeiten der Gesetzgeber schafft, oder eben nicht vorsieht.

Neben der Frage des Rechtsrahmens determiniert vor allem der Aspekt der Umsetzung des Auf- und Ausbaus neuer Infrastrukturen die Realisierbarkeit der Szenarien. Hier tritt das Problem der Gleichzeitigkeit des Infrastrukturbaus für den Schienenverkehr, für den ÖV, für die Anlagen zur Energieerzeugung, für Stromnetzerweiterungen, für den sozialen Wohnungsbau in den Städten und die Behebung des Sanierungsstaus auf. Dem stehen schon heute begrenzte Kapazitäten bei Planern, Baufirmen und Genehmigungsbehörden entgegen, sowie auch bei Gerichten die sich den Widersprüchen gegen neue Infrastrukturen widmen müssen. Dieser Kapazitätsengpass erscheint aktuell die größte Hürde bei der Realisierbarkeit unserer normativ gesetzten Szenarien, dem bei integrierter Planung der Innovationen zumindest zum Teil auch durch Synergien begegnet werden kann.

Aus methodischer Sicht erwies sich die Untersuchung der Fragestellung auf drei verschiedenen Perspektiven, der regionalen, der sektoralen und der dynamischen gesamtwirtschaftlichen als sinnvoll. Wir sehen (A) eine positive Ergänzung der Aussagefähigkeit der Methoden und der Abdeckung der Fragestellung, und (B) eine Erhöhung der Akzeptanz der Ergebnisse.

Ohne die regionale Analyse auf Kreisebene, wäre uns eine Einschätzung zum regionalen Strukturwandel mit den anderen beiden Methoden nicht möglich gewesen. Die Schwäche der Regionalanalyse war die Anfälligkeit für Kritik basierend auf kleinräumiger lokaler Perspektive, da zwar die Daten für die einzelnen Kreise spezifisch erhoben wurden, aber dann unter Nutzung einer verallgemeinerten Methodik Aussagen über die Zukunft in 402 Kreisen getroffen wurden, welche einer individuellen Analyse eines einzelnen Kreises nicht gleichwertig waren. Allerdings wäre nur mit einem deutlich größeren Projekt eine spezifische Analyse auch nur für die 30 Schwerpunktregionen der Automobilindustrie möglich gewesen. Insofern war der Ansatz unserer Ansicht nach vertretbar, hätte aber deutlicher des Vorbehaltes bedurft, dass die gezeigten Ergebnisse auf Kreisebene eine Zukunfts-Option darstellen, die durch unternehmerische Entscheidungen deutlich anders ausfallen können. Die Stärke des Ansatzes soll aber auch hervorgehoben werden: er führte zu einem deutschlandweiten, regional-differenzierten Bild der Risiken und Chance für Beschäftigung durch Transformation zu nachhaltiger Mobilität.

Die Input-Output-Analyse ist als Methodik zur Untersuchung von strukturellen Veränderungen auf sektoraler Ebene seit langem etabliert und breit akzeptiert. Die ambitionierte Erweiterung der Input-Output Tabelle des statistischen Bundesamtes von 72 auf 92 Sektoren im Rahmen der sektoralen Analyse ermöglichte die detaillierte Darstellung der für die Fragestellung relevanten Sektoren. Darüber hinaus wurde die Endnachfrage- und Vorleistungsstruktur an die veränderten Mobilitätsszenarien im Jahr 2035 angepasst, um so direkte und indirekte Effekte abbilden zu können.

Die gesamtwirtschaftliche Analyse mit dem ASTRA-Modell zeichnet sich insbesondere durch die Abbildung der gesamtwirtschaftlichen Dynamik und die Integration von Verkehr **und** Ökonomie aus. Hier bilden komplexe, interagierende Gleichungssysteme den Kern der Methode. Durch die Integration von Ökonomie, Verkehr und Umwelt kann im ASTRA-Modell die größte Anzahl an Aspekten der nachhaltigen Mobilität abgebildet werden. Enthalten sind z.B. ein PKW-Flottenmodell, ein Verkehrsnachfragemodell, die Angebots- und die Nachfrageseite der deutschen Volkswirtschaft inklusive eines endogenen Investitionsmodells, ein Input-Output-Modell zur sektoralen Interaktion, ein Beschäftigungsmodell und Modelle zur Ermittlung ausgewählter Umweltindikatoren.

Die Parameter, die die Realisierbarkeit der Szenarien beeinflussen, wurden oben bereits diskutiert. Ein weiterer Parameter bestimmt die Ergebnisse zur Beschäftigung in allen drei Methoden: die erwartete Entwicklung der Produktivität. Diese wurde in den drei Methoden unterschiedlich erfasst und teils auch durch die Beschäftigungsintensität abgebildet wie z.B. den Indikatoren Beschäftigte pro Millionen Pkm, Bruttowertschöpfung pro Beschäftigter oder Produktionswert pro Erwerbstätiger. Die Entwicklung der Produktivität kann sektoral

unterschiedlich ausfallen und wurde entweder an anderen Studien ausgerichtet oder an der Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Produktivität gemessen als BIP pro Erwerbstätiger. Leichte Anpassungen der jährlichen, prozentualen Produktivitätsverbesserung können von 2019 bis 2035 zu deutlichen Veränderungen der ermittelten Beschäftigung einer Methode führen. Hinzu kommt, dass sich auch die Szenarienausgestaltung (etwa der Anteil autonom betriebener Fahrzeuge an den Verkehrsdienstleistungen) auf die Produktivität bzw. Beschäftigungsintensität auswirkt.

### 6.5.6 Diskussion der forschungsleitenden Hypothesen des Projektes

Die Hypothese 1, dass nachhaltige Mobilität sich in zwei Ausprägungen – definiert durch unsere beiden Szenarien – realisieren lässt, kann mit Einschränkungen bestätigt werden. Dabei schneidet das MM-35 Szenario in zwei Dimensionen der Nachhaltigkeit vorteilhafter ab: es führt zu stärkerer Senkung der ökologischen Belastungen (CO<sub>2</sub>, Energie), und es verbessert die Teilhabe und Daseinsvorsorge für benachteiligte Gruppen durch den Ausbau des ÖPNV und Radverkehrs stärker. Dagegen fällt die ökonomische Performance des ES-35 besser aus, da das Niveau des BIP in 2035 um 1,7% höher liegt als in MM-35. Auch die Zahl der gesamten Erwerbstätigen liegt etwas höher, was sowohl für die ökonomische als auch die soziale Dimension positiv gewertet werden kann. Gegenüber ES-35 erfordert das MM-35 in der Tendenz einen stärker ausgeprägten Strukturwandel mit mehr Menschen, die ihren Arbeitsplatz wechseln und neue Qualifikationen erlernen müssen. Auch die Anpassungen der politischen Rahmenbedingungen, d.h. das politische Ambitionsniveau fällt stärker aus. Diese Aspekte räumen dem ES-35 eine größere Realisierungschance ein als dem MM-35.

Die Hypothese 2, bezieht sich auf die sektorale Beschäftigung und besitzt drei Sub-Hypothesen. In großen Teilen können diese bestätigt werden: Das MM-35 Szenario verschiebt die Beschäftigung in der Produktion von Fahrzeugen zu anderen Verkehrsträgern als Straßenfahrzeugen. Diese Verschiebung ist allerdings eher gering, da durch die Bündelungswirkung im ÖV unterproportional viele zusätzliche Fahrzeuge gebaut werden. Der deutliche Zuwachs der Beschäftigung in Dienstleistungssektoren kann im Hinblick auf Personenverkehr für beiden Szenarien bestätigt werden. In Bezug auf die zukünftige Beschäftigung im Güterverkehr kommen die unterschiedlichen Analyse-Methoden jedoch zu unterschiedlichen Aussagen, die abhängig vom unterstellten Grad der Automatisierung sprich Produktivitätszuwachsen von deutlich negativ bis deutlich positiv reichen. Generell lag der Fokus im Projekt auf dem Personenverkehr und die Betrachtung des Güterverkehrs bedarf einer weiteren Vertiefung. Bestätigt wurde auch der Beschäftigungszuwachs in Sektoren, die elektrische Komponenten (d.h. auch Batterien und Elektromotoren) oder IT-Komponenten herstellen. Auch die erwartete ausgewogenere Gender-Balance durch den Strukturwandel lässt sich durch die Ergebnisse stützen (siehe insbesondere Kapitel 4). Allerdings basiert diese Analyse (ebenso wie die Untersuchung zu Anforderungsprofil und Arbeitszeit) auf einer spezifischen Verteilung je Produktionsbereich für den Status Quo. Es bleibt zu prüfen, ob diese anteilige Verteilung tatsächlich auch für die durch die Szenarien angestoßenen Veränderungen zugrunde gelegt werden kann.

Die Hypothese 3 zur regionalen Verteilung der Beschäftigung und einer stärkeren Konzentration der Beschäftigung in der Mobilität auf Bevölkerungsschwerpunkte (größere Städte) lässt sich auch zu großen Teilen bestätigen. Allerdings besteht zusätzlich die Möglichkeit, dass durch unternehmerische Entscheidungen (und hier insbesondere durch Schließung unterausgelasteter Standorte) auch bei den Produktionsstandorten eine stärkere Konzentration auf heutige OEM-Standorte und Standorte großer Zulieferer erfolgt. Außerdem könnte die stärkere Rolle von IT- und Elektronik-Industrie als Teil der Automobilindustrie die räumliche Verteilung der Automobilschwerpunkte in Deutschland verändern. Hier wird eine vertiefende Untersuchung zur Raumstruktur der IT- und Elektronik-Industrie empfohlen, gekoppelt mit einem Vergleich der in diesem Projekt erhobenen räumlichen Struktur der Automobilindustrie.

Die Hypothese 4 zur potenziellen Erhöhung der Gesamtbeschäftigung wird von den verschiedenen Methoden und für die beiden Szenarien unterschiedlich beantwortet. In der Tendenz bestätigen die regionale, die sektorale und die dynamische, gesamtwirtschaftliche Methode die Erwartung einer höheren Gesamt-Beschäftigung durch nachhaltige Mobilität. Allerdings weist die sektorale Methode für das MM-35 eine leicht negative Entwicklung aus. Generell fallen die Effekte in der dynamischen Methode am stärksten positiv aus, weil die Dynamik der Investitionsimpulse mit endogener Stimulierung der Gesamtfaktorproduktivität auch auf einen höheren Wachstumspfad führt. Insgesamt hängt das Ergebnis in allen drei Methoden auch merklich davon ab, welche Erwartungen zur zukünftigen Entwicklung der Produktivität hinterlegt sind. Außerdem wird das Ergebnis von den kursorischen Szenarien für den Güterverkehr beeinflusst. Führt dort die Automatisierung zu größeren Verlusten an Beschäftigung fallen die Szenarien für die Beschäftigung negativ aus.

## 7 Handlungsempfehlungen

Die Handlungsempfehlungen erstrecken sich auf zwei Bereiche: Industriepolitik (inklusive Digitalisierung) und Arbeitsmarktpolitik. Die Verkehrspolitik steht nicht im Fokus, da die Szenarien bereits den Wandel zur nachhaltigen Mobilität vorgeben. Verkehrspolitische Instrumente sind daher nur angesprochen, wenn diese aus methodischen Gründen Teil der einzelnen Arbeitspakete zur Wirkungsabschätzung von nachhaltiger Mobilität waren. Die Handlungsempfehlungen wurden mit dem Projektbeirat diskutiert. Sie stellen aber ausschließlich das Ergebnis der Analyse des Projektteams aus M-Five und Fraunhofer ISI dar. Die Handlungsempfehlungen sind als Portfolio zu verstehen und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wir erachten viele der von uns angeführten Aspekte als dringend. Auf Ebene einzelner Unternehmen und Regionen mögen spezifische weitere Empfehlungen hinzukommen.

Übergeordnet sehen wir das Potenzial, mit der Transformation zu nachhaltiger Mobilität einen Green New Deal zu unterstützen. Dieser hält durch eine Vielfalt an Investitionsimpulsen den ökonomischen Pfad in Deutschland stabil. Hierzu zählt auch der Erhalt des Niveaus der Gesamtbeschäftigung bei gleichzeitiger Erfüllung der Umweltziele.

Allerdings ist dieser Green New Deal mit einem massiven Strukturwandel verbunden, der bis zu 600 Tausend Beschäftigten in den von uns abgegrenzten verkehrsbezogenen Sektoren dazu bringen wird, ihre Beschäftigung zu wechseln. Wird der Fokus auf eine dynamische, gesamtwirtschaftliche Analyse gelegt, könnten bis zu zwei Millionen Jobwechsel nötig werden. Chancen neue Jobs zu finden, dürften aber ausreichend erzeugt werden, um aus bisherigen in neue Berufe hineinzuwachsen: sei es im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen, der IT, in den Infrastruktur- und Planungsdienstleistungen sowie den Prozessen der Genehmigung und des Baus neuer Infrastrukturen.

### 7.1 Industriepolitik und Digitalisierung

Im Rahmen der Analyse der Beschäftigungseffekte durch nachhaltige Mobilität zeigen sich Auswirkungen auf viele Sektoren des deutschen Wirtschaftssystems. Starke Veränderungen treten insbesondere in der Kfz-Produktion und den neuen Mobilitätslösungen, aber auch im konventionellen ÖPNV auf. Deutlich wachsender Bedarf entsteht in den Sektoren der Elektrik-, Elektronik- und Halbleiterindustrie, dem technologieaffinen Bausektor sowie in unternehmensbezogenen Dienstleistungen im Bereich der IT, Software und der Planungsprozesse.

Im Transformationsprozess der Mobilitätswirtschaft in Deutschland können voraussichtlich nicht alle existierenden Unternehmen mitgenommen werden. Manche Unternehmen dürften zu stark in der Produktion von Komponenten des konventionellen Antriebsstrangs verankert sein und über zu geringe Möglichkeit verfügen, ihre Kompetenzen im Rahmen eines neuen Produktportfolios umzubauen und wirtschaftlich erfolgreich zu bleiben. Der Übergang vom heutigen kostenoptimierten Zulieferer-Markt mit Fokus auf Kostendruck und inkrementellen Verbesserungen zu einem innovativen, agilen Markt mit Sprung-Innovationen bzw. ganz

neuen Produktkategorien („*Batterie und FAS statt Verbrenner und PS*“) stellt solche spezialisierten Zulieferunternehmen der Automobilindustrie vor erhebliche Herausforderungen. Sie standen viele Jahre unter dem starken Preisdruck der OEMs und der großen Systemzulieferer, denen sie mit der Spezialisierung auf kleinere Nischen und größere Stückzahlen zur Kostensenkung begegnet sind. Für die Phase der Transformation eines Industriezweigs erzeugt diese Strategie aber eine riskante Sackgasse:

1. Die Marge dieser Zulieferer bleibt aufgrund des Kostendrucks immer gering. Daher konnten sie in der Vergangenheit keine bzw. nur unzureichend Reserven aufbauen um in F&E für die Generierung alternativer Produkte zu investieren.
2. Die Abhängigkeit vom jeweiligen Spezialprodukt ist hoch, da die Zulieferer sich auf immer kleinere Nischen spezialisiert haben.

Das Verlassen einer solchen Sackgasse durch Innovation mit einem neuen Produkt ist für ein Unternehmen in dieser speziellen Situation nahezu ausgeschlossen. Eine solche Problemlage kann insbesondere die mittelgroßen Unternehmen, die auf Komponenten des Verbrennungsmotors und des zugehörigen Antriebsstrangs spezialisiert sind, treffen, so dass diese die Transformation nicht mitgehen können.

Gleichzeitig ergeben sich durch die Transformation in der Mobilitätswirtschaft auch **neue Geschäftsfelder und der Ausbau bestehender Industrien**. Ein ausgeglichenes Beschäftigungsniveau hängt dabei maßgeblich von neuen Technologien und Services ab. Diese müssen entwickelt, zur Marktreife gebracht und erfolgreich, auch im internationalen Wettbewerb, verkauft werden. Die Empfehlungen zur Industriepolitik haben diesbezüglich einen starken Fokus auf die Kfz-Produktion.

Die regionale Ausprägung des Strukturwandels in der Automobilindustrie kann stark variieren. An allen Standorten bedarf es einer stärkeren Auseinandersetzung und konkreten Vorschlägen bzw. Maßnahmen zur Gestaltung: Welche Folgen hat der Übergang von fossilen Kraftstoffen und konventionellen, verbrennungsmotorischen Antrieben auf emissionsarme Alternativen für den Standort? Insbesondere an Standorten zur Entwicklung und Produktion von Verbrennungsmotoren und deren Antriebssträngen besteht dringender strategischer Handlungsbedarf. Den konkreten Schritten sollte dabei ein klares Ziel vorangestellt werden, um zielgerichtet zu handeln und Innovationen zügig umzusetzen. Im Hinblick auf die Politik kann die Gestaltung dabei auf verschiedenen Ebenen angesiedelt sein, wobei sich jede Ebene ihrer Verantwortung bewusst sein muss, die sie im Rahmen der Erreichung der Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele hat. Eine **übergeordnete Strategie- und Zielsetzung sowie die Schaffung der rechtlichen Rahmenbedingungen und Standards ist eher der Bundes- oder EU-Ebene zuzuordnen**. Die Umsetzung, Details und Kommunikation der Strategien benötigen darüber hinaus die regionale und die kommunale Ebene.

Die spezifischen Herausforderungen der jeweiligen Industriezweige müssen zum einen von außen identifiziert und in übergeordnete Handlungsprogramme einbezogen werden. Zum anderen sollte aber auch die Handlungsfähigkeit aus der Innenperspektive der Institutionen und Unternehmen kritisch reflektiert werden. Insbesondere die Unternehmen müssen im

Innovationsprozess unterstützt werden. Gleichzeitig benötigen aber auch regionale und kommunale Institutionen Hilfe, beispielsweise in administrativen Prozessen, um Fördergelder abzurufen, an passende Umsetzungspartner weiterzugeben oder nachhaltig zu investieren. Eine übergeordnete Strategie für die Mobilität von Morgen muss dabei **den Regionen und Kommunen ausreichend Handlungsspielraum für die Ausgestaltung geben**, und gleichzeitig eine stärker prospektive Ausrichtung und Heranführung an die international vereinbarten Umweltziele des Bundes fördern. Einige Regionen sind sich ihrer Vulnerabilität in Bezug auf die Mobilitätswende bereits bewusst, andere Regionen stehen strukturell heute noch vergleichsweise gut da, sollten aber trotzdem ihre industriepolitische Zukunftsfestigkeit kontinuierlich prüfen. Der Strategiedialog Automobilwirtschaft in Baden-Württemberg schafft beispielsweise viel Raum für unterschiedliche Konzepte, die einer gemeinsamen Leitlinie folgen. In den Arbeitsgruppen wird verstärkt der Dialog mit den UnternehmensvertreterInnen gesucht und Plattformen zum Austausch zwischen den AkteurInnen geschaffen. In den Gesprächsformaten werden beispielweise auch UnternehmensvertreterInnen zu runden Tischen mit der Landespolitik eingeladen, um konkret Probleme und umsetzbare Lösungsansätze zu diskutieren. Aus Unternehmensperspektive sind Förderprogramme oft nicht zugänglich genug und bieten nicht die ausreichende Flexibilität in Bezug sowohl auf den Förderzeitpunkt als auch auf die Technologiespezifika. **Innovationsgutscheine** für kleine Unternehmen, die mit geringem bürokratischem Aufwand schnell zu beantragen und technologieoffen aufgesetzt sind, können dabei ein vielversprechendes Konzept sein.

In den Analysen zu den Beschäftigungseffekten nachhaltiger Mobilität werden Teile der wegfallenden Arbeitsplätze in der Produktion konventioneller Antriebsstränge durch die Fertigung elektrifizierter Antriebsstränge kompensiert. Die sektorale Beschäftigungsanalyse, die komponentenbasierte Analyse und die Sensitivitätsanalysen dieses Vorhabens weisen allesamt darauf hin, dass Batteriezellen und ganze Batteriepakete inklusive Leistungselektronik in Deutschland produziert werden sollten, um das hohe Niveau der Beschäftigung und der Wertschöpfung in der deutschen Automobilindustrie halten zu können. Die Konsequenz, dass Deutschland auch weiterhin die Wertschöpfungsschritte bei der Produktion von Antriebssträngen in heimischer Produktion durchführen können muss, verlangt die Expertise in der Entwicklung und der Herstellung verschiedener neuer Komponenten, wie beispielsweise dem E-Motor, weiterer elektrischer Komponenten sowie der Batterien. Bei der Produktion von Batteriezellen herrschen heute Defizite in der inländischen Produktion vor. Die **Etablierung einer heimischen Batteriezellenproduktion** könnte dabei die Abhängigkeit von Importen senken und **ist anzustreben**. Gleichzeitig würden nicht nur Arbeitsplätze in der Batteriezellenproduktion selbst entstehen, sondern auch der Verbleib bzw. die Ansiedlung vorgelagerter Wertschöpfungsschritte an den heimischen Standort gefördert. Darunter fallen beispielweise die Bereitstellung von Batterie-Materialien aber auch die Herstellung von Maschinen- und Anlagen sowie die erfolgreiche Forschung und Entwicklung neuer Zelltypen und Recyclingverfahren. In allen Bereichen kann die Lieferung an eine deutsche Batteriezellenproduktion gleichzeitig Arbeitsplätze schaffen und als Referenz und Erprobungsfeld auch für die internationale Wettbewerbsposition der zuliefernden Unternehmen dienen.

Neben nationalen Lösungen muss auch die europäische Ebene mitgedacht werden. Die Ansiedlung einer Batteriezellenproduktion außerhalb von Deutschland, aber innerhalb Europas, kann ebenfalls positive Wertschöpfungseffekte auf den deutschen Markt haben. Auch andere Investitionen in Forschungs- oder Förderprogramme auf europäischer Ebene können die Innovationsdynamik erhöhen, Skaleneffekte erzeugen und einem **ideenfördernden Austausch zwischen europäischen Unternehmen** dienen.

Ähnlich wie für Batteriezellen und ganze Batteriepakete lässt sich die Aussage für die Produktion von **Halbleitern und Sensoren für Fahrerassistenzsysteme (FAS)** bis hin zum autonomen Fahren, sowie für die einhergehende Entwicklung und software-seitige Steuerung formulieren. In der Produktion von Hard- und Software für diesen Wachstumsmarkt liegen **wichtige Potenziale für Beschäftigung und Wertschöpfung in Deutschland**, wie anhand des steigenden Bedarfs an Erwerbstätigen in den entsprechenden Sektoren in den Szenarien dieses Vorhabens zu sehen ist. Die wachsenden Erwerbstätigenzahlensind allerdings nicht nur durch die Kraftfahrzeugproduktion getrieben, sondern auch durch die Bedarfe in der Steuerung von Mobilitätsdienstleistungen oder anderen Verkehrsträger. Die Industriepolitik sollte daher einen Fokus auf die Entwicklung und Produktion von Halbleitern für den Kraftfahrzeugbau und neue Mobilitätsdienstleistungen in Deutschland und Europa richten. Damit eng gekoppelt ist der Kompetenzaufbau und -erhalt in der Softwareentwicklung für Halbleiter und FAS auf nationaler und europäischer Ebene, ggf. über die Unterstützung europäischer Champions.

Den Szenarien und Analysen unterliegt in vielen Bereichen ein Trend in Richtung zunehmender Digitalisierung. Mit zunehmender Digitalisierung erfolgt auch eine wachsende Menge erzeugter Daten, die es unbedingt zu schützen und koordinieren gilt. Dazu zählen unter anderem personenbezogene Daten wie Bewegungsprofile aber auch die Angebotsdaten von Mobilitätsdienstleistungen. Die jüngste Geschichte zeigt, dass im Bereich digitaler Geschäftsmodelle zunehmend monopolistische Strukturen entstehen, die es kritisch zu begleiten gilt (Daum 2019). Eine gebündelte Bereitstellung von Daten und Angeboten ist oft sehr viel praktikabler als die Nutzung heterogener Angebote. Daher ist zukünftig eine verstärkte Aggregation von Leistungen bei wenigen Anbietern denkbar und wäre aufgrund einer reinen Marktlogik auch wahrscheinlich. Durch eine gebündelte Bereitstellung und wenige Akteure könnte gleichzeitig auch die **Sicherstellung des Datenschutzes für große Datenmengen an zentralen Stellen** umgesetzt und gewährleistet werden. Bisher passiert die Bündelung von Angeboten und Daten im Mobilitätsbereich noch verstärkt im privaten Sektor. Alternativ ist aber auch eine staatliche, auf deutscher oder EU-Ebene angesiedelte, zentrale und dem Datenschutz verpflichtete Daten-Plattform vorstellbar. Wir empfehlen zeitnah zu prüfen, ob eine solche Plattform realisierbar wäre und sicherheitstechnisch sowie ökonomisch-strategisch vorteilhaft wäre.

Die teils definierten aber in vielen Bereichen auch noch undefinierten Standards können dabei nur im europäischen Sinne gedacht und weiterentwickelt werden. Kleinteilige Lösungen auf nationaler Ebene können die Potenziale des europäischen Marktes nicht ausschöpfen. Standards sind in den Bereichen Zertifizierung von Produktionsprozessen

oder Rohstoffen, im Datenschutz sowie arbeits- und sozialrechtlichen Aspekten in Bezug auf die Sharing Economy notwendig. Eine Einhaltung der Standards muss auch in Bezug auf Importe durchgängig gewährleistet werden, um möglichen Wettbewerbsverzerrungen durch Produkte mit geringeren Anforderungen aus dem Ausland entgegenzuwirken.

Das europäische Kartellrecht verbietet die Fusionierung von großen europäischen Playern wie beispielsweise Alstom und Siemens. Etwaige Negativfolgen einer größeren Marktmacht – wie in diesem Fall höhere Preise bei Zügen und Signaltechnik, die letztlich die Kosten des Bahnfahrens erhöhen und im Sinne einer Mobilitätswende negativ wirken – sollen dadurch einerseits verhindert werden. Andererseits hätte eine entsprechende Fusionierung den europäischen Konzernen ein stärkeres Gewicht gegenüber Konzernen aus anderen Weltregionen mit weniger strengem Kartellrecht (hier China) verschafft. Diese Problematik beschränkt sich nicht nur auf den Mobilitätssektor und bedarf einer aktiven politischen und juristischen Diskussion. Übergeordnet stellt sich die Frage, welche Bedingungen es braucht, um **globale Player in Deutschland und Europa zu halten** oder ihre Entwicklung zu ermöglichen und gleichzeitig ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

Der **Ausbau der digitalen Infrastruktur** im Hinblick auf autonomes Fahren und insbesondere **in strukturschwachen Regionen** ist ein wichtiger Ansatzpunkt und eine notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Etablierung neuer Mobilitätslösungen. Die Ermöglichung selbstfahrender Verkehrsdienste kann die Bedienung von heute nur mit dem Pkw gut erreichbarer Regionen wesentlich erleichtern. Vor dem Hintergrund der auch im ÖPNV verbreiteten Personalknappheit hat der Verzicht auf Fahrpersonal nicht nur finanzielle Vorteile für den Betreiber, sondern ermöglicht überhaupt erst die Darstellung von Dienstleistungen (Canzler et al. 2019: 42 ff.). Der öffentliche Verkehr unterliegt hohen Sicherheitsanforderungen. Eine zuverlässige und hochwertige physische wie digitale Infrastruktur zur Steuerung der Fahrzeuge wie auch zur Kommunikation zwischen Fahrzeugen, Betreiber und Fahrgästen ist dabei essentiell. Die digitale Infrastruktur dient zudem auch der Organisation von Buchungen und Zahlungen für den ÖPNV sowie für weitere Mobilitätsdienste.

Die Einführung hochautonom bis fahrerloser Systeme im öffentlichen Verkehr wird zu Ressentiments seitens der Fahrgäste wie auch seitens der Anwohner und anderer Verkehrsteilnehmer führen. Hinzu kommen (bei nicht schienenengebundenen Verkehrsmitteln) zahlreiche technologische und rechtliche Hürden, die es zu überwinden gilt (siehe auch Canzler et al. 2019). Zur Analyse zentraler Akzeptanzprobleme, Hemmnisse und begünstigenden Faktoren sind die aktuell laufenden sowie zukünftige Pilotversuche mit autonomen Fahrzeugen im ÖPNV aufmerksam zu begleiten und zu evaluieren. Insbesondere sollte dabei auch auf die Wirkung der Dienste auf die verbleibenden Beschäftigten in den Verkehrsunternehmen geachtet werden. Die Ergebnisse der Evaluierungen - auch aus dem Ausland - sollten in einer gemeinsamen Datenbank festgehalten werden, um sukzessive komplexere Einflussgrößen auf die Akzeptanz automatisierter und autonomer Dienste zu erfassen. Dies ist insofern wichtig, da die Automatisierung von Dienstleistungen einen tiefgreifenden kulturellen Wandel in unserer Gesellschaft, und somit auch in der Arbeitswelt, nach sich ziehen wird.

Die Ergebnisse unserer drei Analysen – regional, sektoral, gesamtwirtschaftlich - sind stark von den Exporten der Kfz-Industrie abhängig. Mit der Annahme, dass heute wichtige Exportländer eine stärkere lokal produzierte Komponente von deutschen OEMs fordern (wie z.B. die aktuelle US-Politik), würde das Fortbestehen der starken Exportstellung der deutschen Automobilindustrie in Frage gestellt und das Ergebnis könnte damit negativer ausfallen.<sup>22</sup> Die **Stärkung der Wettbewerbsposition der nationalen Mobilitätsindustrien im internationalen Umfeld** stellt daher ein wichtiges Handlungsfeld dar um mögliche handelspolitische Einschränkungen auszugleichen. Die komparativen Vorteile und Stärken von Clustern und Regionen sollten dabei systematisch identifiziert werden. Zudem sollte ein intensiver Dialog zwischen Politik, Interessenvertretungen und Unternehmen gesucht werden. Erst durch die Kenntnis und Definition von Stärken kann eine zielgerichtete Förderung sowohl von bereits in zukunftsweisenden Bereichen erfolgreichen Unternehmen als auch von Unternehmen im Wandel entstehen. Gleichzeitig müssen Best-Practices kommuniziert und Inspirationsräume geschaffen werden, um den Austausch zwischen Firmen herzustellen. Des Weiteren ist die Stärkung der Exportrolle Deutschlands aber auch im internationalen Dialog zu verorten. Der deutliche Exportüberschuss Deutschlands wurde bereits vielfach kritisiert und die Handelspolitik muss hier eng mit der nationalen Wirtschafts- und Industriepolitik zusammenarbeiten.

Während der Übergangsphase könnten zur Stützung der Unternehmen auch **unkonventionelle Eigentümerstrukturen für die erfolgreiche Transformation angedacht werden**. Dies könnte insbesondere die Stringenz der Transformationsanstrengungen der börsen-notierten Unternehmen stärken. Sollten Aktionäre und Finanzinvestoren beklagen, dass die mit Innovationen insbesondere im Bereich der E-Mobilität und des Klimaschutzes erzielbaren Renditen zu gering seien, und daraus ableiten das Ambitionsniveau hier moderat zu halten und mit der Notwendigkeit eines weiteren Absatzes von Verbrenner-Pkw zu argumentieren, dann könnte der Staat den transformationswilligen Unternehmen durch eine Beteiligung den Rücken stärken. Dies könnte auch verhindern, dass vorübergehend sinkende Aktienkurse der ambitionierten Unternehmen diese zu Kandidaten „feindlicher“ Übernahmen werden ließe. Diese die Transformation stabilisierende Wirkung sollte natürlich auch in den Bereichen pro-aktiv eingesetzt werden, wo der Staat durch die bereits heute existierende Eigentümerstruktur im ökologischen Sinne steuernd und motivierend eingreifen kann.

Bei der Analyse von Regionen, die vom Abbau von Arbeitsplätzen besonders bedroht sind, fallen die deutschen Grenzregionen nach Frankreich, den Benelux-Staaten, der Nord- und Ostseeküste und nach Polen auf. Hier könnte eine gezielte Strukturpolitik der EU zur Förderung grenzüberschreitender Wirtschaftscluster einerseits und zur Vernetzung der Mobilitätsregionen andererseits helfen. Teile der genannten Regionen werden ebenfalls

---

<sup>22</sup> Unsere Studie untersucht das Thema *Nachhaltige Mobilität* und nicht *Internationaler Strukturwandel*. Deswegen wurde eine mögliche Veränderung der Standortpolitik der globalen Produktionsstandorte (Stichwort Sell local – produce local) nicht im Detail untersucht. Mögliche Veränderungen, die durch einen solchen globalen Strukturwandel hervorgerufen werden können, sind damit nur in Sensitivitätsrechnungen erfasst, aber nicht im vollen Umfang in den beiden Szenarien nachhaltiger Mobilität.

bereits als Standorte regenerativer Energieerzeugung aus Wind und Solarkraft diskutiert. **Intersektorale Beschäftigungsstrategien und –programme** könnten also zum einen helfen, die moderaten Wirkungen der hier diskutierten Mobilitätsszenarien weiter zu dämpfen und gleichzeitig den grünen Umbau der Wirtschaft voran zu treiben. Gerade in diesen Regionen fällt jedoch der Abschied von traditionellen Energiezweigen und der Einstieg in neue Technologien mitunter schwer. Maßnahmen und Strategien für den Strukturwandel in sensiblen Regionen sind nicht Gegenstand dieser Studie, sollten aber über Wirtschaftssektoren und Politikbereiche hinweg bedacht werden.

Bereits im aktuellen Stadium der Mobilitätswende zeigt sich, dass neben den Prozessen in etablierten Unternehmen, insbesondere neue Unternehmen und **Start-ups einen gewichtigen Anteil am Innovationsgeschehen haben**. Aus der betrieblichen Innovationsforschung ergibt sich, dass sich große und traditionelle Unternehmen allenfalls aus Nischen heraus reformieren und so an neue Technologien oder Märkte anpassen können. Diese Nischen werden nicht selten durch Start-Ups bedient, welche mit den traditionellen Akteuren kooperieren oder von diesen gekauft und in den Konzern integriert werden. Auf jeden Fall dient eine Förderung der Start-Up-Kultur der Beförderung der ohnehin stattfindenden Mobilitäts- und Energiewende. Die Vorteile geteilter, automatisierter und elektrischer Mobilität liegen, zumindest in einigen Marktbereichen, so offensichtlich auf der Hand, dass ein Ausbremsen der Innovationstätigkeit deren Entwicklung lediglich verlangsamen, aber nicht aufhalten würde. Risikofonds, Innovationspreise, geförderte Netzwerke, etc. sind probate Mittel, um die Innovationskraft in neuen Unternehmen zu beflügeln.

Start-Ups sind oft erfolgreich, weil sie alte Problemlösungen als Herausforderungen neu denken. Sie haben den Vorteil, aufgrund ihrer Neuheit und geringen Größe weitaus weniger in Pfadabhängigkeiten (Beyer 2006, Pierson 2000) verhaftet zu sein, als etablierte (Groß-) Unternehmen. In Letzteren werden neue Entwicklungen unbewusst oft weiter im alten Geschäftsmodell gedacht, auch wenn sich die Produkthanforderungen und Marktbedingungen verändert haben. Gründe hierfür sind z. B. zurückliegende Investitionen, Entscheidungen und Standards die früher durchaus erfolgreich gewesen sein können, heute aber die Flexibilität für Neues hemmen. Das teilweise **Aufbrechen alter Denkmuster und die Entwicklung neuer Ideen und Geschäftsmodelle** sollten daher verstärkt angeregt werden, nicht nur im Rahmen von Start-Ups sondern gezielt auch innerhalb von bestehenden Unternehmen. Es sollen nicht nur neue Player gesucht und angeworben werden, sondern auch der Wandelprozess etablierter Player stärker unterstützt werden. Dies erfordert ein Umdenken und häufig auch strukturelle oder organisatorische Änderungen der Prozessabläufe innerhalb von Unternehmen.

Hierbei bedarf es auch Ansätzen zum **Aufbau neuer Kooperationsstrukturen zwischen Unternehmen** statt bisherigen Konkurrenzstrukturen. In zunehmend komplexer werdenden Wertschöpfungsketten und Produktionszyklen muss auch die Integration verschiedener Akteure wie Zulieferer oder IT im Innovationsprozess neu gedacht werden und das Angebot von Produkten und Dienstleistungen in neuen Strukturen erarbeitet werden.

Darüber hinaus benötigen neue Initiativen auch entsprechendes Kapital. In Zeiten sinkender Absätze, bei gleichzeitig langfristigen Anforderungen (Klimaschutz), gestaltet sich die Akquise entsprechender Finanzmittel, insbesondere für mittelgroße Zulieferer, teilweise schwierig. Der Finanzmarkt sollte hier seine Verantwortung wahrnehmen. Auch die Gewährung von Sicherheiten durch den Staat oder staatlich geförderte Kredite etwa über die Landesbanken oder die KfW wären sinnvolle Maßnahmen. Darüber hinaus ist, wie bereits an verschiedenen Stellen genannt, die direkte finanzielle Förderung der Unternehmen oder ihrer neu zu qualifizierenden Beschäftigten ein wichtiger Baustein. Dabei ist es wichtig die **Kredite und Förderungen an die Bedingung zur Transformation zu knüpfen**, um nicht nur eine „lebensverlängernde“ Maßnahme anzubieten, sondern die Unternehmen zukunftsfähig aufzustellen.

Neben finanziellem Kapital ist auch entsprechendes Humankapital für die Gestaltung des Wandels innerhalb der etablierten Unternehmen nötig. Hier sind entsprechende arbeitsmarktpolitische Maßnahmen (vgl. Abschnitt 7.2) gefragt. Die **Kombination dieser industrie- und arbeitsmarktpolitischen Maßnahmen** verschafft den Unternehmen die nötige Zeit und die Ressourcen zur Gestaltung des Wandels. Sie sollte jedoch an die aktive Entwicklung von Lösungsstrategien geknüpft sein. Eine entsprechend stärker prospektiv ausgerichtete Industrie- und Arbeitsmarktpolitik ist nötig, um negative soziale und ökonomische Konsequenzen mit sich selbst verstärkender Wirkung (geringeres Einkommen, geringerer Konsum etc.) gar nicht erst entstehen zu lassen. Dies gilt ebenso für die Regionalpolitik, die sich derzeit in erster Linie am Status Quo bzw. der Vergangenheit orientiert.

Die Anzahl der benötigten Arbeitskräfte sowohl in der Fahrzeugindustrie als auch Mobilitätsdiensten wird mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit das Angebot an diesen weit übersteigen. Dies gilt nicht nur für Deutschland, sondern auch für die europäischen Nachbarländer. Da der Nutzen hochautomatisierter Systeme (s.o.) wohl erst mit einiger Verzögerung sichtbar werden wird, sollten zusätzliche Kräfte aus Ländern mit noch hohen Erwerbslosenquoten in Betracht gezogen werden. Zum gezielten Anwerben von Fachkräften aus dem Ausland und zum Aufsetzen angepasster Qualifikations- und Ausbildungsprogramme für die heimisch Beschäftigten ist die vorgelagerte Identifikation der zukünftig erforderlichen Anforderungsprofile unerlässlich. Das frühzeitige Wissen über den zukünftigen Bedarf an Qualifikationsprofilen hilft nicht nur, um **rechtzeitig administrative Prozesse einzuleiten um Ausbildungsprogramme zu ändern**, sondern auch um Jugendliche frühzeitig über zukunftssträchtige Ausbildungswege zu informieren. Hier verschwimmen die Grenzen zwischen Industrie- und Arbeitsmarktpolitik, die in der Identifikation der erforderlichen Qualifikationsanforderungen und der Schaffung passgenauer Ausbildungsprofile intensiv zusammenarbeiten sollten.

Die Ergebnisse der Szenario-Analysen zeigen, dass der Abbau und Aufbau von Arbeitsplätzen oft über die verschiedenen Teilbranchen ungleichmäßig verteilt ist. Ein vermehrter Abbau beispielsweise in der Produktion konventioneller Kfz-Komponenten kann nicht unbedingt innerhalb der Kfz-Produktion neuer, innovativer Komponenten oder der Produktion sonstiger Fahrzeuge kompensiert werden. Dafür ergeben sich neue Positionen

im Feld der Mobilitätsdienstleistungen und in anderen Industrien wie der Rohstoffrückgewinnung. Aus Gewerkschaftsperspektive ergibt sich dadurch eine Wanderung von Arbeitskräften aus einer Gewerkschaftszugehörigkeit in eine andere. Die Gewerkschaften sollen daher den stattfindenden Wandel mitgehen und stärker über Branchengrenzen hinweg mit anderen Gewerkschaften kooperieren. Insbesondere die Dienstleistungsgewerkschaft wird mehr und mehr auch für die Mobilitätsdienstleistungen verantwortlich sein. Diese könnten in Zukunft auch ohne Fahrer stattfinden bzw. verstärkt IT-gesteuert sein. Die Grenzen zwischen Produktion und Dienstleistung sowie zwischen Hard- und Software verschwimmen zum Teil. Die Interessenvertretungen sollten diesen Wandel durch entsprechende Netzwerkbildung und etwaige Fusion mitvollziehen.

Neben den Effekten auf die Mobilitätssektoren an sich sind auch die vorgelagerten oder befähigenden Industriezweige in einer integrierten Industriepolitik zu beachten. In allen Szenarien spielt der Energiesektor eine wichtige Rolle. Sowohl der Ausbau und die vermehrte Nutzung des schienengebundenen Verkehrs, als auch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erhöhen den Elektrizitätsbedarf der Zukunft sowie die Anforderungen an den Ausbau der Strom-Netze. Zudem steht und fällt die Energiebilanz neuer Antriebstechnologien mit dem Strom-Mix. Der **Ausbau von Erneuerbaren Energien im Strom-System** muss industriepolitisch gestärkt und vorangetrieben und als **Grundlage für eine erfolgreiche, klimaschonende Mobilitätswirtschaft in Deutschland** verstanden werden. Die zukunftsweisenden Schlüsseltechnologien werden und wurden bereits in Deutschland entwickelt. Derzeit besteht durch die politisch bedingte Begrenzung der inländischen Ausbaupotenziale die dringende Gefahr, dass Deutschland nach der Photovoltaik nun auch bei der Windkraft bestehende Marktanteile ans Ausland verlieren wird. Dies steht im Widerspruch zu einer Stärkung der Innovationskraft und Beschäftigung im nationalen Kontext. Gleichzeitig ermöglicht dieser Industriezweig auch die Ausschöpfung positiver regionaler Verteilungseffekte, da aktuell eher als strukturschwach eingestufte Regionen große Ausbaupotenziale der Windenergie mit entsprechenden Chancen für die regionale Wertschöpfung bieten.

Letztendlich bedarf es einer integrierten Strategie und einem Leitbild, denen die Akteure der traditionellen Industrie sowie der neuen Geschäftsfelder gemeinsam folgen und den Strukturwandel vorantreiben. Hier setzt die Nationale Plattform Mobilität der Zukunft (NPM) aktuell Akzente in der zielgerichteten Zusammenarbeit der Akteure verschiedener Verkehrsträger und unterschiedlicher Wirtschaftssektoren mit Politik und Wissenschaft.

Die grundsätzliche Frage ist schon lange nicht mehr die, ob die Mobilitätswende mit veränderten Antriebssträngen und Mobilitätskonzepten kommt oder nicht. Der Wandel wird in einer globalisierten und zu dekarbonisierenden Welt früher oder später kommen. In Europa wird dies bereits die kommende Dekade der 2020er Jahre sein. Die Frage, die sich jetzt stellt ist vielmehr, wer die zukünftigen Player im Mobilitätsmarkt sind. Wenn der Wandel nicht hier vorgedacht, mitgedacht und gestaltet wird, dann gestalten ihn andere Firmen aus dem Ausland. Das Bremsen des Strukturwandels ist keine Lösung. Dabei steht außer Frage, dass die Herausforderungen, vor der die Industrie steht, enorm groß sind. Die genannten industriepolitischen Handlungsempfehlungen können die Industrie auf ihrem Weg begleiten.

Gleichzeitig wird eine reine Ausrichtung auf die Angebotsseite der Mobilität nicht ausreichen. Vermehrt muss auch die Nachfrageseite in die industriepolitischen Konzepte miteinbezogen werden. Solange beispielsweise ein deutsches Personenbeförderungsgesetz viele Mobilitätsdienstleistungen verbietet und der ansässigen Industrie und den ÖV-Unternehmen die Experimentierräume nimmt, kann sich in diesem Bereich auch keine Vorreiterindustrie entwickeln. Zu befürchten steht hier auch, dass regionale Befindlichkeiten im ÖV-System übergreifende, kundenfreundliche Lösungen verhindern.<sup>23</sup> Das bedeutet, dass neben der Arbeitsmarktpolitik eben auch die Verkehrspolitik mit ihrem möglichen Einfluss auf die Nachfrage enger mit der Industriepolitik zusammenarbeiten muss.

## 7.2 Arbeitsmarktpolitik

Ein zentrales Ziel der Arbeitsmarktpolitik ist der Erhalt und die Verbreitung der sogenannten *Guten Arbeit*. Gute Arbeit ist dabei Teil einer nachhaltigen Industriepolitik mit qualitativem Wachstum, welches sich auf gute Arbeit, gesellschaftliche Wohlstandsvermehrung und ökologische Nachhaltigkeit stützt (Lemb 2018). Solche *Gute Arbeit* basiert auf folgenden vier thematischen Säulen (Fuchs & Bielenski, 2006):

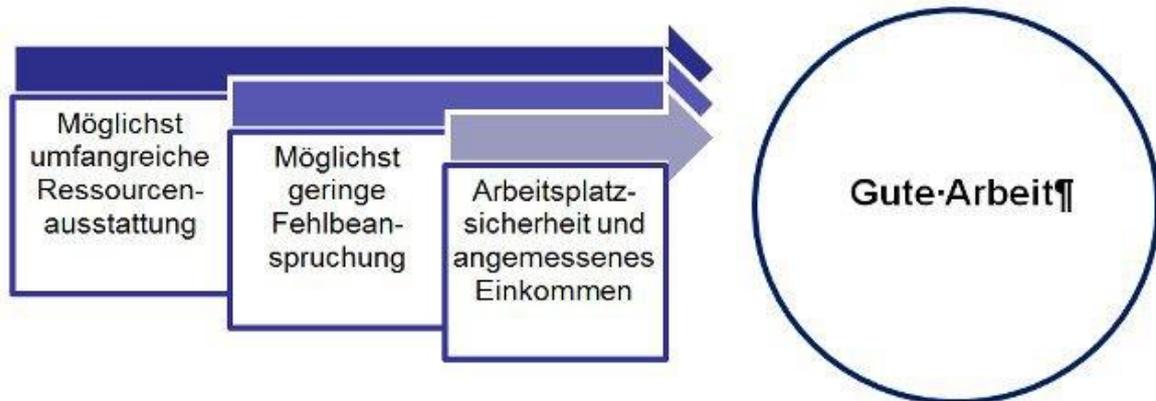
- Gute Arbeit ist gut bezahlte Arbeit.
- Gute Arbeit ist sichere Arbeit (Kündigungsschutz, Rückdrängung von Leiharbeit, Befristungen und Werkverträgen).
- Gute Arbeit ist menschengerechte Arbeit (Begrenzung von Arbeitsbelastung, Vereinbarkeit von Familie und Beruf...).
- Gute Arbeit bietet Möglichkeiten zu Aufstieg und Weiterbildung.

Darauf baut auch der DGB-Index *Gute Arbeit* auf, für welchen Kriterien der Arbeitsqualität entwickelt wurden, welche sich wie in Abbildung 7-1 gruppieren lassen:

---

<sup>23</sup> Ein abschreckendes Beispiel in größerem Maßstab liefern hier die europäischen Eisenbahnen, wo sich bestimmte Tickets im Fernverkehr meist nur im TGV-/SNCF-, Thalys- oder ICE-/DB-Portal buchen lassen. Sie sind nicht gegenseitig austauschbar, geschweige denn barrierefrei über Ländergrenzen hinweg buchbar.

**Abbildung 7-1: DGB-Index Gute Arbeit**



Quelle: DGB-Index Gute Arbeit

In diesem Sinne wurden in der jüngsten Vergangenheit bereits Debatten über die Hinlänglichkeit eines generellen Kurzarbeitergeldes, die Einführung eines Kurzarbeitertransformationsgeldes in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und Arbeitszeitkürzungen bei vollem Lohnausgleich geführt.

Es stellt sich nun zusätzlich die Frage, wie die ermittelten Veränderungen der Beschäftigung im deutschen Mobilitätswesen für gute Bezahlung, Sicherheit, Menschengerechtigkeit, Aufstiegs- und Weiterbildungsmöglichkeiten, umfangreiche Ressourcenausstattung und geringe Fehlbeanspruchung genutzt werden können.

Die Ergebnisse der Analysen zeigen eine Verlagerung des Beschäftigungsbedarfs:

- (1) in Richtung von Dienstleistungen wie neue Mobilitätsservices oder im Bereich des öffentlichen Verkehrs, teils weg von Berufen in der gut bezahlten, heutigen Automobilindustrie bzw. dem Kfz-Handel und -Handwerk.
- (2) von metallverarbeitenden Berufen für Ingenieure und Facharbeiter in Richtung der Elektrik- und Elektronikberufe.
- (3) mit zusätzlichen Potenzialen für Ingenieure und Facharbeiter für den Bau von komplexen „Beton“-plus-Technologie-Infrastrukturen im Bereich der Planung, Kommunikation und Genehmigung sowie der Implementierung dieser Infrastrukturen.
- (4) auf einen neu entstehenden Bedarf an IT-Entwicklern und IT-Operateuren im Bereich der Fahrerassistenzsysteme aber auch der Steuerung der anderen Verkehrsträger und des Betriebs der neuen Mobilitätsdienstleistungen.

Die Dienstleistungsberufe im Mobilitätswesen werden oft schlechter bezahlt und werden als weniger attraktiv empfunden. Zur Sicherung einer guten Bezahlung können einerseits flächendeckende Mindestlöhne erhöht werden. Des Weiteren müssen insbesondere Berufe im öffentlichen Nah- und Fernverkehr zum einen gezielt finanziell aber auch sozial aufgewertet werden, um deren Attraktivität zu erhöhen. Andererseits kann aber auch untersucht werden, wie neue Unternehmen in die bestehenden Tarifverträge eingebunden

werden können und wie die Entstehung neuer Scheinselbstständigkeiten (z.B. in Mobilitätsdienstleistungen) frühzeitig erkannt und bekämpft werden kann.

Auch klar ökologisch orientierte **Imagekampagnen** des öffentlichen Verkehrs nach Schweizer Vorbild bieten das Potenzial „für eine Aufwertung der Beschäftigung in diesem Segment und damit Chancen für eine höhere Motivation und Arbeitszufriedenheit infolge der verstärkten Einlösung möglicher ökologisch orientierter Sinnansprüche an Arbeit“ (Brandl et al. 2019). Eine solche Kampagne könnte auch als Einstieg in neue Partnerschaften zwischen den Gewerkschaften, verkehrs- und umweltpolitischen Akteuren und der Wirtschaft sein, welche die sozial-ökologische Verkehrswende aktiv begleiten.

An die Verlagerung des Beschäftigungsbedarfs kann eine zweite Herausforderung der kurz- und mittelfristigen Arbeitsmarktpolitik anknüpfen. Die Modellierung hat einen **deutlich steigenden Bedarf im Bereich der Ingenieure und Facharbeiter in der Bauplanung und technischen Umsetzung von komplexen, technologiegekoppelten Bauprojekten** ergeben. Auf diesem Arbeitsmarkt herrscht heute bereits Knappheit, so dass zusätzliche Bahn-, ÖPNV- und Digitalisierungsprojekte nur mit deutlicher Verzögerung umzusetzen sind. Die Herausforderung liegt darin qualifizierte Ingenieure und Facharbeiter aus dem Bereich der Produktion, Produktionsplanung und -steuerung der konventionellen PKW-Fertigung für diese bau-technischen Bereiche ergänzend zu qualifizieren und in den nächsten ein bis drei Jahren durch Quereinstieg in den Arbeitsmarkt des hoch-technischen Infrastrukturaufbaus zu integrieren. Ergänzend sollten die Studienplätze im Bereich der Bau- und Verkehrsingenieure und der Handwerker Ausbildung mit technischen Kompetenzen schnellstmöglich aufgestockt werden, um in 5 - 7 Jahren über die Kapazitäten zu verfügen, den notwendigen Infrastrukturausbau für Klimaschutz und nachhaltige Mobilität weiter zu beschleunigen.

Hinsichtlich der umweltpolitisch notwendigen Elektrifizierung im Straßenverkehr müssen dazu insbesondere **kleine und mittelständische Unternehmen (KMU)** bei der **Qualifizierung ihres Personals** in Richtung Elektromobilität bzw. Elektronik, IT & Software **gefördert werden**. Dazu müssen zukunftssträchtige Anforderungsprofile und darauf aufbauend neue Ausbildungen und Weiterbildungen identifiziert und entwickelt werden. Die inhaltlichen Entwicklungsarbeiten neuer Ausbildungsinhalte, ihr Diskurs und in-Recht-Setzung benötigen erhebliche Vorlaufzeiten. In diesem Rahmen sind auch gemeinsame Ausbildungszeiten miteinander verknüpfter Berufe und ihre Spezialisierung erst im letzten Drittel der Ausbildung zu diskutieren und gegebenenfalls zu lösen. Weiterbildungen des betrieblichen Ausbildungspersonals und der Lehrenden in Berufsschulen sind ebenfalls dringend und flächendeckend mit der entsprechenden technischen Ausstattung erforderlich.

Zur Erhöhung der **Arbeitsplatzsicherheit** im Mobilitätssektor sollten umweltpolitische Positionen, die an veralteten Technologien oder Mobilitätsverhalten festhalten, überdacht werden. Die IG-Metall hat die Notwendigkeit dieser Transformation und des Perspektivwechsels erkannt und verfolgt nun die Strategie die Bedingungen so zu gestalten, dass der Strukturwandel sich mit den Beschäftigten und nicht gegen sie vollzieht (Iwer 2018). Die hohe Abhängigkeit der deutschen Wirtschaft vom Weltmarkt könnte sonst auch

dazu führen, dass die Wertschöpfung im Bereich der Entwicklung und Produktion neuer, innovativer Fahrzeugtechnologien und moderner Mobilitätsdienstleistungen zunehmend im Ausland stattfinden. Stattdessen sollte der Wandel des Mobilitätswesens als Chance genutzt werden, Deutschland im Bereich der Konzeption, Planung, Umsetzung und Betrieb der neuen Mobilitätsdienstleistungen als Vorreiter zu etablieren.

Des Weiteren sollte der demographische Wandel und der damit einhergehende Fachkräfte-Rückgang in einzelnen Branchen den dortigen Beschäftigungsbedarfsrückgängen gegenübergestellt werden. Aus den so erkenntlichen Fachkräftelücken können Schwerpunkte für die Aus- und Weiterbildung von Zuwanderern und von der Verkehrswende in den Zuliefererunternehmen der Automobilindustrie betroffenen Personen abgeleitet werden. Gleichzeitig können auch Branchen identifiziert werden, in denen ein möglicher Rückgang des Beschäftigungsbedarfs durch bspw. Automatisierung einem bereits herrschenden Fachkräftemangel gegenübersteht, wodurch die Entwicklung als positiv zu werten wäre.

Neu entstehende **Berufsbilder** sollten auf ihre **Menschengerechtigkeit sowie auf Aufstiegs- und Weiterbildungsmöglichkeiten** hin untersucht werden, um Fehlentwicklungen frühzeitig zu unterbinden. Neue Unternehmen sollten dabei unterstützt werden, diese Kriterien, wie auch die Ressourcenausstattung und Fehlbeanspruchungen (vgl. DGB-Index Gute Arbeit) frühzeitig einzubeziehen und ggf. geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Auch die bestehenden Arbeitsplätze können hinsichtlich der Nachhaltigkeit der arbeitsbezogenen Mobilität (hohe Fahr- bzw. Verkehrsleistungen im Rahmen der Arbeitszeit) untersucht werden, um den mit dem Straßenverkehr verbundenen psychischen Stress zu minimieren (FINGERHUT, 2019) und frühzeitige Erkenntnisse hinsichtlich entstehender Wertschöpfungspotenziale durch deren Optimierung zu sammeln. Zur Reduktion der fürs Pendeln benötigten Zeit und zur Beseitigung der verkehrserzeugenden Effekte der Pendlerpauschale sollte diese ökologisch gestaltet und möglichst durch eine Umzugspauschale<sup>24</sup> ergänzt oder gar ersetzt werden. Gleichzeitig sollten flexiblere Schul- und Arbeitszeitmodelle zur Entzerrung der Verkehrsnachfragespitzen sowie die Nutzung von Heimarbeit gefördert werden. Außerdem sollten Gewerkschaften sich verstärkt in der Wohnraumpolitik positionieren, um in Kombination mit der neuen Umzugspauschale möglichst vielen Menschen arbeitsortnahes bezahlbares Wohnen zu ermöglichen. Da sich die direkten Beschäftigungswirkungen der neuen Mobilitätsdienstleistungen vor allem in den Städten manifestieren, würden raumstruktureller Wandel der Beschäftigung, Umzugspauschale und Wohnraumpolitik zur Schaffung von bezahlbarem, städtischen Wohnraum ineinander greifen.

---

<sup>24</sup> Die Umzugspauschale würde gewährt, wenn durch einen Wohnortwechsel, der Weg zur Arbeit signifikant (gemessen in Kilometern) verkürzt würde. Dadurch wird ein Anreiz gesetzt, bei der Planung eines Umzugs eines Arbeitnehmers/in den Weg zwischen Wohn- und Arbeitsort zu verkürzen. Bei rund 11 Millionen Umzügen pro Jahr von über 6 Millionen Haushalten (siehe Umzugsstudie 2016) sollte hier ein Potenzial gegeben sein. Es liegt bisher aber keine umfangreiche Studie zu der Frage der ökologischen Anreizsetzung bei Umzügen vor. Für eine kostenneutrale Ausgestaltung der Umzugspauschale könnte diese so gesetzt werden, dass die Summe aus der dann verringerten Pendlerpauschale und neuer Umzugspauschale gleich der heutigen Summe der Pendlerpauschale entspricht.

Europäische Fallstudien aus dem Transportgewerbe zeigen, dass eine **Lockerung von Schichtzeiten und eine Vereinfachung von Urlaubsanträgen** die Attraktivität der Berufe in den Verkehrsdienstleistungen steigern kann (Europäische Kommission 2018). In der Aktivierung von familienorientierten Frauen und Männern für den **Transportsektor** liegt ein nennenswertes und bisher wenig genutztes Potenzial.

Eine **Verknüpfung von Verkehrs- und Arbeitsmarktpolitik** könnte mittels einer umfassenden ökologischen Steuerreform forciert werden, welche die Besteuerung ökologischer Ressourcen zugunsten der Besteuerung der Arbeit erhöht. Dazu sollte auch die Einführung von Jobtickets für den ÖPNV gehören z.B. nach dem Vorbild des Hessischen öffentlichen Dienstes. Auch in die wettbewerbliche Ausschreibung von Busdienstleistungen sollten qualitative Anforderungen an die Arbeitsplätze integriert werden, um die Bevorzugung von Billigstanbietern auf Kosten der Qualität der Arbeitsplätze zu unterbinden (BRANDL u. a., 2019).

Zuletzt sollten mittels der deutschen und europäischen Strukturpolitik die identifizierten besonders betroffenen Regionen frühzeitig beim Strukturwandel ihres Arbeitsmarktes begleitet werden. Über diese Instrumente aus der Perspektive der Green Economy hinaus soll im Folgenden noch die Perspektive auf eine Entwicklung in Richtung einer Postwachstumsgesellschaft geöffnet werden, welche anstrebt, die konventionelle Fokussierung auf die Erwerbsarbeit um die Dimension der positiven, menschlichen Potenziale durch Arbeit zu erweitern (JOCHUM & MATUSCHEK, 2019). Eine Entwicklung im Sinne des damit skizzierten **Leitbilds der „nachhaltigen Arbeit“** erfordert Jochum und Matuschek zufolge **eine arbeitsmarktpolitische Regulierung und die Nutzung der Möglichkeiten zur Mitbestimmung**. Dazu fordern diese Autoren einen Steuerungsmix, „*bei dem langfristig Marktsteuerung an Bedeutung verliert und politische Steuerungsformen an Relevanz gewinnen.*“ Dazu sei eine sozial-ökologisch orientierte Arbeits- und Technikforschung notwendig, um Nachhaltigkeitsdefizite zu identifizieren und Szenarien der Transformation hin zu einer nachhaltigen Arbeitsgesellschaft zu entwickeln.

Die auftraggebende Hans-Böckler-Stiftung hat mit dieser Studie einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung solcher Szenarien einer nachhaltigeren Gesellschaft getätigt. Im Sinne von Jochum und Matuschek sind diese Szenarien nun um eine Erforschung der Förderung des menschlichen Potenzials in der Gegenwart einer entwickelten Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft zu ergänzen. Eine solche Forschung sollte insbesondere untersuchen, wie Automatisierung und Digitalisierung zu einer Transformation des Mobilitätswesens kombiniert mit einer sozial-ökologischen Transformation der Arbeitsgesellschaft beitragen können, also wie **die Energie- und Mobilitätswende mit einer Arbeitswende vereint werden kann.**

Abschließend sollen noch Hypothesen formuliert werden, welche Wege der Aufbau der Multi-Modalität in Deutschland und Europa nehmen kann und welche Bedeutung daraus für Beschäftigung, Wertschöpfung und die Steuerung des Arbeitsmarktes abgeleitet werden könnte:

1. Es existieren zwei klar differenzierbare Wege die Multi-Modalität aufzubauen.
2. **Low-cost mobility:** Querfinanzierung einer kostengünstigen multi-modalen Mobilität durch Nutzung der Daten generiert im Mobilitätssystem, so dass Mobilität sehr günstig angeboten wird, ggf. preislich sogar unter den realen Kosten der Mobilität. Zu den externen Umweltkosten könnten zukünftig dann auch *externe Privacykosten* des Verkehrs hinzukommen. Der Preisdruck eines solchen Ansatzes würde für wenig attraktive Arbeit und geringe Einkommen der Erwerbstätigen sorgen.
3. **Premium mobility:** Mobilität wird nicht querfinanziert und Mobilitätsdaten bleiben privat, so dass Mobilität gemäß ihrer internen Kosten bezahlt wird, wobei *Umwelt- und Privacy-Kosten internalisiert* wären. Beschäftigte in einem solchen Markt würden von guter Arbeit profitieren.

Voraussetzung für die Generierung eines Premium-Marktes der Mobilitätsdienstleistung dürfte die Schaffung notwendiger Rahmenbedingungen des Datenschutzes sein und die Existenz eines nationalen oder weniger europäischer IT-Champions mit Kompetenzen in Big Data, Cloud-Speicherung, verlässlichem Datenschutz und Premium-Glaubwürdigkeit hinsichtlich Privacy. Der Bildungs- und Arbeitsmarkt müsste hier auch IT-Experten mit Kompetenzen in ethischen Fragen und zu Fragen von Datenschutz und Privacy formen.

## Referenzen

- BAMF (2018): *Migrationsbericht 2018 der Bundesregierung*. Bundesamt für Migration und Flüchtlinge.
- BEYER J. (2006): *Pfadabhängigkeit – Über institutionelle Kontinuität, anfällige Stabilität und fundamentalen Wandel*. Schriften aus dem Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung Köln, Band 56, Campus, Frankfurt am Main/New York. Online unter: [https://www.mpifg.de/pu/mpifg\\_book/mpifg\\_bd\\_56.pdf](https://www.mpifg.de/pu/mpifg_book/mpifg_bd_56.pdf) , letzter Zugriff am 7. Januar 2020.
- BRANDL J., LITTIG B., ZIELINSKA I. (2019): *Urbaner Klimaschutz und Arbeit - Zu den qualitativen und quantitativen Beschäftigungsauswirkungen der Emissionsreduktionsziele am Beispiel der Stadt Wien*. IN: BECKE, G. GESELLSCHAFT FÜR ÖKOLOGISCHE KOMMUNIKATION MBH (HRSG.): Gute Arbeit und ökologische Innovationen Perspektiven nachhaltiger Arbeit in Unternehmen und Wertschöpfungsketten. ISBN 978-3-96238-118-9.
- CANZLER W., KNIE A., RUHRORT L. (2019): *Autonome Flotten – Mehr Mobilität mit weniger Fahrzeugen*. OEKOM, MÜNCHEN.
- DAUM T. (2019): *Das Auto im digitalen Kapitalismus – Wenn Algorithmen und Daten den Verkehr bestimmen*. OEKOM, MÜNCHEN.
- DeStatis (2019): *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen – Wichtige Zusammenhänge im Überblick*. (Stand: August 2019), Statistisches Bundesamt.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR DIE VEREINTEN NATIONEN (HRSG.) (2015): *Arbeit und menschliche Entwicklung, Bericht über die menschliche Entwicklung*. Deutsche Ausgabe. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag GmbH, 2015 — ISBN 978-3-8305-3618-5.
- Europäische Kommission (2018): *Business case to increase female employment in Transport*. Studie von Ecorys, Fraunhofer ISI, PWC, Panteia, Brüssel.
- FINGERHUT Y. (2019): *Arbeitsbezogene Mobilität nachhaltig gestalten*. IN: BECKE, G. ; GESELLSCHAFT FÜR ÖKOLOGISCHE KOMMUNIKATION MBH (HRSG.): Gute Arbeit und ökologische Innovationen Perspektiven nachhaltiger Arbeit in Unternehmen und Wertschöpfungsketten. ISBN 978-3-96238-118-9.
- FUCHS T.; BIELENSKI H. (2006): *Was ist gute Arbeit? Anforderungen aus der Sicht von Erwerbstätigen ; Konzeption und Auswertung einer repräsentativen Untersuchung, INQA-Bericht*. 2. Aufl. Bremerhaven : Wirtschaftsverl. NW - Verl. für neue Wissenschaft, 2006 — ISBN 978-3-86509-544-2.
- IWER F. (2018): *Ökologischer Umbau der Automobilindustrie – die neue Herausforderung*. In SCHRÖDER L., URBAN H. (Hrsg.): Gute Arbeit: Ökologie der Arbeit – Impulse für einen nachhaltigen Umbau. Bund-Verlag, Frankfurt.
- JOCHUM G., MATUSCHE I. (2019): *Arbeit im Spannungsfeld von digitaler und sozial-ökonomischer Transformation*. IN: BECKE, G.; GESELLSCHAFT FÜR ÖKOLOGISCHE KOMMUNIKATION MBH (HRSG.): Gute Arbeit und ökologische Innovationen Perspektiven nachhaltiger Arbeit in Unternehmen und Wertschöpfungsketten., 2019 — ISBN 978-3-96238-118-9

- KRAIL M., HELLEKES J., SCHNEIDER U., DÜTSCHKE E., SCHELLERT M., RÜDIGER D., STEINDL A., LUCHMANN I., WARMUTH V., FLÄMIG H., SCHADE W., MADER S., WAGNER U. (2018): *Energie- und Treibhausgaswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Straßenverkehr*. MKS-Studie, Karlsruhe.
- LEMB W. (2018): *Perspektiven einer nachhaltigen Industriepolitik*. In SCHRÖDER L., URBAN H. (Hrsg.): *Gute Arbeit: Ökologie der Arbeit – Impulse für einen nachhaltigen Umbau*. Bund-Verlag, Frankfurt.
- PIERSON, P. (2000): *Increasing Returns, Path Dependence, and the Study of Politics*. In: THE AMERICAN POLITICAL REVIEW. Jg. 94, Ausg. 2, S. 251-267, online unter: <http://urban.hunter.cuny.edu/~schram/Grad%20American/Overviews%20&%20Synthesen/Pierson.Increasing%20Returns.%20Path%20Dependence,%20and%20Study%20of%20Politics.pdf>, letzter Zugriff am 7. Januar 2020.
- SCHADE W., DOLL C., MADER S., SIEVERS L., WAGNER U. (2017): *Leitbild nachhaltige Mobilität: Szenarien Multi-Modalität-2035 und E-Straße-2035*. Arbeitspapier des Projektes Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität: Eine systemische Analyse der Perspektiven in Deutschland bis 2035. Karlsruhe. [https://www.m-five.de/pdf/m-five\\_isi\\_nachhaltige\\_mobilitaet.pdf](https://www.m-five.de/pdf/m-five_isi_nachhaltige_mobilitaet.pdf)
- SCHADE W., BERTHOLD D., MADER S., SCHERF C., STICH M., WAGNER U. (2020): *Gesamtwirtschaftliche Wirkungen durch die Transformation zu nachhaltiger Mobilität*. Arbeitspapier des Projektes Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität: Eine systemische Analyse der Perspektiven in Deutschland bis 2035, im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Karlsruhe.
- SCHERF, CHRISTIAN (2018): *Volle Fahrt Volle Fahrt á la carte? – Mobilitätskarten als Vermittlungsversuche zwischen sozialen Welten*. OEKOM, MÜNCHEN.
- SIEVERS, L. ; GRIMM, A. ; DOLL, C. (2019): *Transformation der Mobilität - Bestimmung der Beschäftigungseffekte in 2035 mit einem Input- Output-Modell*. Arbeitspapier des Projektes Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Karlsruhe. [https://www.m-five.de/pdf/ISI\\_HBS\\_NM\\_AP4\\_Sektorale\\_Beschäftigungseffekte\\_nachhaltiger\\_Mobilität.pdf](https://www.m-five.de/pdf/ISI_HBS_NM_AP4_Sektorale_Beschäftigungseffekte_nachhaltiger_Mobilität.pdf)
- WAGNER U., SCHADE W., SIEVERS L., BERTHOLD D., DOLL C., HARTWIG J., MADER S., (2018): *Status quo von Wertschöpfung und Beschäftigung in der Mobilität*. Arbeitspapier des Projektes Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Karlsruhe. [https://www.m-five.de/pdf/m-five\\_isi\\_nachhaltige\\_mobilitaet\\_80223.pdf](https://www.m-five.de/pdf/m-five_isi_nachhaltige_mobilitaet_80223.pdf)
- WAGNER U., SCHADE W., BERTHOLD D., MADER S., SCHÄFER S., SCHERF C. (2019): *Transformation der Mobilität aus regionaler Sicht: Fortschreibung des Status quo von Wertschöpfung und Beschäftigung in der Mobilität auf Kreisebene*. Arbeitspapier des Projektes Beschäftigungseffekte nachhaltiger Mobilität im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Karlsruhe. [https://www.m-five.de/pdf/M-Five\\_HBS\\_NM\\_AP3\\_Analyse\\_Kreisebene\\_2035\\_190927\\_FINAL.pdf](https://www.m-five.de/pdf/M-Five_HBS_NM_AP3_Analyse_Kreisebene_2035_190927_FINAL.pdf) .