

E-MAPP

E-Mobility and the Austrian Production Potential

Studie

Fraunhofer Austria: Dipl.-Ing. Henrik Gommel, Dipl.-Ing. Clemens Leidl,
Dipl.-Ing. Christina Lemmerer

Austrian Mobile Power: Dipl.-Ing. Heimo Aichmaier, Dipl.-Ing. Bertram
Ludwig

Virtual Vehicle: Dr. Christian Bacher

Auftraggeber:

Klima- und Energiefonds



Erscheinungsjahr: 2016

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

Zur besseren Darstellung kann es bei Zahlenwerten in Grafiken zu geringen Abweichungen durch Rundungen kommen.

Inhaltsverzeichnis

1	MANAGEMENT SUMMARY	6
2	MANAGEMENT SUMMARY (IN ENGLISH)	11
3	AKTUELLE ENTWICKLUNGEN DER ELEKTROMOBILITÄT	15
3.1	ELEKTROMOBILITÄT ALS GESAMTSYSTEM	15
3.2	AKTUELLE AKTIVITÄTEN ZUR ELEKTROMOBILITÄT IN ÖSTERREICH	16
3.3	AKTUELLE INITIATIVEN ZUR FORSCHUNGS-, ENTWICKLUNGS- UND DEMONSTRATIONSTÄTIGKEITEN DER ELEKTROMOBILITÄT IN ÖSTERREICH	18
4	STUDIENDESIGN	19
4.1	ZIEL DER STUDIE	19
4.2	AUFBAU DER STUDIE	21
4.3	METHODIK ZUR QUANTIFIZIERUNG DER POTENZIALE	24
4.4	BETRACHTETE FAHRZEUG- UND INFRASTRUKTURKONZEPTE	29
4.5	STÜCKZAHLSZENARIEN	32
4.6	BETRACHTETE PRODUKTIONSTECHNOLOGIEN INNERHALB DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE	36
5	AUSWIRKUNGEN DER ELEKTROMOBILITÄT	38
5.1	EINORDNUNG DER ELEKTROMOBILITÄT IN TECHNOLOGIEENTWICKLUNGSPHASEN	38
5.2	KOMPONENTENBEZOGENE AUSWIRKUNGEN	40
5.3	PRODUKTIONSBEZOGENE AUSWIRKUNGEN	48
6	WERTSCHÖPFUNGS- UND BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE	62
6.1	Globale Effekte	62
6.2	ÖSTERREICHISCHE POTENZIALE	74
7	ZUSAMMENFASSUNG DER HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE ELEKTRO-MOBILITÄTSBEZOGENE PRODUKTION	88
8	ANHANG	90
8.1	ERLÄUTERUNGEN ZU BRANCHENGRUPPEN	90
8.2	IM RAHMEN DER STUDIE BERÜCKSICHTIGTE UNTERNEHMEN (AUSZUG)	93
9	REFERENZEN	100

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

ABBILDUNG 1: ZUSAMMENFASSUNG DER ÖSTERREICHISCHEN BESCHÄFTIGUNGSEFFEKTE	7
ABBILDUNG 2: ÖSTERREICHISCHE BESCHÄFTIGUNG ZUFOLGE DER HERSTELLUNG NÖTIGER PRODUKTIONSTECHNOLOGIEN DER VIER ZENTRALEN E-MOBILITÄTSBEZOGENEN KOMPONENTEN (ELEKTROMOTOR, BRENNSTOFFZELLE, LITHIUM-IONEN BATTERIE, LEISTUNGSELEKTRONIK) – ÖNACE-DARSTELLUNG	9
ABBILDUNG 3: SUMMARIZING THE AUSTRIAN EMPLOYMENT EFFECTS	12
ABBILDUNG 4: AUSTRIAN EMPLOYMENT RESULTING FROM THE PRODUCTION OF THE REQUIRED PRODUCTION TECHNOLOGIES OF THE FOUR CENTRAL E-MOBILITY SPECIFIC COMPONENTS (ELECTRIC MOTOR, FUEL CELL, LITHIUM ION BATTERY, POWER ELECTRONICS) – ÖNACE-DEPICTION.....	13
ABBILDUNG 5: JAHRESNEUZULASSUNGEN VON PKW MIT ALTERNATIVEN ANTRIEBEN IN ÖSTERREICH.....	18
ABBILDUNG 6: UNTERSUCHTE WERTSCHÖPFUNGSBEREICHE UND ANALYSEFOKUS.....	21
ABBILDUNG 7: PRINZIPIELLES VORGEHEN UND AUFBAU DER STUDIE.....	23
ABBILDUNG 8: ZUSAMMENFASSUNG DER METHODE ZUR QUANTITATIVEN ERMITTLUNG DER KOMPONENTENBEZOGENEN WERTSCHÖPFUNGS- UND BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE	25
ABBILDUNG 9: VORGEHENSWEISE ZUR ERMITTLUNG DER STARTWERTE ÖSTERREICHISCHER WELTMARKANTEILE FÜR FAHRZEUGKOMPONENTEN.....	27
ABBILDUNG 10: ZUSAMMENFASSUNG DER METHODE ZUR QUANTITATIVEN GROBABSCHÄTZUNG DER PRODUKTIONSTECHNOLOGIEBEZOGENEN WERTSCHÖPFUNGS- UND BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE.....	29
ABBILDUNG 11: ZUSAMMENFASSUNG DES DEFINIERTEN FAHRZEUGPORTFOLIOS (BILDER BEZIEHEN SICH AUF DIE JEWEILIGEN MARKIERTEN BEREICHE)	30
ABBILDUNG 12: GLOBALES STÜCKZAHLSENENARIO DER VERSCHIEDENEN ANTRIEBSKONZEPTE.....	33
ABBILDUNG 13: GLOBALES STÜCKZAHLSENENARIO DER ELEKTRISCHEN ANTRIEBSARTEN UNTERTEILT IN BETRACHTETE FAHRZEUGSEGMENTE	34
ABBILDUNG 14: GLOBALES STÜCKZAHLSENENARIO AN LADE- UND TANKINFRASTRUKTURSYSTEMEN	35
ABBILDUNG 15: VERÄNDERUNGSGRAD DER FAHRZEUGKOMPONENTEN UND DER ZUGEHÖRIGEN PRODUKTIONS- TECHNOLOGIEN	36
ABBILDUNG 16: TECHNOLOGIEREIFEGRAD DER KONKURRIERENDEN ANTRIEBSKONZEPTE (E-ANTR. – ELEKTRISCHER ANTRIEB, HYBRID – HYBRIDE ANTRIEBSFORMEN, VKM – VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE).....	38
ABBILDUNG 17: TECHNOLOGIEREIFEGRAD ZENTRALER KOMPONENTEN (BZ – BRENNSTOFFZELLE, EM – ELEKTROMOTOR, LE – LEISTUNGSELEKTRONIK, LIB – LITHIUM-IONEN BATTERIE, VKM – VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE)	39
ABBILDUNG 18: TECHNOLOGIEREIFEGRAD ZENTRALER KOMPONENTEN UND DER ZUGEHÖRIGEN PRODUKTIONS- TECHNOLOGIEN (BZ – BRENNSTOFFZELLE, EM – ELEKTROMOTOR, LE – LEISTUNGSELEKTRONIK, LIB – LITHIUM-IONEN BATTERIE, VKM – VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE)	40
ABBILDUNG 19: PRODUKTIONSSTRUKTUR EINES KONVENTIONELLEN FAHRZEUGES.....	49
ABBILDUNG 20: MÖGLICHE SZENARIEN ZUR ANPASSUNG DER PRODUKTIONSSTRUKTUR FÜR ELEKTROFAHRZEUGE	51
ABBILDUNG 21: WERTSCHÖPFUNGSKETTE DER ELEKTROMOTORENHERSTELLUNG (PSM, ASM).....	53
ABBILDUNG 22: ALTERNATIVE WERTSCHÖPFUNGSKETTEN BEI DER HERSTELLUNG VON BIPOLARPLATTEN ALS SUBKOMPONENTE DER PEM	54
ABBILDUNG 23: WERTSCHÖPFUNGSKETTEN DER RESTLICHEN PEM-HERSTELLUNGSSCHRITTE.....	55
ABBILDUNG 24: WERTSCHÖPFUNGSKETTE DER LITHIUM-IONEN BATTERIE-HERSTELLUNG	57
ABBILDUNG 25: WERTSCHÖPFUNGSKETTE DER LEISTUNGS- UND STEUERUNGSELEKTRONIKHERSTELLUNG (DCB...DIRECT BONDED COPPER, SMT...SURFACE MOUNTED TECHNOLOGY, THT...THROUGH HOLE TECHNOLOGY).....	59
ABBILDUNG 26: MASCHINEN- UND ANLAGEN: INVESTITIONSVOLUMINA UND KAPAZITÄTEN	60
ABBILDUNG 27: HERSTELLKOSTEN DER VERSCHIEDENEN FAHRZEUGKONZEPTE AM BEISPIEL DER LEISTUNGSKLASSE M	63
ABBILDUNG 28: GLOBALE WERTSCHÖPFUNGSPOTENZIALE IN DER FAHRZEUGPRODUKTION – ÖNACE-DARSTELLUNG	64
ABBILDUNG 29: GLOBALE BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE IN DER FAHRZEUGPRODUKTION – ÖNACE-DARSTELLUNG.....	65

ABBILDUNG 30: GLOBALE WERTSCHÖPFUNGSPOTENZIALE IN DER FAHRZEUGPRODUKTION – KOMPONENTEN-DARSTELLUNG	66
ABBILDUNG 31: GLOBALE BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE IN DER FAHRZEUGPRODUKTION – KOMPONENTEN-DARSTELLUNG	67
ABBILDUNG 32: HERSTELLKOSTEN DER VERSCHIEDENEN ELEKTRISCHEN LADEKONZEPTE	68
ABBILDUNG 33: HERSTELLKOSTEN VON WASSERSTOFFTANKSTELLEN	69
ABBILDUNG 34: GLOBALE WERTSCHÖPFUNGSPOTENZIALE IN DER PRODUKTION DER E-MOBILITÄTSBEZOGENEN INFRASTRUKTURKOMPONENTEN – ÖNACE-DARSTELLUNG	70
ABBILDUNG 35: GLOBALE BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE IN DER PRODUKTION DER E-MOBILITÄTSBEZOGENEN INFRASTRUKTURKOMPONENTEN – ÖNACE-DARSTELLUNG	71
ABBILDUNG 36: GLOBALE WERTSCHÖPFUNGSPOTENZIALE IN DER PRODUKTION NÖTIGER PRODUKTIONSTECHNOLOGIEN DER ZENTRALEN E-MOBILITÄTSBEZOGENEN KOMPONENTEN – ÖNACE-DARSTELLUNG	72
ABBILDUNG 37: GLOBALE BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE IN DER PRODUKTION NÖTIGER PRODUKTIONSTECHNOLOGIEN DER ZENTRALEN E-MOBILITÄTSBEZOGENEN KOMPONENTEN – ÖNACE-DARSTELLUNG	73
ABBILDUNG 38: ÖSTERREICHISCHE WERTSCHÖPFUNGSPOTENZIALE IN DER FAHRZEUGPRODUKTION – ÖNACE-DARSTELLUNG	75
ABBILDUNG 39: ÖSTERREICHISCHE BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE IN DER FAHRZEUGPRODUKTION – ÖNACE-DARSTELLUNG	76
ABBILDUNG 40: ÖSTERREICHISCHE WERTSCHÖPFUNGSPOTENZIALE IN DER FAHRZEUGPRODUKTION – KOMPONENTEN- DARSTELLUNG	77
ABBILDUNG 41: ÖSTERREICHISCHE BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE IN DER FAHRZEUGPRODUKTION – KOMPONENTEN- DARSTELLUNG	78
ABBILDUNG 42: ÖSTERREICHISCHE WERTSCHÖPFUNGSPOTENZIALE IN DER PRODUKTION DER E-MOBILITÄTSBEZOGENEN INFRASTRUKTURKOMPONENTEN – ÖNACE-DARSTELLUNG	79
ABBILDUNG 43: ÖSTERREICHISCHE BESCHÄFTIGUNGSPOTENZIALE IN DER PRODUKTION DER E-MOBILITÄTSBEZOGENEN INFRASTRUKTURKOMPONENTEN – ÖNACE-DARSTELLUNG	80
ABBILDUNG 44: ZUSAMMENFASSUNG DER ÖSTERREICHISCHEN WERTSCHÖPFUNGSEFFEKTE	82
ABBILDUNG 45: ZUSAMMENFASSUNG DER ÖSTERREICHISCHEN BESCHÄFTIGUNGSEFFEKTE	83
ABBILDUNG 46: ÖSTERREICHISCHE WERTSCHÖPFUNG ZUFOLGE DER HERSTELLUNG NÖTIGER PRODUKTIONSTECHNOLOGIEN DER VIER ZENTRALEN E-MOBILITÄTSBEZOGENEN KOMPONENTEN (ELEKTROMOTOR, BRENNSTOFFZELLE, LITHIUM-IONEN BATTERIE, LEISTUNGSELEKTRONIK) – ÖNACE-DARSTELLUNG	84
ABBILDUNG 47: ÖSTERREICHISCHE BESCHÄFTIGUNG ZUFOLGE DER HERSTELLUNG NÖTIGER PRODUKTIONSTECHNOLOGIEN DER VIER ZENTRALEN E-MOBILITÄTSBEZOGENEN KOMPONENTEN (ELEKTROMOTOR, BRENNSTOFFZELLE, LITHIUM-IONEN BATTERIE, LEISTUNGSELEKTRONIK) – ÖNACE-DARSTELLUNG	85
ABBILDUNG 48: VERGLEICH DER WERTSCHÖPFUNG DER PRODUKTION DER ZENTRALEN KOMPONENTEN UND DER ZUGEHÖRIGEN MASCHINEN- UND ANLAGEN	86
ABBILDUNG 49: VERGLEICH DER BESCHÄFTIGUNG DER PRODUKTION DER ZENTRALEN KOMPONENTEN UND DER ZUGEHÖRIGEN MASCHINEN- UND ANLAGEN	87
ABBILDUNG 50: ÖSTERREICHISCHE UNTERNEHMEN MIT POTENZIELLER EIGNUNG FÜR ZENTRALE SCHRITTE DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE DES ELEKTROMOTORS – MIT ÖSTERREICHISCHEM PRODUKTIONSSTANDORT (BLAU) UND MIT NICHT KLAR ERSICHTLICHEM PRODUKTIONSSTANDORT (WEIß)	93
ABBILDUNG 51: ÖSTERREICHISCHE UNTERNEHMEN MIT POTENZIELLER EIGNUNG FÜR ZENTRALE SCHRITTE DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE DER BRENNSTOFFZELLENHERSTELLUNG – MIT ÖSTERREICHISCHEM PRODUKTIONSSTANDORT (BLAU) UND MIT NICHT KLAR ERSICHTLICHEM PRODUKTIONSSTANDORT (WEIß)	94
ABBILDUNG 52: ÖSTERREICHISCHE UNTERNEHMEN MIT POTENZIELLER EIGNUNG FÜR ZENTRALE SCHRITTE DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE DER LITHIUM-IONEN BATTERIEHERSTELLUNG – MIT ÖSTERREICHISCHEM PRODUKTIONS- STANDORT (BLAU) UND MIT NICHT KLAR ERSICHTLICHEM PRODUKTIONSSTANDORT (WEIß)	95
ABBILDUNG 53: ÖSTERREICHISCHE UNTERNEHMEN MIT POTENZIELLER EIGNUNG FÜR ZENTRALE SCHRITTE DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE DER LEISTUNGS- UND STEUERUNGSELEKTRONIKHERSTELLUNG – MIT ÖSTERREICHISCHEM PRODUKTIONSSTANDORT (BLAU) UND MIT NICHT KLAR ERSICHTLICHEM PRODUKTIONSSTANDORT (WEIß)	96
ABBILDUNG 54: ÖSTERREICHISCHE UNTERNEHMEN ZUR PRODUKTION VON FÜR DIE ELEKTROMOBILHERSTELLUNG GEEIGNETE MASCHINEN UND ANLAGEN – MIT ÖSTERREICHISCHEM PRODUKTIONSSTANDORT (BLAU) UND MIT NICHT KLAR ERSICHTLICHEM PRODUKTIONSSTANDORT (WEIß)	97

1 Management Summary

Die Fahrzeugindustrie befindet sich derzeit in einer Übergangsphase zu einem rein batterieelektrischen Antrieb. Als wichtige Brückentechnologie dient dabei der teilelektrische Antrieb. Namhafte OEMs unterhalten in Österreich Entwicklungs- und Produktionsstandorte, die global als die effizientesten im Produktionsverbund gelten und bspw. trendgemäße Motoren und Getriebe fertigen bzw. entwickeln. Die starke Elektro- und Elektronikindustrie ergänzt dieses Portfolio um Komponenten, die für die Elektromobilität in den verschiedenen Varianten erforderlich sind. Die Studie fokussiert auf Fahrzeugkomponenten im Pkw-Bereich, Ladeinfrastrukturkonzepte der Elektromobilität und Produktionstechnologien und -prozesse ausgewählter Wertschöpfungsketten für Komponenten der Elektromobilität. Weitere in dieser Studie nicht untersuchte Potenziale im Bereich von einspurigen Fahrzeugen, Schienenfahrzeugen oder Lastfahrzeugen sind zusätzlich vorhanden.

Elektromobilität bringt Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale für Österreich

Zufolge der grundsätzlichen Charakteristik der österreichischen Fahrzeugindustrie, die als Zulieferindustrie mit engem Handelsverhältnis zu Deutschland zu sehen ist, sind die Potenziale der Elektromobilität insbesondere in Komponenten und Subkomponenten der Fahrzeuge, Infrastrukturlösungen und Produktionstechnologien zu verzeichnen.

Wie in folgender zusammenfassender Grafik (vgl. *Abbildung 1*) anhand der Fahrzeugkomponenten und Infrastrukturkonzepte zu erkennen ist, kann Österreich von den Stärken der Industrie in wichtigen konventionellen und elektromobilitätsbezogenen Komponenten profitieren. Durch die Mischkonzepte (HEV, PHEV), die stückzahlbezogen den Markt anlaufen beherrschen werden, lässt sich ein breites Portfolio an Produkten für die Fahrzeugindustrie abbilden. Mit steigender Verbreitung der Elektromobilität und fortschrittlicheren Technologien, die die Elektromobilität bspw. in Sachen Reichweite und Kosten konkurrenzfähiger machen werden, steigt jedoch das Risiko aus Wertschöpfungsketten der Automobilproduktion auszuschneiden, sofern man nur auf konventionelle Komponenten setzt.

Unter der Annahme, dass die globale Nachfrage der nächsten 15 Jahre ausschließlich über konventionelle Fahrzeuge gedeckt werden würde (strichlierte Linie in *Abbildung 1*) könnte die österreichische Fahrzeugindustrie ein geringes Wachstum verzeichnen, das jedoch aufgrund der Annahme, dass keine wesentlichen Kapazitätsaufstockungen in konventionellen Bereichen stattfinden werden, gedeckelt ist.

Im Bereich der Komponenten der Elektromobilität, die den Elektrik- und Elektronikanteil im Fahrzeug deutlich ansteigen lassen, bestehen Chancen, deutlich mehr vom globalen Wachstum des Automobilmarktes zu profitieren,

resultierend in einem im Vergleich zu konventionellen Komponenten überproportionalen Wachstum.

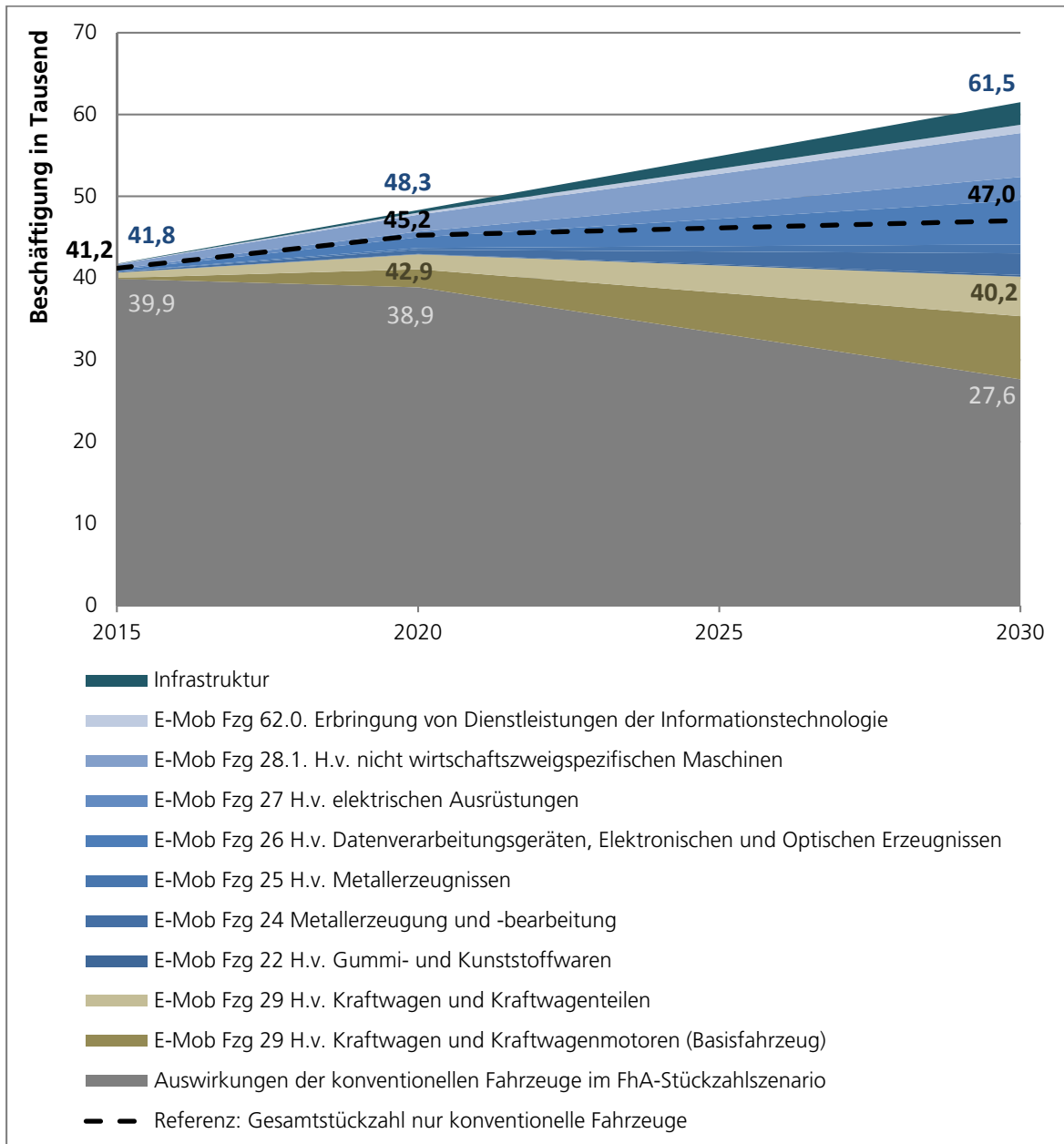


Abbildung 1: Zusammenfassung der österreichischen Beschäftigungseffekte (H.v. ... Herstellung von)

Hoher Wettbewerb und große Herausforderungen der Elektromobilität

Die sich neu bildenden Wertschöpfungsketten resultieren in einem hohen Maß an Wettbewerb in der Fahrzeugindustrie. Zu erkennen war dies unter anderem aus den daraus resultierenden Verschwiegenheitspflichten und somit einer geringer als erwarteten Rücklaufquote der StudienteilnehmerInnen. Ebenfalls konnte dies anhand der niedrigen Informationstiefe bei durchgeführten Experteninterviews, insbesondere was die quantitative Analyse der Produktionstechnologien angeht, beobachtet werden.

Unabhängig davon zeigt die Studie, dass E-Mobilität ein Bestandteil vieler verschiedener Produktionstechnologiebereiche ist und es besonders in dieser wichtigen Übergangsphase notwendig ist, in Österreich entwickelnde Forschungs- und Entwicklungsunternehmen zu unterstützen. Wichtige Bereiche umfassen dabei

- die technische Weiterentwicklung der Produkte bzw. Komponenten,
- die Konzentration auf bereits bekannte bzw. beherrschte Technologien und Prozesse sowie deren erfolgreiche Weiterentwicklung und
- die Adaptierung und Flexibilisierung konventioneller Produktionsstrukturen bei der Herstellung des Gesamtfahrzeuges.

Die Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale für Österreich sind im Bereich der Produktionstechnologien vergleichsweise gering (vgl. *Abbildung 2*). Eine Steigerung der Technologiestärke bei Komponenten setzt nichtsdestotrotz eine simultane Weiterentwicklung der Produkte und zugehöriger Prozesstechnologien voraus.

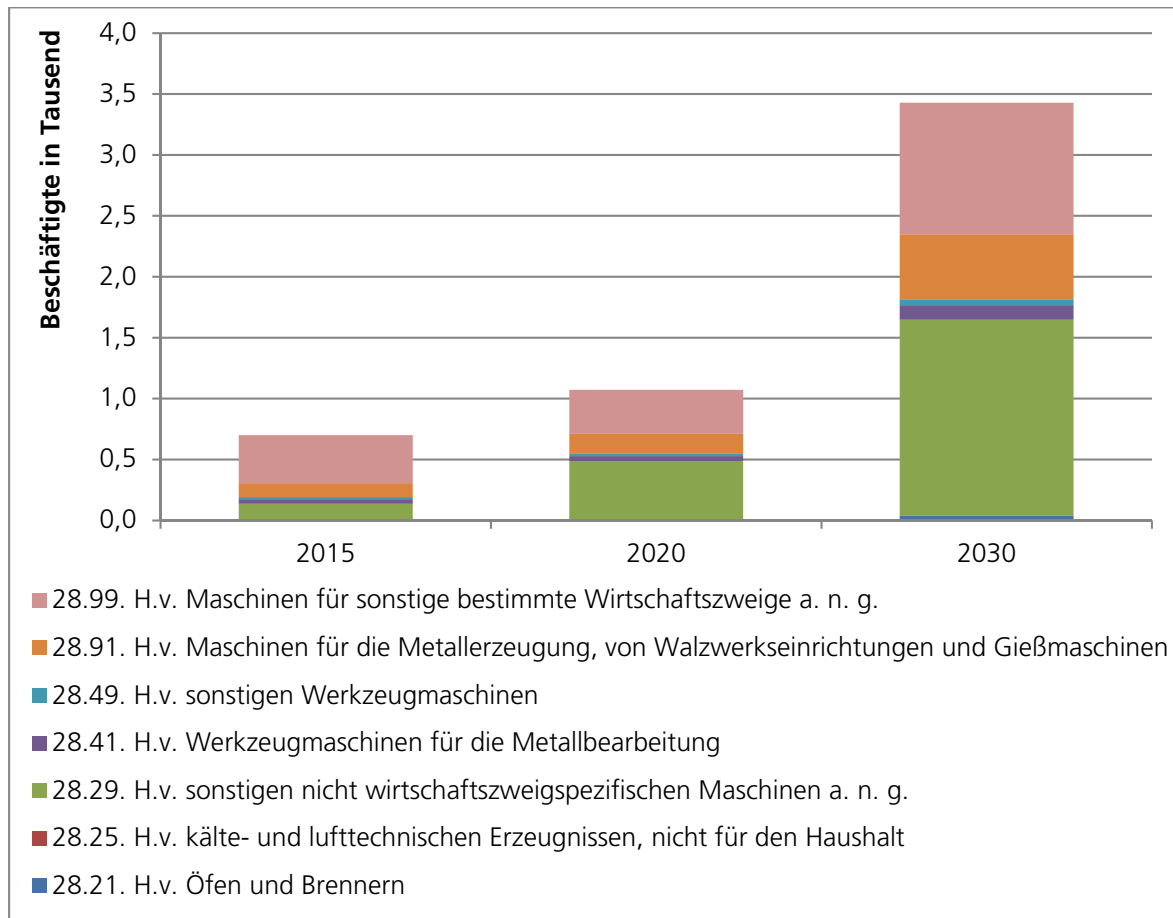


Abbildung 2: Österreichische Beschäftigung zufolge der Herstellung nötiger Produktionstechnologien der vier zentralen e-mobilitätsbezogenen Komponenten (Elektromotor, Brennstoffzelle, Lithium-Ionen Batterie, Leistungselektronik) – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

Implikationen für die nationale Förderlandschaft Österreichs

Um die in Österreich forschenden und entwickelnden Unternehmen und Forschungseinrichtungen bestmöglich zu unterstützen, sind daher themenoffene Förderprogramme mit dem Fokus der "Technologieentwicklung" zu priorisieren. Folgende Maßnahmen bezüglich der Förderlandschaft Österreichs sind dabei zu empfehlen:

- Entwicklungsprojekte entlang spezifischer Wertschöpfungsketten sind zu fördern, um die Herstellung von Komponenten der Elektromobilität, insbesondere im Bereich des elektrischen Antriebsstranges, voranzutreiben. Dabei sind die unterschiedlichen Technologiereifegrade von Komponenten und zugehöriger Produktionsprozesse zu berücksichtigen, da daraus unterschiedliche Zielsetzungen von Forschungsvorhaben resultieren. Die Bandbreite reicht hier von einem

grundsätzlichen Produktionsanlauf (bspw. bei der Brennstoffzelle) bis hin zur Optimierung der Abläufe in einer variantenreichen Serienproduktion (bspw. im Bereich der Leistungs- und Steuerelektronik).

- Die wenigen Hersteller von Gesamtfahrzeugen in Österreich (im Wesentlichen Magna Steyr und KTM) sind mit der Herausforderung konfrontiert, ihre Produktionsstrukturen in geeigneter Weise anzupassen, dass verschiedene Fahrzeugkonzepte möglichst kosteneffizient produziert werden können. Hierbei kommen unterschiedliche Strategien in Frage, die Herausforderungen in klassischen Bereichen des Produktionsmanagements mit sich bringen. Bspw. können Themen wie Flexibilitätsmanagement zur Abbildung unterschiedlicher Fahrzeugkonzepte verschiedener OEMs in einer Endmontagelinie, ein umfassendes Supply-Chain-Management zur Integration neuer Wertketten der Elektromobilitätskomponenten und/oder gänzlich überdachte Produktionsstrukturen an Stelle von konventionellen Montagelinien in Frage kommen. Bei erfolgreichem Erreichen von hochflexiblen Produktionsstrukturen können weitere Potenziale im Bereich Basisfahrzeug realisiert werden. Ohne ein Überdenken bestehender Fahrzeugpackages in Richtung Marken- oder OEM-übergreifender Standardisierung und Modularisierung sind die aktuellen Freiheitsgrade jedoch eingeschränkt.
- Die Weiterentwicklung des Gesamtsystems Elektromobilität erfordert langfristige und kollaborative Projekte in den neu entstehenden Wertschöpfungsketten in der durch klein und mittelständische Unternehmen geprägten österreichischen Industrielandschaft. Zur besseren Planung solcher Entwicklungsvorhaben sind themenoffene und mehrjährige themendurchgängige Programme bzw. Plattformen wünschenswert. Als Beispiel ist der „Forschungscampus Arena 2036“¹ zu nennen, der sich dem Thema Leichtbau grundsätzlich themenoffen (Material, Konstruktion, Prototyping, Produktion) widmet.

¹ Siehe URL: <http://www.arena2036.de/>, 18.03.2016.

2 Management Summary

The automotive industry currently is in a transition phase to pure electric powered vehicles. In this process hybrid electric propulsion systems are an important bridging technology. Renowned OEMs hold development and production sites in Austria which belong to the most efficient ones globally developing and producing state-of-the-art and future engine and transmission concepts. The strong electrical and electronics industry complements this broad range of products with components that are needed in various variants. The focus of this study lies on passenger car components, charging infrastructure concepts as well as associated production technologies and processes of selected components within the e-mobility value chains. Other available potentials in the field of single-track vehicles, rail vehicles or utility vehicles are not examined.

E-mobility leads to an potential in value added and employment

Due to the characteristic of the Austrian automotive industry – which is seen as a supplier industry with close trade relationship with Germany – the potential of e-mobility can be seen in components and subcomponents of vehicles, infrastructure solutions and production technologies.

As *Figure 3* depicts, the strengths of the Austrian industry lead to benefits in key conventional and e-mobility related components. Hybrid electric concepts (HEV, PHEV) will dominate the market ramp-up and will thereby comprise a broad range of products for the automotive industry. Technological improvements will induce advancements in range and costs of pure battery-electric vehicles and help these products to become more competitive. This will accelerate the diffusion process of these cars and therefore increase the risk of being resigned from automotive value chains for companies sticking to conventional technologies.

Assuming that the global demand for cars will be covered by conventional vehicles only, shows just a small growth for the Austrian automotive industry over the next 15 years (see dashed line in *Figure 3*). This growth is limited based on the prospect that there will not be any significant rises in production capacity in the conventional segment.

Considering the diffusion of electrical and electronic components caused by an increased share of electrical vehicles along with the Austrian industry's strengths within these components, the potential to profit from the growing global automotive sales figures excels the potential of the "conventional vehicles only"-scenario.

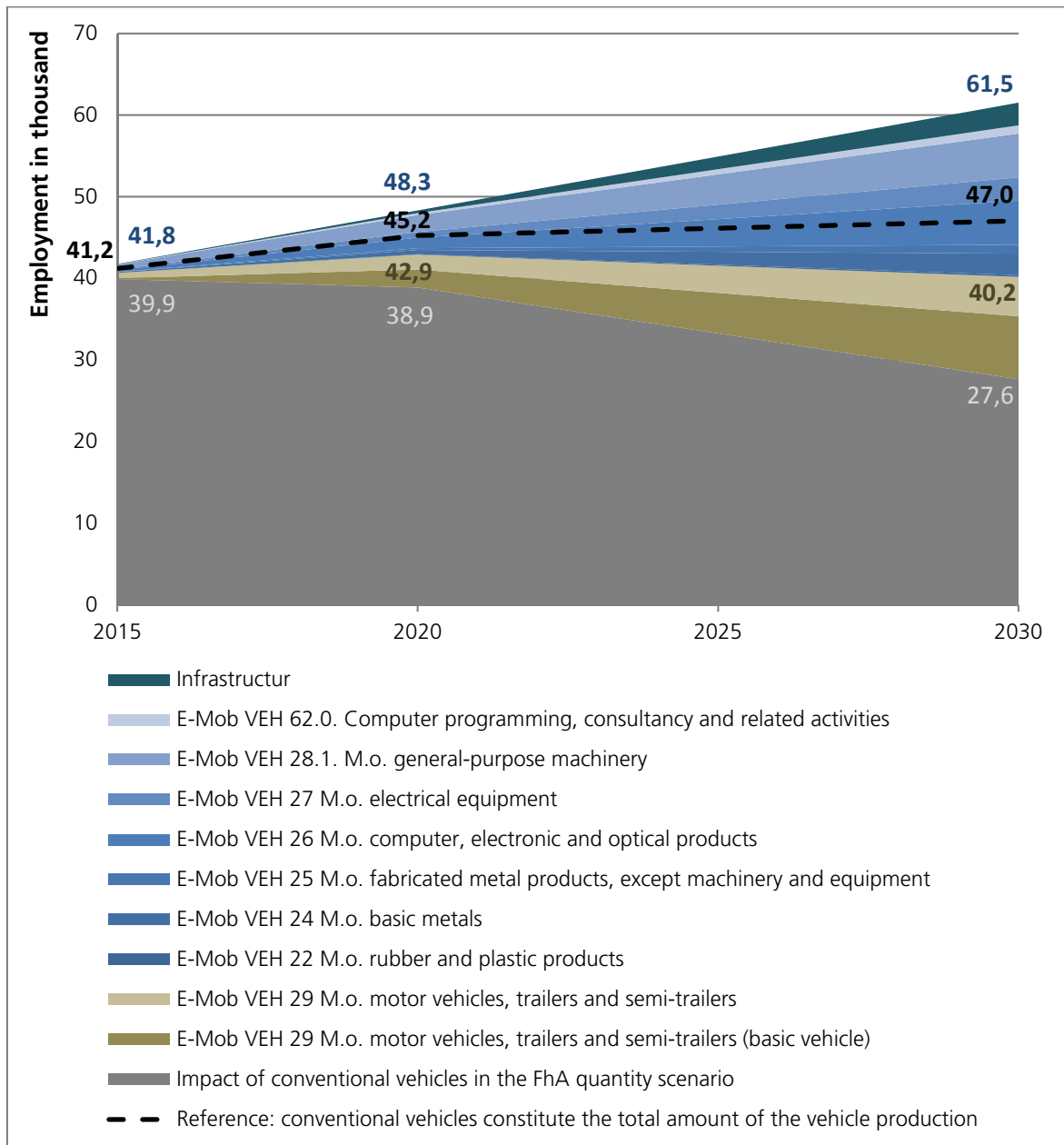


Abbildung 3: Summarizing the Austrian employment effects (M.o. ... manufacturing of)

Intense competition and major challenges due to e-mobility

The new emerging value chains result in an intense competition within the automotive industry. Especially within new components and associated production technologies the strict confidentiality obligation of potential interview partners led to lower response rates and depth of information than expected, especially in terms of quantitative data of production technologies.

Nevertheless, this study shows that e-mobility comes along with many different areas of production technologies and that it is crucial to support Austrian R&D companies especially in the current ramp-up phase. Important areas of concern comprise

- the technical development of products and components,
- focussing on known and established technologies and processes as well as their successful improvement and
- the adaptation of and enhancing the flexibility of manufacturing structures for overall vehicle production.

Due to the fact, that value added and employment potentials in Austria resulting from production technologies are relatively small (see *Figure 4*). Nevertheless, improving the technological strength in the field of car components requires simultaneous development of the products and the affiliated process technologies.

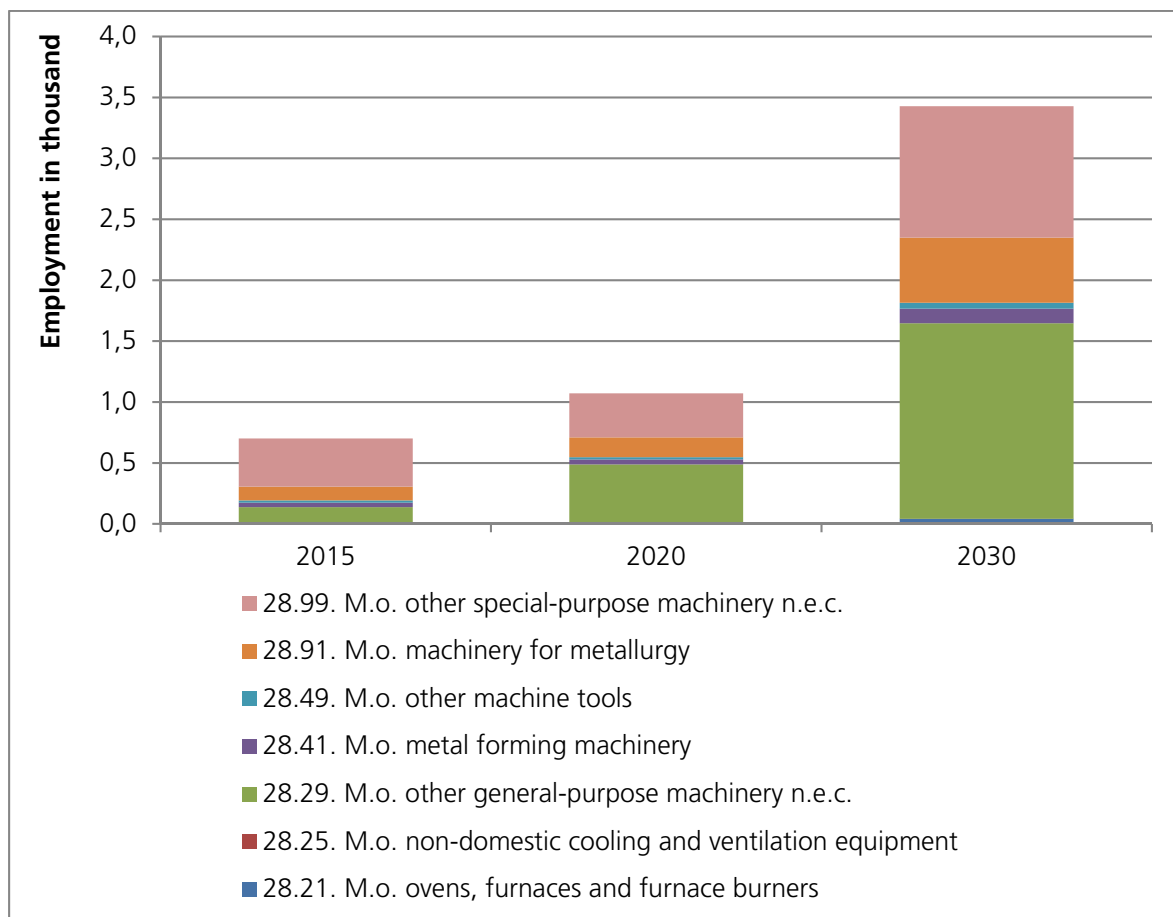


Abbildung 4: Austrian employment resulting from the production of the required production technologies of the four central e-mobility specific components (electric motor, fuel cell, lithium ion battery, power electronics) – ÖNACE-Depiction (M.o. ... manufacturing of)

Implications for the Austrian national funding landscape

To support Austrias companies and funding bodies in the best possible way thematically open funding programs focusing on the development of technologies are to be prioritized. The following measures can be recommended for the Austrian funding landscape:

- Activities to speed up the production of e-mobility components. Concerning the electric propulsion system especially, development projects along specific value chains are to be funded. The objectives of funding programs need to be aligned with the differing technology readiness levels of the components and production technologies respectively. This field ranges from elementary production processes (in terms of the fuel cell) to optimizing processes in multi variant serial production (in terms of power and control electronics).
- The few Austrian overall vehicle manufacturer (basically Magna Steyr and KTM) face the challenge of adapting their production structures in an suitable way to be able to produce the different vehicle concepts in a costefficient way. These challenges are met by strategies leading to challenges in the field of classic production management. Examples like flexibility management to depict different vehicle concepts of different OEMs in one final assembly line, an comprehensive supply chain management for integrating new value chains of the e-mobility components and/or holistically reconsidered production structures instead of conventional assembly lines illustrate the possibilities. By successfully accomplishing highly flexible production structures more potentials in the field of the basic vehicle can be realized. However, without reassessing existing vehicle packages targeting brand- or OEM-encompassing standardization and modularization the actual degrees of freedom are limited.
- The future development in Austrias small and medium sized enterprise landscape of the overall e-mobility system requires long-term and collaborative projects in the newly arising value chains. For a better planning of such development projects thematically open, long-term and consistent programs or platforms are desirable. In this regard the „Forschungscampus Arena 2036“² can be highlighted. This platform is devoted to the field of lightweight construction in a thematically open (material, design, prototyping, production) manner.

² Siehe URL: <http://www.arena2036.de/>, 18.03.2016.

3 Aktuelle Entwicklungen der Elektromobilität

3.1 Elektromobilität als Gesamtsystem

Im Rahmen der Wachstumsstrategie „Europa 2020“³ der Europäischen Kommission wurde das sogenannte „20-20-20“-Ziel festgelegt, das eine Verringerung der Treibhausgasemissionen von 20% zur Basis des Jahres 1990 und eine Erhöhung der Energieeffizienz bis zum Jahr 2020 um 20% vorsieht. Bis 2020 sollen des Weiteren 10% des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor aus erneuerbaren Quellen stammen. Zahlreiche weitere (verbindliche) supranationale Zielsetzungen, wie bspw. das Weißbuch Verkehr [18], die Verordnung über durchschnittliche Flottenemissionswerte („95g Ziel“) [20] und die Richtlinie zum Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe [19] setzen weitere wichtige Akzente im Bereich der Emissionsreduktion im Verkehrssektor. Für die Erreichung dieser ambitionierten Ziele – gerade im Verkehrssektor – spielt Elektromobilität eine wichtige Rolle.

Elektromobilität muss jedenfalls als Zusammenspiel der drei Säulen Fahrzeuge, Infrastruktur und Services verstanden werden. Diese unabdingbare Betrachtung als Gesamtsystem wird nicht nur in den zahlreichen nationalen und international bindenden Richtlinien und Verordnungen zur Elektromobilität berücksichtigt. Auch in den mannigfaltigen nationalen und internationalen Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekten wird die Notwendigkeit des praktischen Zusammenspiels von Fahrzeug, Ladeinfrastruktur und damit verbundene Nutzerservices gesehen und entsprechend verfolgt.

Fahrzeug

Um einen Beitrag zur Emissionsreduktion im Verkehrsbereich leisten zu können, ist die Weiterentwicklung von teil- und vollelektrischen E-Fahrzeugen von großer Bedeutung. Durch Forschung und Entwicklung kann ein wichtiger Beitrag zur Senkung der Kosten sowie Erhöhung der Fahrzeugreichweiten und somit zur höheren Marktdurchdringung von E-Fahrzeugen geleistet werden.

Durch die Teil- und Vollelektrifizierung des Antriebsstranges finden neue Technologien im Fahrzeug Anwendung. Traditionelle Technologien erfahren Veränderungen oder werden obsolet und neue Bedarfe entstehen. Die Bereiche Fahrzeugentwicklung und -design, Komponenten und Systeme der verschiedenen Antriebsarten und zugehörige Materialien und Werkstoffe zählen dabei zu wichtigen, sich veränderenden Themenfeldern. Dies stellt Fahrzeughersteller und -zulieferer, den After-Sales-Bereich sowie Aus- und Weiterbildungsbereiche vor neue Herausforderungen.

³ Siehe URL: http://ec.europa.eu/europe2020/index_de.htm, 18.03.2016.

Infrastruktur

Die Entwicklung und der Ausbau bedarfsgerechter E-Ladeinfrastruktur für unterschiedliche Energieträger (Strom, Wasserstoff) ist ein wesentliches Element für die flächendeckende Marktdurchdringung von Elektromobilität.

Mit sich veränderenden Ansprüchen – bspw. Erhöhung der Batteriekapazitäten der E-Fahrzeuge und erhöhte Marktdurchdringung von E-Fahrzeugen – werden neue, smarte Ladelösungen und -techniken für E-Fahrzeuge notwendig. Die Forschung und Entwicklung sowie Errichtung von smarten Ladelösungen und -techniken ist daher unabdingbar für den weiteren Ausbau von beschleunigter und schneller E-Ladeinfrastruktur sowie Wasserstoff-Betankung. Nur dadurch kann der weitere Ausbau eines flächendeckenden, marktkonformen und interoperablen Ladenetzes sichergestellt werden.

Elektromobilitätsservices

Elektromobilitätsservices bilden die Klammer über die E-Fahrzeuge und Infrastruktur und stellen einen wichtigen Baustein für die Usability von Elektromobilität und damit einhergehend für die Marktakzeptanz dar.

Für den Aufbau eines flächendeckenden, marktkonformen, interoperablen Ladenetzes für E-Ladeinfrastruktur und Wasserstoff-Betankung ist die weitere Entwicklung von sicheren und kundennahen Nutzungs- und Abrechnungsmodalitäten der Services erforderlich. Themenfelder in diesem Bereich umfassen etwa ein marktkonformes Meldeservice, die technische Weiterentwicklung von Autorisation, Authentication und Accounting, interoperable und integrierte Reservierungs- und Paymentservices aber auch e-Carsharingservices sowie Datensicherheit.

3.2 Aktuelle Aktivitäten zur Elektromobilität in Österreich

Fahrzeugmarkt

In Österreich werden derzeit mehr als 15 verschiedene teil- und vollelektrische Fahrzeuge am Markt angeboten [4]. Laut aktuellen Daten der Statistik Austria besteht die aktuelle Flotte an teil- und vollelektrische E-Fahrzeuge in Österreich aus rund 8.000 Fahrzeugen [47]. Aufgrund der seit 01.01.2016 steuerlichen Änderungen für E-Fahrzeuge, ist mit einem weiteren Wachstum zu rechnen (vgl. *Abbildung 5*).

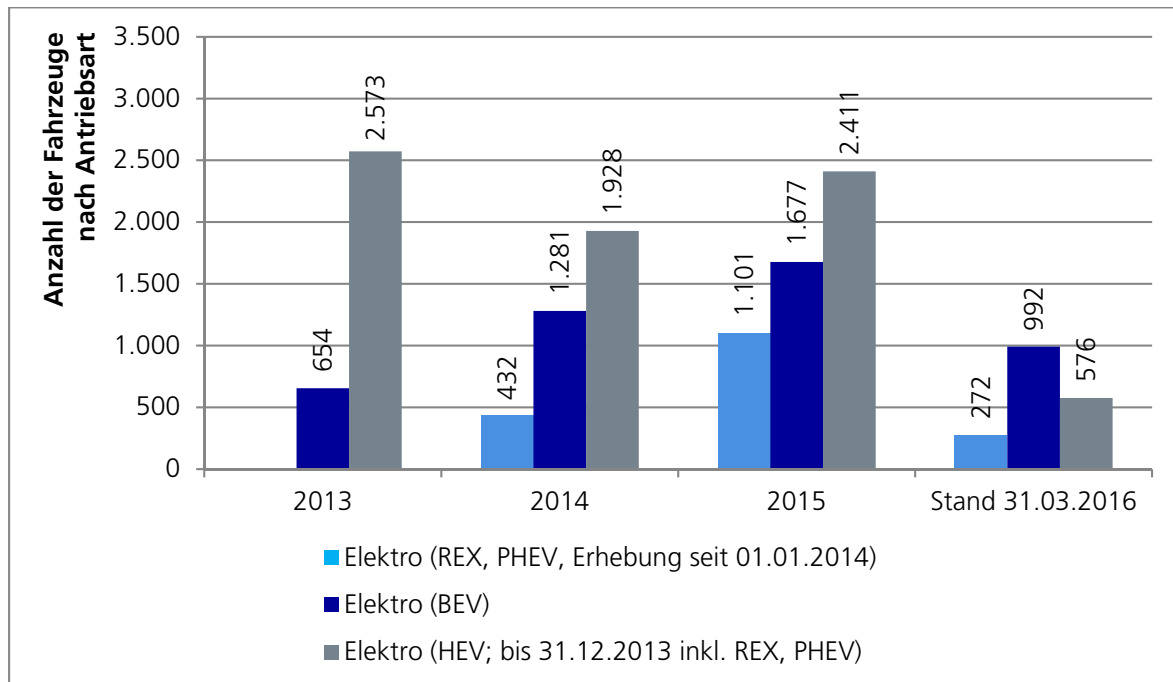


Abbildung 5: Jahresneuzulassungen von Pkw mit alternativen Antrieben in Österreich (eigene Darstellung nach [47])

Ladeinfrastruktur

Am österreichischen Markt sind derzeit mehr als 50 verschiedene Ladesäulenmodelle unterschiedlicher Ladekonzepte – schnell, langsam, beschleunigt Laden – erhältlich. Der Ausbau des öffentlich zugänglichen Ladenetzes nimmt konstant zu, wenngleich die Dichte des Ladenetzes noch nicht ausreichend ausgebaut ist.⁴

Services

Um nutzerfreundliche Lösungen für Ladeinfrastruktur anzubieten, sind Roaminglösungen für Ladeinfrastrukturen entwickelt worden und werden laufend weiterentwickelt. Darüber hinaus sind neue Angebote in Entstehung, wie bspw. e-Carsharing und die Integration der Elektromobilität in den öffentlichen Verkehr.

⁴ Siehe URL: <http://www.austrian-mobile-power.at/e-tankstellen/>, 18.03.2016.

3.3 Aktuelle Initiativen zur Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationstätigkeiten der Elektromobilität in Österreich

Der hohe Stellenwert der Elektromobilität für Österreichs Politik und Industrie zeigt sich in einer Reihe von Initiativen rund um das Gesamtsystem Elektromobilität. Wichtige Dokumente der Elektromobilität in Österreich umfassen den Umsetzungsplan „Elektromobilität in und aus Österreich“ [9], die FTI-Strategie der Bundesregierung, den Gesamtverkehrsplan des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie [10] sowie die Energiestrategie Österreichs [11]. Zahlreiche weitere Dokumente der Bundesländer und Landeshauptstädte setzen zusätzliche Akzente zur Implementierung von E-Mobilität.

Im Bereich der Forschung, Entwicklung und Demonstration von Elektromobilität wurden zahlreiche Initiativen gesetzt. Forschungs- und Entwicklungsvorhaben werden auf nationaler Ebene durch verschiedene Programme unterstützt: neben dem Basisprogramm der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) stehen innerhalb der Programme „COIN“, „e!MISSION.at“, „Mobilität der Zukunft“ und „Leuchttürme der Elektromobilität“ Fördermittel zur Verfügung. Zur praktischen Erprobung der Elektromobilität in Österreich sind die vom Klima- und Energiefonds unterstützten fünf Modellregionen zu nennen [17]. Auf internationaler Ebene sind besonders die Förderschienen des Rahmenprogramms „Horizon 2020“ zu erwähnen.

Nationale und internationale Programme leisteten in den letzten Jahren einen wertvollen Beitrag, um Österreich als Forschungs- und Entwicklungsstandort im Bereich Elektromobilität weiter zu stärken. Durch die Beteiligung an großen Forschungs-, Entwicklungs- und Umsetzungsprojekten haben sich Österreichs Leitbetriebe – auch in Kooperation mit anderen internationalen Unternehmen – im Bereich der Elektromobilität am Weltmarkt erfolgreich positionieren können.

4 Studiendesign

Die vorliegende Studie baut grundsätzlich auf der im Jahr 2011 vom österreichischen Bundesministerium herausgegebenen Studie „Elektromobilität – Chance für die österreichische Wirtschaft“ [24] auf. Der Fokus wird jedoch auf die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in der Herstellung von Fahrzeug- und Infrastrukturkomponenten gelegt, die in der Studie aus 2011 betrachteten Themen „Rohstoffe“ und „Dienstleistungen“ werden in dieser Studie nicht berücksichtigt. Erweitert wird die Betrachtung auf Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in der Herstellung von Produktionstechnologien für die Produktion ausgewählter Komponenten der Elektromobilität.

Im Zuge der Untersuchungen hinsichtlich der Fahrzeug- und Infrastrukturkomponenten ist die grundsätzliche Vorgehensweise zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Studienergebnisse nahezu unverändert. Abweichungen ergeben sich durch veränderte Stückzahlenszenarien, eine Verfeinerung des Fahrzeugportfolios in Bezug auf Fahrzeuggrößenklassen, eine Verfeinerung in Bezug auf Ladeinfrastrukturkonzepte und schließlich durch die Aktualisierung der Herstellkosten der betrachteten Komponenten.

4.1 Ziel der Studie

Die Entwicklung der Elektromobilität ist weiterhin gebremst. Hohe Preise bei wichtigen Komponenten, vergleichsweise geringe Reichweiten der Fahrzeuge und ein unzureichend dichtes Netz an Ladeinfrastruktur sind die meistgenannten Gründe für die relativ geringe Verbreitung von Elektrofahrzeugen. Andererseits gibt es kaum einen Fahrzeughersteller, der nicht mindestens eine Baureihe teilweise oder gänzlich elektrisch antreiben lässt.

Im Hinblick auf das Schaffen von Produktionskapazitäten für Lieferanten und Fahrzeughersteller führen die geringen Stückzahlen jedoch zu grundsätzlichen Problemen, wie sich an folgenden zwei Beispielen aufzeigen lässt:

- Im Jahr 2011 hat der weltweit operierende Zulieferer Continental AG am Standort Gifhorn (D) Produktionskapazitäten in Höhe von 60.000-75.000 Elektromotoren⁵ geschaffen. [16] Im Jahr 2015 wurde die Produktion aufgrund fehlender Aufträge wieder eingestellt. [33]
- Die Einstellung der Produktion des Smart Electric Drive im Jahre 2015 wird damit begründet, dass das Elektrofahrzeug auf einer früheren Baureihe als das konventionelle Modell basiert und die daraus resultierende Komplexität in der Produktion zu hohen produktionslogistischen Aufwänden führe und entsprechend priorisiert würde. [5, 48]

⁵ Überwiegend permanentmagneterregte Synchronmaschine

Aber nicht allein die bislang geringe Nachfrage des Verbrauchers nach Elektromobilität sorgt für Schwierigkeiten bei der Entscheidung zur Schaffung von Produktionskapazitäten, insbesondere für Lieferanten der neu im Fahrzeug verbauten Technologien. In Schlüsselkomponenten wie der Traktionsbatterie oder dem Elektromotor ist die Technologieentwicklung noch nicht so vorangeschritten wie im Bereich der Verbrennungskraftmaschine – teilweise sind noch wesentliche Veränderungen bei (Sub-)Komponenten dieser Produkte zu erwarten. Je nach Position eines Herstellers in der Lieferkette, steht der Aufbau bzw. die Optimierung der Produktion zur Reduktion der Stückkosten oder zur Verbesserung der Qualität noch nicht im Vordergrund der Forschung und Entwicklung.

Diese Studie hat zum Ziel sich diesem „Henne-Ei-Problem“ zu widmen. Neben dem bereits in der Studie 2011 behandelten Untersuchungsgegenstand, die Veränderungen durch Fahrzeug- und Infrastrukturkomponenten in Wertschöpfung und Beschäftigung mit Fokus auf den Industriestandort Österreich zu analysieren und zu quantifizieren, werden die aktuellen Herausforderungen in Produktionstechnologien und -prozessen zur Herstellung der Komponenten betrachtet. Aus diesen Analysen sollen schließlich Handlungsempfehlungen für den Standort Österreich abgeleitet werden.

Die in *Abbildung 6* dargestellten Wertschöpfungsbereiche sollen über den Betrachtungszeitraum von 2015 bis 2030 analysiert werden. Des Weiteren werden nur die durch Elektromobilität induzierten Veränderungen in diesen Wertschöpfungsbereichen betrachtet, allgemeine Entwicklungen in der Automobilindustrie (bspw. autonomes Fahren) bleiben unberücksichtigt.

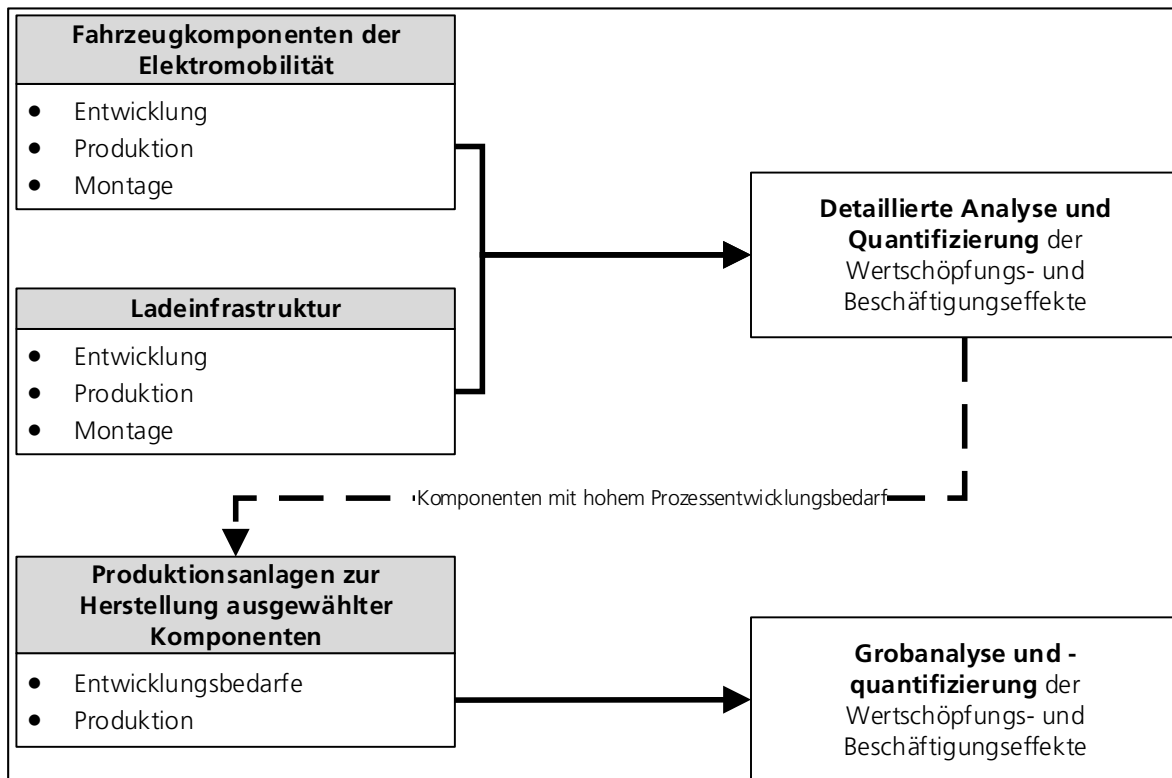


Abbildung 6: Untersuchte Wertschöpfungsbereiche und Analysefokus

4.2 Aufbau der Studie

Ausgangspunkte der Studie sind ein

- **Fahrzeugportfolio** unterschiedlicher Fahrzeugsegmente (groß, mittel, klein) und zugehöriger Antriebskonzepte (Konventionell angetriebenes Fahrzeug, Hybridantrieb (HEV), Plug-in-Hybrid (PHEV), batterieelektrisch angetriebenes Fahrzeug (BEV) und Brennstoffzellenfahrzeug (FCEV)).
- **Infrastrukturportfolio** zur Energieversorgung von Elektrofahrzeugen (langsames, beschleunigtes, schnelles Laden und Wasserstofftankstellen).

Die Studie widmet sich der Detailanalyse wesentlicher technologischer Unterscheidungsmerkmale mit Fokus auf die genannten Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturkonzepte (vgl. *Abbildung 7*). Neben qualitativen Betrachtungen hinsichtlich der technologischen Fortschrittsgrade der Komponenten und deren Produktionstechnologien wird detailliert auf die Herstellkosten der in den Fahrzeugen und Infrastruktursystemen befindlichen Komponenten und Subkomponenten sowie die zur Herstellung erforderlichen Kompetenzen eingegangen. Bei der Herstellkostenbetrachtung werden die über den Betrachtungshorizont zu erwartenden Kostendegressionseffekte ebenso

berücksichtigt, wie Kosteneffekte, die sich aus den unterschiedlichen Leistungsklassen der Fahrzeugkonzepte und Elektrifizierungsstufen ergeben.

Weiters werden **Produktionstechnologien ausgewählter Elektromobilitätskomponenten** analysiert, denen im Vergleich zu Produktionstechnologien zur Herstellung von konventionellen Fahrzeugen hohe Entwicklungsbedarfe zugeordnet werden. Die Analyse richtet sich zum einen auf die Forschungsbedarfe zur Weiterentwicklung der Produktionstechnologien entlang des Herstellungsprozesses der Komponenten, zum anderen werden aktuelle und zukünftige Investitionsvolumina und Produktionskapazitäten bewertet, um mögliche Effekte der Produktionstechnologieentwicklung auf die Herstellkosten der Komponenten und schließlich Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in der Herstellung von Produktionsanlagen ableiten zu können.

Im Weiteren wird eine Marktbetrachtung durchgeführt, die zum einen wesentliche internationale Unternehmen identifiziert, die sich bereits der Entwicklung und Herstellung der Komponenten und Produktionstechnologien widmen, zum anderen werden österreichische Unternehmen identifiziert, die in den jeweiligen Bereichen tätig sind bzw. über ein entsprechendes Kompetenzprofil verfügen. Über diese unternehmensbezogene Kompetenzbetrachtung österreichischer Unternehmen im internationalen Kontext lassen sich qualitative Potenziale in Wertschöpfung und Beschäftigung identifizieren, die es erlauben, die quantitativen Startwerte bezüglich Marktanteile über die Zeit entsprechend anzupassen.

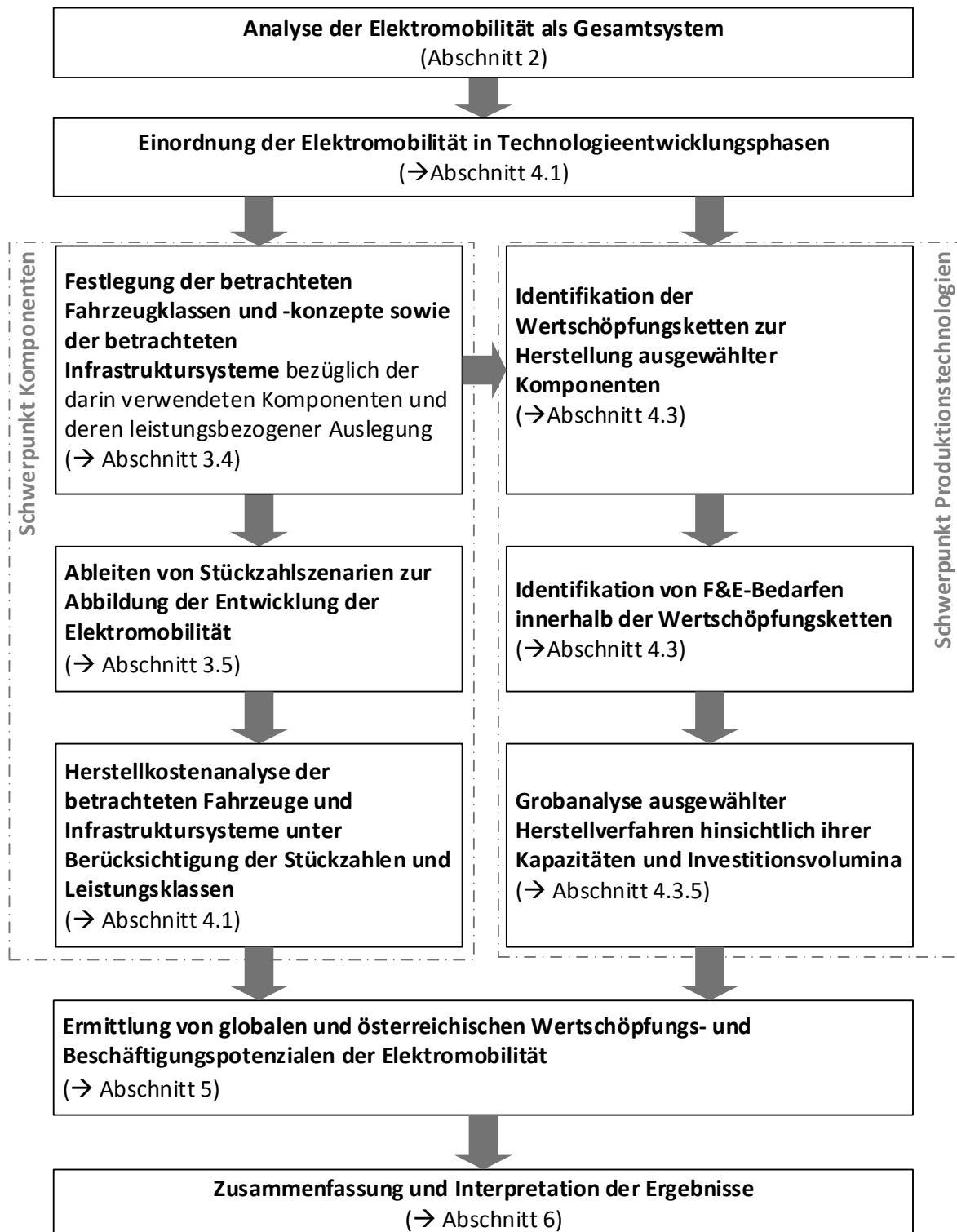


Abbildung 7: Prinzipielles Vorgehen und Aufbau der Studie

4.3 Methodik zur Quantifizierung der Potenziale

4.3.1 Methodik zur Quantifizierung der komponentenbezogenen Potenziale

Zur quantitativen Ermittlung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale wurde die in *Abbildung 8* dargestellte Methodik entwickelt [24] und angewandt.

Zunächst werden die Fahrzeug- und Infrastrukturkonzepte in ihre Komponenten und deren Subkomponenten zerlegt. Hierbei wird unterschieden zwischen Komponenten, die durch Elektromobilität unverändert bleiben (Basisfahrzeug), Komponenten die von Veränderungen betroffen sind (bspw. Verbrennungskraftmaschine, Getriebe), und Komponenten, die durch Elektromobilität obsolet werden bzw. neu hinzukommen (bspw. Abgasnachbehandlung bzw. Traktionsbatterie). Mit Ausnahme des Basisfahrzeugs werden sämtliche Komponenten so weit in Subkomponenten zerlegt, bis diese eindeutig zu bestimmten Wertschöpfungsklassen nach ÖNACE zugeordnet werden können. Die Zuordnung zu Wertschöpfungsklassen erfolgt dabei entsprechend der detaillierten Erläuterungen zur ÖNACE 2008 [52]. Das Ergebnis dieses ersten Teils der technischen Detailanalyse ist somit die komponentenbezogene Identifikation relevanter Wertschöpfungsklassen, denen bestimmte Kompetenzprofile zugeordnet werden.

Auf Basis des in der Wertschöpfungsklassenanalyse festgelegten Zerlegungsgrades werden in der „Herstellkostenanalyse“ die Subkomponenten mit Herstellkosten bewertet. In diesen spiegeln sich die Kosten zur Entwicklung und Produktion der Subkomponenten wider. Je nach Komponente findet die Bewertung pro Stück statt oder wird zusätzlich auf andere Eigenschaften (Leistung, Volumen, Kapazität etc.) normiert, um so eine Skalierung der Kosten für von Veränderungen betroffene Komponenten gemäß verschiedener Verfahren zur Kostenermittlung [13] zu ermöglichen. So werden bspw. die Herstellkosten für unterschiedliche Verbrennungskraftmaschinen über deren Leistung skaliert. Um unterschiedliche Entwicklungsstände von Technologien sowie unterschiedlich hohe Produktionsmengen abzubilden, wurden Kostendegressionseffekte (Lern- und Skaleneffekte) über den Betrachtungszeitraum zugrunde gelegt. Der Zusammenbau der Subkomponenten zur betrachteten Komponente wird ebenfalls über einen gewissen Herstellkostenanteil abgedeckt und bewertet. Ergebnis der Herstellkostenanalyse ist somit eine Bewertung aller relevanten Komponenten und Subkomponenten nach Herstellkosten unter Berücksichtigung von Kostengesetzmäßigkeiten.

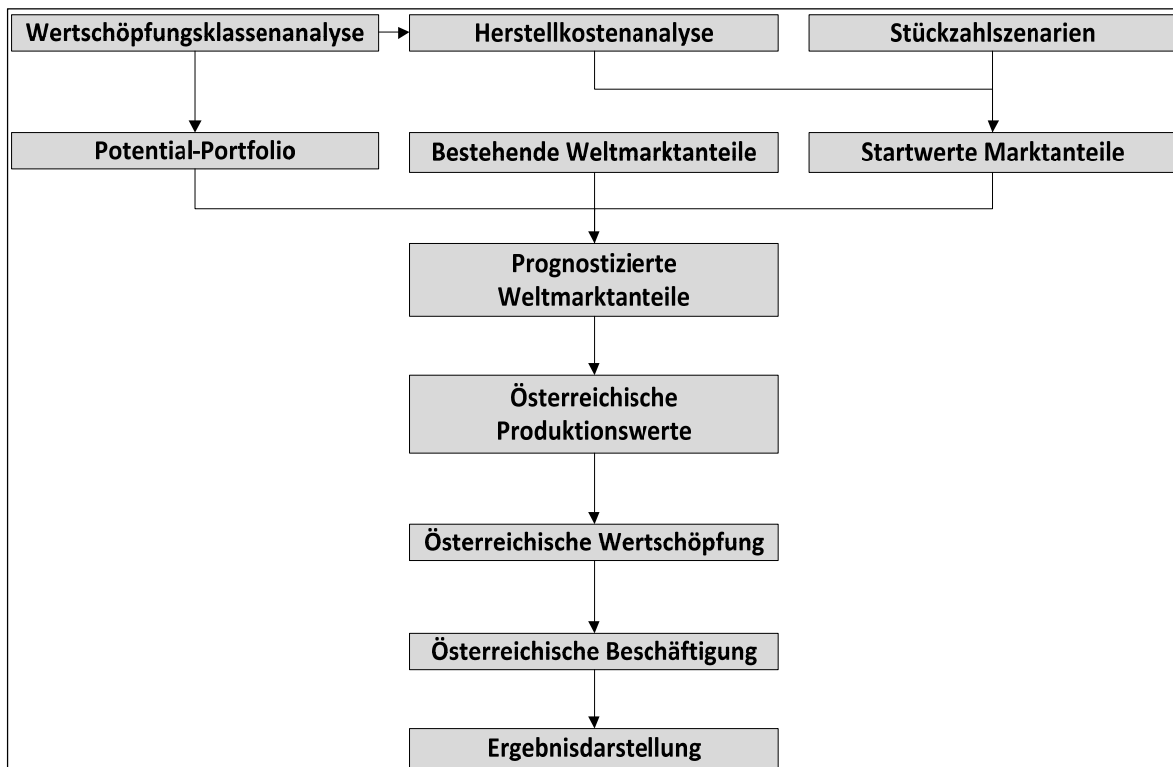


Abbildung 8: Zusammenfassung der Methode zur quantitativen Ermittlung der komponentenbezogenen Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale

Die in den vorangegangenen Analysen definierten Komponenten sowie die relevanten Wertschöpfungsklassen erlauben eine umfangreiche Marktbetrachtung. Zum einen können österreichische Unternehmen dieser Wertschöpfungsklassen aus Datenbanken ausgelesen werden, zum anderen können internationale Player identifiziert werden, die entsprechende Komponenten entwickeln und produzieren. In Verbindung mit Unternehmensbefragungen und Desktop-Research können so relevante österreichische Unternehmen identifiziert und bewertet werden, die bereits im Bereich der betrachteten Komponenten aktiv sind, bzw. über ein notwendiges Kompetenzprofil verfügen, um diese Komponenten oder Subkomponenten zu entwickeln und herzustellen.

Aufgrund der internationalen Verflechtung automobilier Wertschöpfungsketten, in die die zuliefergeprägte österreichische Automobilindustrie eingebunden ist, ist es notwendig aktuelle Weltmarktanteile Österreichs an der globalen automotiven Wertschöpfung zu ermitteln. Hierzu wurden zwei Ansätze gewählt: Zum einen wurden die Weltmarktanteile für bestehende Komponenten, also Komponenten, die in Österreich bereits heute in großen Stückzahlen produziert werden, stückzahlbasiert ermittelt. Als etablierte Komponenten wurden Motoren (im Wesentlichen Opel Wien GmbH, BMW Motoren GmbH), Getriebe (Opel Wien GmbH) sowie Gesamtfahrzeuge (Magna Steyr) identifiziert. Zum anderen müssen die, aufgrund der geringen Stückzahlen statistisch noch nicht erfassten bzw.

erfassbaren Weltmarktanteile bei Komponenten der Elektromobilität, abgeschätzt werden. Hierzu wurde der Ansatz gewählt, die automotive Gesamtwertschöpfung folgendermaßen zu unterteilen: Wertschöpfung im Bereich elektrischer/elektronischer Komponenten und Wertschöpfung im Bereich mechanischer Komponenten. Dies erlaubt die Berechnung sogenannter Startwerte für Marktanteile der jeweiligen technologischen Schwerpunkte und somit eine Beschreibung der grundsätzlichen Ausrichtung bzw. Struktur der nationalen automotiven Wertschöpfung. Neben eigenen Analysen fließen in diese Berechnung die Daten der technischen Detailanalyse sowie statistische Daten der Statistik Austria und der Internationalen Organisation der Kraftwagenhersteller (OICA) ein. *Abbildung 9* stellt die grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung der Startwerte für die Marktanteile neuer Komponenten dar.

Um Prognosen für Marktanteile für die jeweiligen Komponenten über den Zeithorizont abgeben zu können, wird diesen, je nachdem, ob die jeweiligen Subkomponenten eher elektrische/elektronische oder mechanische Zwischenprodukte sind, der jeweilige Startwert zugeordnet. Diese wiederum werden, je nach Einordnung der Komponente in der Potenzial-Matrix, unverändert (neutrale Felder), nach oben korrigiert (Felder mit hohem bzw. sehr hohem Potenzial) oder nach unten korrigiert (geringes Potenzial) bzw. auf null gesetzt (sehr geringes Potenzial), als Marktanteilswert für das Jahr 2010 angenommen. Über den Betrachtungszeitraum werden die jeweiligen Werte der Marktanteile schließlich, je nach Einordnung in der Potenzialmatrix, im Zeitverlauf angepasst. Hierbei wird berücksichtigt, dass für bestimmte, hochkomplexe Komponenten bestehende Produktionskapazitäten und deren Kapazitätsgrenzen berücksichtigt werden müssen. Ob eine Neuinvestition für neue Kapazitäten im Falle eines Wachstums zu erwarten ist, kann nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit angenommen werden, die sich an allgemeinen Standortfaktoren und einer Technologiebeherrschung durch einzelne ansässige Unternehmen orientiert. So ist in Österreich bspw. eine maximale Produktionskapazität von ca. 250.000 Stück bei Komplettfahrzeugen installiert – eine weitere Steigerung wäre nur über einen neuen Bau einer PKW-Fabrik möglich. Bei allgemeinen Komponenten im Bereich der Elektronik oder Mechanik ist nicht von einem grundsätzlichen Kapazitätsengpass auszugehen.

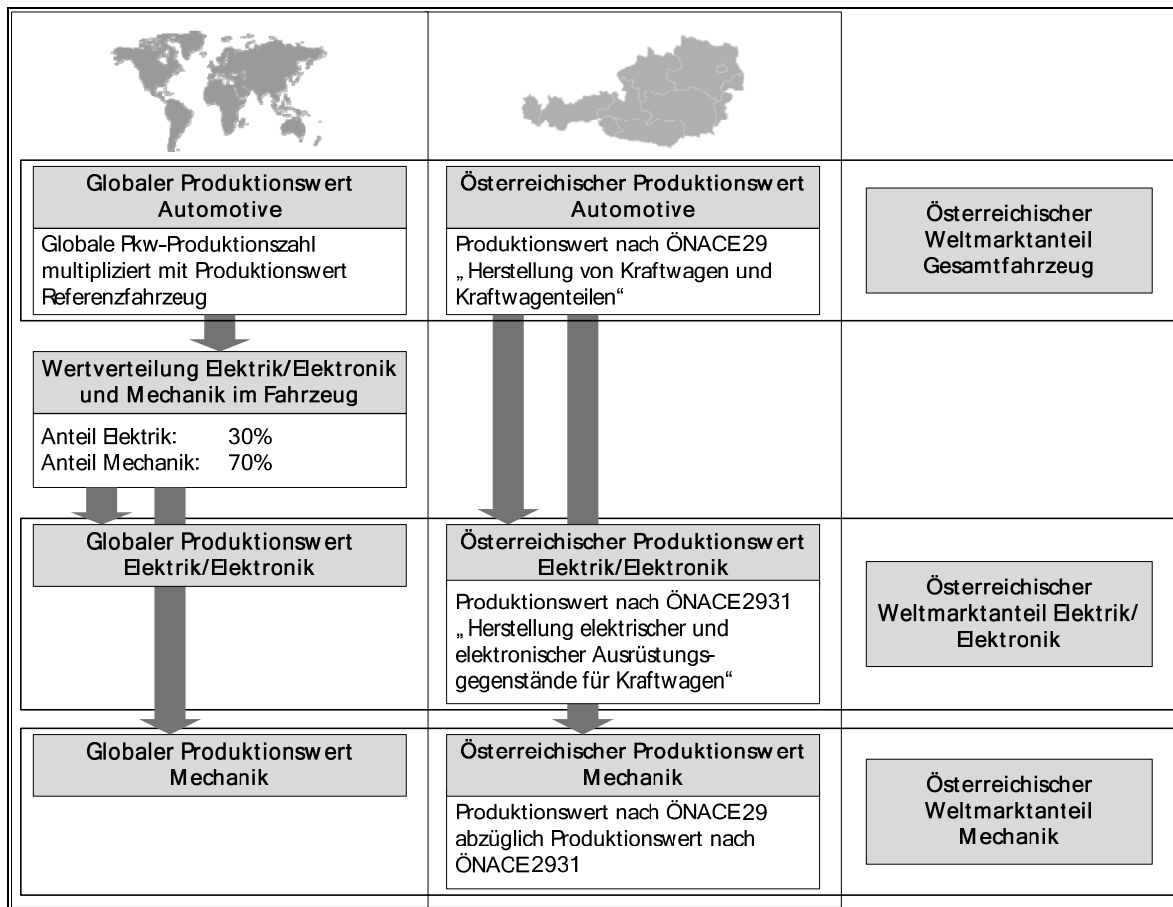


Abbildung 9: Vorgehensweise zur Ermittlung der Startwerte österreichischer Weltmarktanteile für Fahrzeugkomponenten

Um die jährlichen Produktionszahlen abzubilden, wurde ein erwartetes MarkthochlaufszENARIO aus einer Vielzahl von Veröffentlichungen entwickelt, das unterschiedliche Stückzahlentwicklungen für die jeweiligen Fahrzeugkonzepte und Fahrzeugklassen annimmt (vgl. *Abschnitt 4.5*).

Über die Stückzahlenszenarien können nun in Verbindung mit den prognostizierten Weltmarktanteilen und den ermittelten Herstellkosten die potentiell in Österreich anfallenden Produktionswerte ermittelt werden. Da dies auf Subkomponentenebene geschieht, die eindeutig einer Wertschöpfungsklasse zugeordnet sind, können diese Produktionswerte über branchenspezifische Nettoquoten auf Bruttowertschöpfung umgerechnet werden. Weiterhin erlaubt die eindeutige Zuordnung zu Wertschöpfungsklassen nach ÖNACE die Verwendung von branchenspezifischen Quoten der Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten und damit die Ermittlung der in Österreich anfallenden Vollzeitbeschäftigten. Durch die vorgestellte Methodik lassen sich die Auswirkungen auf Österreich (Produktionswert, Wertschöpfung, Beschäftigung) unterschiedlich aggregieren. So ist eine Darstellung der Auswirkung nach Wertschöpfungsklassen der ÖNACE und nach Komponenten möglich.

4.3.2 Methodik zur Quantifizierung der produktionstechnologiebezogenen Potenziale

Die Quantifizierung der produktionstechnologiebezogenen Potenziale, also jene Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale, die sich aus der Herstellung von Maschinen und Anlagen zur Produktion von elektromobilitätsbezogenen Komponenten ergeben, kann aufgrund folgender Unterschiede zu den komponentenbezogenen Potenziale in dieser Studie nur in sehr viel weniger detaillierter Form erfolgen:

- Die Herstellung von Komponenten der Elektromobilität umfasst eine große Anzahl unterschiedlichster Fertigungstechnologien. Eine detaillierte bottom-up Analyse auf Subkomponentenebene ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich.
- Im Bereich der Fertigungstechnologien, insbesondere bezüglich der kritischen Komponenten der Elektromobilität (Elektromotor, Traktionsbatterie, Leistungselektronik, Brennstoffzelle), ist die Informationslage bezüglich Herstellkosten bzw. Investitionsvolumina und Kapazitäten deutlich geringer als bei klassischen Komponenten. Gründe hierfür können bspw. die frühen Entwicklungsstadien der Fertigungstechnologien und/oder strategische Gründe der Geheimhaltung sein.

Zur groben Abschätzung der Potenziale ausgewählter Produktionstechnologien wird wie in *Abbildung 10* dargestellt vorgegangen. So werden die betrachteten Wertschöpfungsketten in komponentenbezogene Produktionsstrukturen unterteilt und jeweils den zugehörigen ÖNACE Klassen der Gruppe 28 „Maschinenbau“ zugeordnet. Die Herstellkostenabschätzung erfolgt ausgehend von identifizierten Investitionskosten der komponentenbezogenen Produktionsstrukturen, die anteilig auf die betroffenen ÖNACE-Klassen aufgeteilt werden. Die Stückzahlenszenarien der erforderlichen Produktionsstrukturen erfolgt über bestehende und zu erwartende Produktionskapazitäten und den innerhalb der Produktionsstrukturen zu produzierenden Stückzahlen der Komponenten. Die zur Ableitung der österreichischen Wertschöpfungspotenziale im elektromobilitätsinduzierten Maschinen- und Anlagenbau erforderlichen Weltmarktanteile werden auf Basis der von der Weltbank zur Verfügung gestellten globalen Wertschöpfungsdaten ermittelt.⁶ Eine Vorgehensweise entsprechend der komponentenbezogenen Startwerte ist aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit nicht möglich. Die Berechnung der Wertschöpfung und Beschäftigung erfolgt schließlich über die jeweiligen ÖNACE-Kennzahlen der jeweiligen Wertschöpfungsklassen.

⁶ Siehe URL: <http://data.worldbank.org/data-catalog/export-value-added>, 18.03.2016.

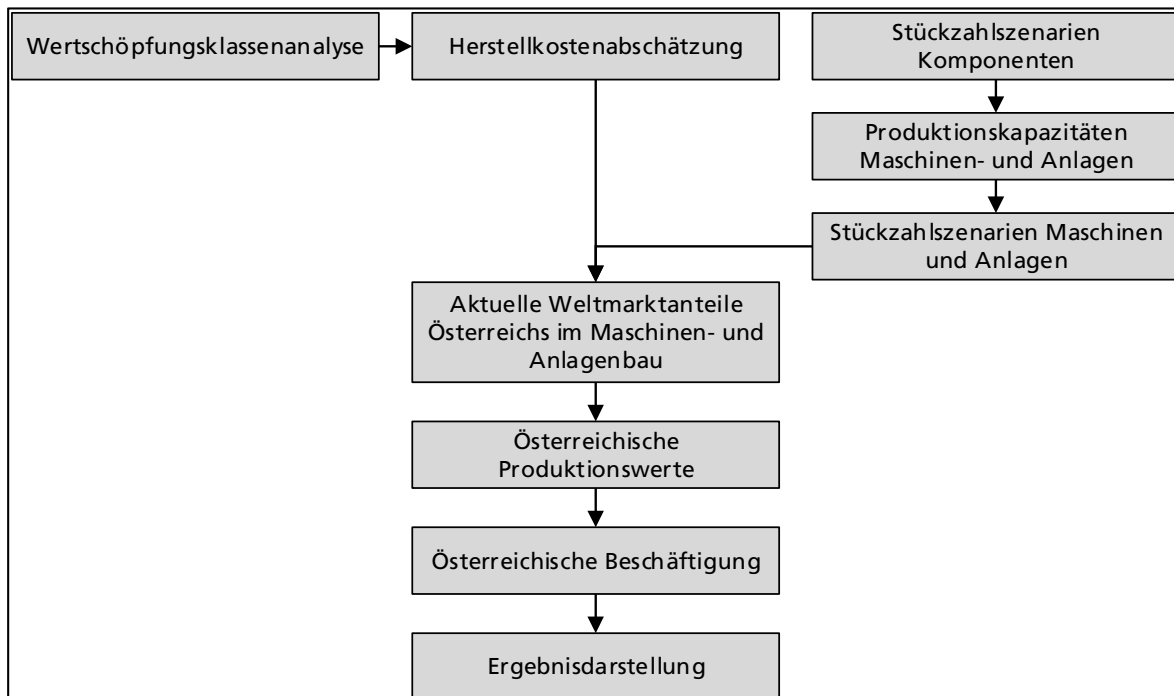


Abbildung 10: Zusammenfassung der Methode zur quantitativen Grobabschätzung der produktionstechnologiebezogenen Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale

4.4 Betrachtete Fahrzeug- und Infrastrukturkonzepte

Als ein Ausgangspunkt der Analysen dient ein Portfolio an Referenzfahrzeugen (vgl. *Abbildung 11*). Diese werden hinsichtlich ihres Elektrifizierungsgrades und ihrer Leistung unterschieden. Zur Unterscheidung des Elektrifizierungsgrades dienen fünf Fahrzeugkonzepte (Konventionell, HEV, PHEV, BEV, FCEV). Diese werden hinsichtlich ihres Antriebes, Kraftübertragung und Energiespeichers von einander abgegrenzt. Die Einteilung in Leistungsklassen erfolgte anhand von drei Kategorien (S, M, L), die aus den von der EU-Kommission⁷ definierten Fahrzeugsegmenten gebildet wurden. In Anlehnung an [25] fallen unter die Kategorie S Kleinstwagen und Kleinwagen, unter die Kategorie M Fahrzeuge der Mittelklasse und Mehrzweckfahrzeuge und unter die Kategorie L Fahrzeuge der Oberklasse, der Luxusklasse, Sportwagen und SUVs.

⁷ Siehe URL: http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m1406_en.pdf, 18.03.2016.

Elektrifizierungsgrad

Spezifikationen	Antriebskonzepte								
	Konv.	HEV	PHEV	BEV	FCEV				
Fahrzeugsegmente	Gemittelte Referenzfahrzeuge	60 kW VBKM Brennstoffzelle Kraftstofftank 12V-Batterie Li-Ion Batterie	45 kW 55 kW 36 0,9 kWh 1,1 kWh	Mitsubishi i-MiEV 35 kW 0,9 kWh 16,0 kWh	Keine Referenz 100 kW 100 kW 5,6 kg 0,9 kWh 24,0 kWh				
						122 kW VBKM Brennstoffzelle Kraftstofftank 12V-Batterie Li-Ion Batterie	60 l 0,9 kWh 0,9 kWh	Nissan Leaf 80 kW 0,9 kWh 24,0 kWh	Hyundai iX35 FCEV 190 kW 190 kW 7,8 kg 0,9 kWh 26,0 kWh
S	M	L	Toyota Yaris Hybrid 60 kW 40 l 0,9 kWh 1,1 kWh	VW Golf GTE PHEV 75 kW 110 kW 40 l 0,9 kWh 8,8 kWh	100 kW 100 kW 5,6 kg 0,9 kWh 24,0 kWh				
						Toyota Prius Hybrid 60 l 0,9 kWh 0,9 kWh	67 kW 300 kW 85 l 0,9 kWh 2,4 kWh	190 kW 190 kW 7,8 kg 0,9 kWh 26,0 kWh	
									BMW X6 Active Hybrid 320 kW 60 l 0,9 kWh 0,9 kWh
L	60 l 0,9 kWh 0,9 kWh	60 l 0,9 kWh 0,9 kWh	60 l 0,9 kWh 0,9 kWh	60 l 0,9 kWh 0,9 kWh	60 l 0,9 kWh 0,9 kWh				



Leistung

Abbildung 11: Zusammenfassung des definierten Fahrzeugportfolios (Bilder beziehen sich auf die jeweiligen markierten Bereiche)

Konventioneller Antrieb (Konv.)

Diese Fahrzeugkategorie umfasst alle Antriebskonzepte, die mit einer Verbrennungskraftmaschine als Hauptantrieb betrieben werden. Neben einem entsprechenden Motor wird ein mehrstufiges Getriebe und eine entsprechende Abgasnachbehandlung berücksichtigt, die auch zukünftigen Abgasgrenzwerten gerecht werden soll – Drei-Wege Katalysator (TWC), Diesel Oxidationskatalysator (DOC), Partikelfilter (PF), Katalysator mit selektiver katalytischer Reaktion (SCR). Für die Referenzwerte der verschiedenen Leistungsklassen dieses Fahrzeugkonzepts wurden stellvertretende Modelle herangezogen und deren Leistungskennzahlen gemittelt. Für die mittlere Klasse wurden z.B. unter anderem der Mazda 6, der Audi A4 und der 3er BMW herangezogen.

Hybrid Elektrisches Fahrzeug (HEV) und Plug-In Hybrid Elektrisches Fahrzeug (PHEV)

Die Fahrzeugkonzepte HEV und PHEV repräsentieren alle Fahrzeuge, die einen elektrischen Motor (EM) und eine Verbrennungskraftmaschine (VKM) als Antriebseinheit haben. Wobei die VKM das Moment direkt mittels Antriebsstrang auf die Straße überträgt. Die zwei Fahrzeugkonzepte unterscheiden sich dadurch, dass ein PHEV die Aufladung der Traktionsbatterie über das Netz ermöglicht und ein HEV nicht. Auch wird im PHEV bereits die Antriebsleistung zu einem überwiegenden Teil aus dem elektrischen Antriebsstrang gewonnen [7]. Beim HEV dominiert der konventionelle Antrieb und der Elektromotor dient zur Unterstützung des Fahrantriebes und der Rekuperation. Das HEV deckt alle Fahrzeugsegmente ab (vgl. *Abbildung 11*). Der PHEV ist aufgrund der komplexen und kostenintensiven Kombination von Verbrennungskraftmaschine, Traktionsbatterie und Elektromotor erst für die obere Mittelklasse und dem Premium-Segment relevant [7, 26]. Um mögliche Grenzwerte bezüglich der Emissionswerte nicht zu überschreiten, wird auch hier die entsprechende Abgasnachbehandlung berücksichtigt.

Batterie Elektrisches Fahrzeug (BEV)

Dieses Konzept hat nur einen Energiewandler in Form eines Elektromotors – elektrische Energie in mechanische Energie – verbaut und überträgt das Moment direkt auf die Straße. Bei diesem Konzept wird das mehrstufige Getriebe durch ein Getriebe mit weniger Übersetzungsstufen abgelöst, die Abgasnachbehandlung entfällt komplett. Dieses Fahrzeugkonzept ist relevant für alle Leistungsklassen.

Brennstoffzellen Elektrisches Fahrzeug (FCEV)

Als letztes Konzept wurden Brennstoffzellenfahrzeuge gewählt, wobei hier eine Brennstoffzelle die im Wasserstoff chemisch gebundene Energie in elektrische Energie umwandelt. Als Energiepuffer und für Kaltstartvorgänge wird auch bei diesem Fahrzeugkonzept eine leistungsstarke Traktionsbatterie mit verhältnismäßig geringer Kapazität eingesetzt. Das auf die Straße übertragene

Moment wird wie im BEV durch einen elektrischen Motor erzeugt. Auch bei diesem Konzept wird das mehrstufige Getriebe durch ein Getriebe mit weniger Übersetzungsstufen abgelöst, die Abgasnachbehandlung entfällt komplett. Dieses Fahrzeugkonzept steht noch in der Entwicklungsphase. Aus der Kostenstruktur der erhältlichen Fahrzeuge resultiert wie bei dem PHEV, dass Modelle der Leistungsklasse S derzeit und in absehbarer Zukunft noch nicht zu konkurrenzfähigen Preisen angeboten werden können.

Hinsichtlich der **Lade- und Tankinfrastruktur** wurde nach Analyse der in verschiedenen Studien diskutierten Konzepte langsame, beschleunigte und schnelle elektrische Ladestationen und Wasserstofftanksäulen betrachtet. Bei der Analyse der Effekte auf Wertschöpfung und Beschäftigung wird ausschließlich die Produktion der Aggregate betrachtet und nicht deren Aufbau und die Inbetriebnahme bzw. vorbereitende Maßnahmen am Ort der Inbetriebnahme. Insbesondere bei Schnellladestationen sind hier über die hier analysierten Effekte weitere Potenziale zu erwarten.

4.5 Stückzahlenszenarien

Um die Potenziale der Elektromobilität in Wertschöpfung und Beschäftigung zu quantifizieren, müssen Stückzahlen zugrunde gelegt werden, von denen abgeleitet werden kann, welche Produktionsmengen bestimmter Komponenten in Österreich gemäß der in *Abschnitt 4.3* beschriebenen Methodik anfallen können. Der Studie liegen zwei Stückzahlenszenarien zugrunde:

Das erste Szenario stellt die Entwicklung der **globalen Fahrzeugproduktion** bis 2030 dar. Dieses erwartete Nachfrageszenario wird auf Basis einer umfangreichen Metaanalyse, nach eigenen Einschätzungen und Expertenbefragungen abgeleitet [1, 2, 8, 12, 21, 23, 25, 27, 30, 35–37, 41, 44, 51]. Diese Szenarienbetrachtung erlaubt die Quantifizierung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale durch Elektromobilität für Österreich über die nächsten 15 Jahre unter bestmöglicher Berücksichtigung von technologischen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen. Das aus diesem Szenariotrichter verwendete und tendenziell optimistische Stückzahlenszenario wird in *Abbildung 12* und *Abbildung 13* dargestellt.

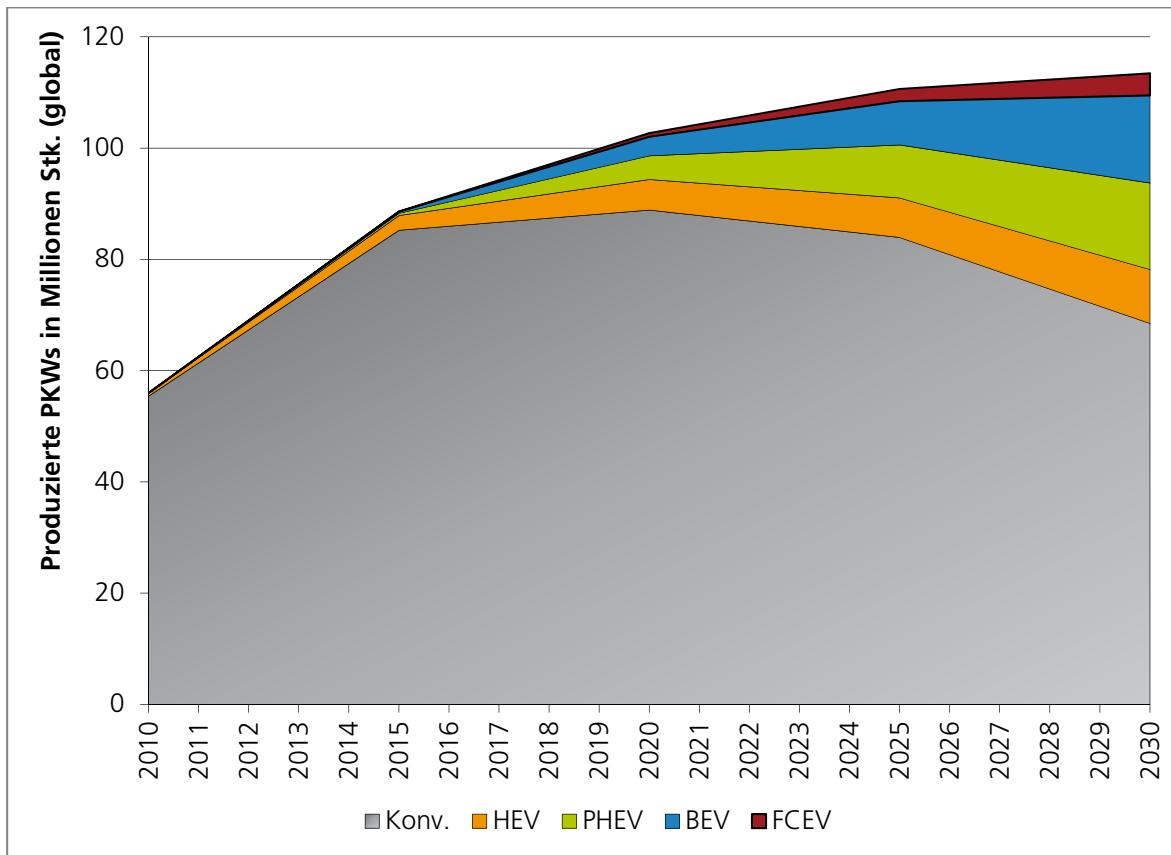


Abbildung 12: Globales Stückzahlenszenario der verschiedenen Antriebskonzepte

Ausgehend von den ca. 58,2 Millionen im Jahre 2010 produzierten PKWs [28] dominieren konventionelle Fahrzeugkonzepte die globale Fahrzeugproduktion. Ab 2015 wird erwartet, dass der Anteil elektromobilitätsbezogener Fahrzeugkonzepte deutlich steigt und bis 2030 ca. 40% der jährlichen Fahrzeugproduktion erreicht. Es wird erwartet, dass Übergangskonzepte wie HEV und PHEV im Betrachtungszeitraum den größeren Anteil an der Jahresproduktion von Elektrofahrzeugen ausmachen. Gründe hierfür sind die wesentlichen Hindernisse des rein elektrischen Fahrens bezüglich Reichweitenproblematik und teilweise aufwendiger Infrastrukturlösungen.

Im Bereich der Brennstoffzellen-Fahrzeuge werden sehr geringe Produktionsvolumina prognostiziert. Dies liegt zum einen an den aktuell hohen Kosten der Wasserstoff-Komponenten Brennstoffzelle und Wasserstofftank sowie den teilweise hohen Kosten im Bereich der Infrastruktur.

Abbildung 13 zeigt die jährlichen Produktionszahlen der verschiedenen Fahrzeugkonzepte und -segmente der Elektromobilität. Es wird davon ausgegangen, dass vorwiegend Elektrofahrzeuge im mittleren Segment (M) produziert werden, im kleinen (S) und großen Segment (L) hingegen jeweils nur etwas mehr als die Hälfte der M-Produktionszahlen. Es wird weiters davon ausgegangen, dass die Antriebskonzepte PHEV und FCEV nur in den beiden

größeren Fahrzeugsegmenten produziert werden, da die Kostenanteile des kombinierten Antriebssystems an den Gesamtkosten dieses Fahrzeugsegments überproportional hoch sind.

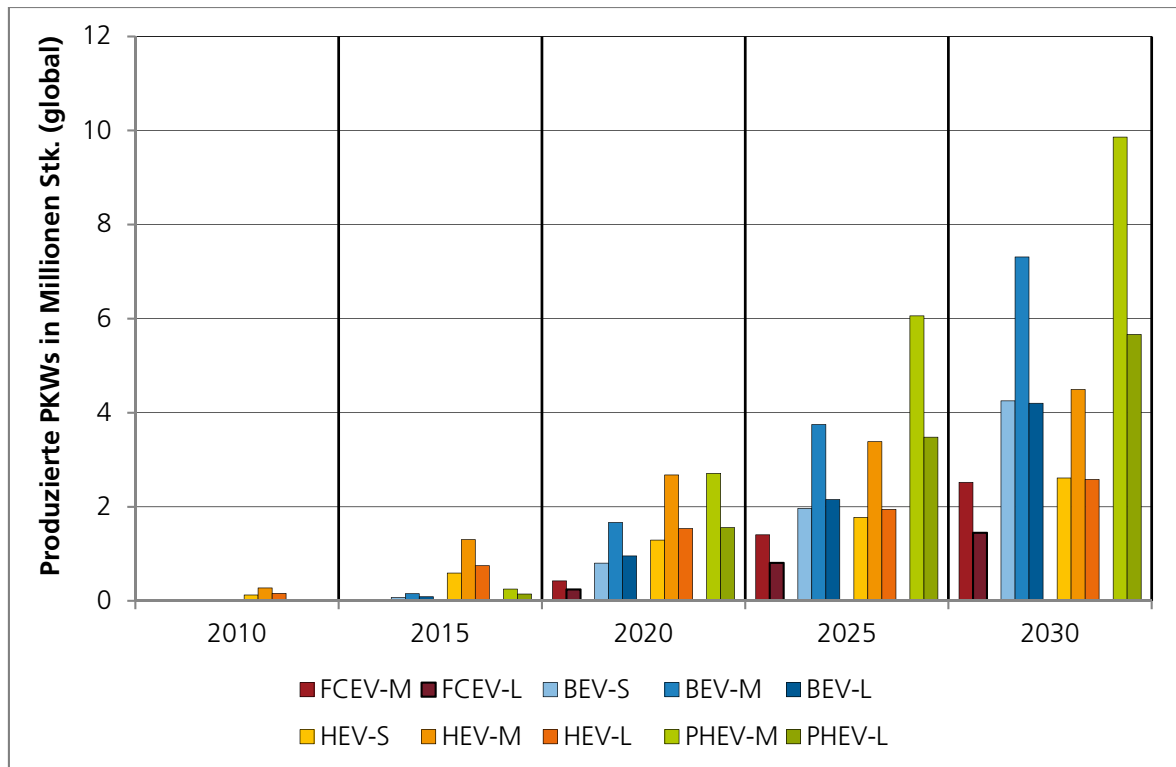


Abbildung 13: Globales Stückzahlenszenario der elektrischen Antriebsarten unterteilt in betrachtete Fahrzeugsegmente

Um die Wertschöpfungs- und Beschäftigungswirkungen in Verbindung mit der Herstellung der Lade- und Wasserstoff-Tankinfrastruktur zu ermitteln, wird das in *Abbildung 14* dargestellte Produktionsszenario zugrunde gelegt. Dieses orientiert sich an den bisherigen Einschätzungen, dass in erster Linie die im *Abschnitt 4.4* aufgezeigten Ladestationen (langsam, beschleunigt, schnell) in größeren Stückzahlen hergestellt werden.

Zur Bildung des Produktionsszenarios wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass die produzierten Fahrzeuge den Bestand an Elektrofahrzeugen über den Betrachtungszeitraum kontinuierlich erhöhen und es kaum zu Abmeldungen von Elektrofahrzeugen kommen wird. Daraus folgt, dass sich die Anzahl der jährlich produzierten Infrastruktureinrichtungen gemäß folgender Annahmen entwickeln wird (Anzahl der Fahrzeuge bezieht sich auf die Antriebsarten PHEV, BEV):⁸

⁸ Die Annahmen beruhen auf Daten zu Ladegeschwindigkeiten, durchschnittlichen täglichen Fahrleistungen und Auslastungsgraden der Infrastruktur von 40-65% [3, 46].

- **Langsames Laden** (vorwiegend privat, Ladeleistung <11kW): bis 2020 wird eine langsame Ladestation für jedes produzierte Fahrzeug hergestellt, ab 2020 eine langsame Ladestation für jedes zweite produzierte Fahrzeug.
- **Beschleunigtes Laden** (halb-öffentlich/öffentlich, Ladeleistung 11-22kW): eine produzierte Ladeeinrichtung pro 40 produzierter Fahrzeuge.
- **Schnelles Laden** (vorwiegend öffentlich, Ladeleistung >22kW): eine produzierte Ladeeinrichtung pro 60 produzierter Fahrzeuge.
- **Wasserstofftankstellen** (öffentlich): eine Tankstelle pro 1.000 produzierter Fahrzeuge.⁹

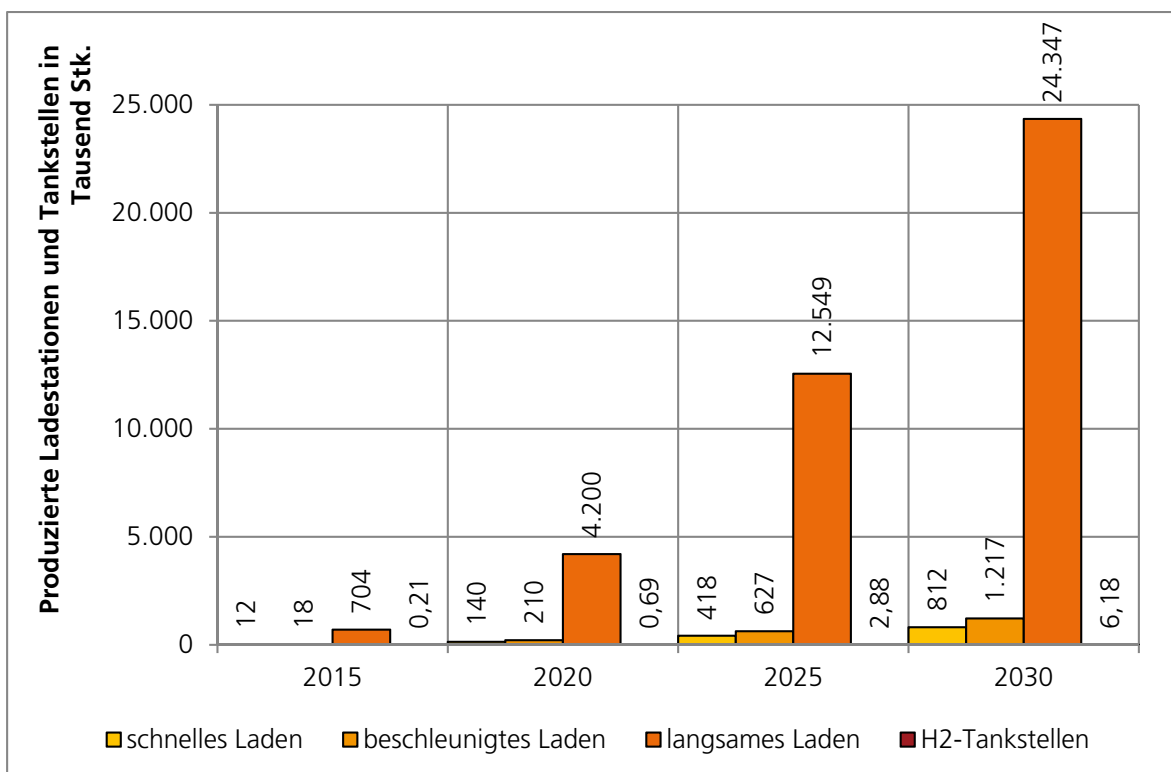


Abbildung 14: Globales Stückzahlenszenario an Lade- und Tankinfrastruktursystemen

⁹ Eigene Schätzungen auf Basis von Expertengesprächen sowie [22, 39]

4.6 Betrachtete Produktionstechnologien innerhalb der Wertschöpfungskette

Ausgehend von der Betrachtung der Veränderungen automobiler Produktionsstrukturen (vgl. *Abschnitt 5.3*) werden die darin betrachteten Wertschöpfungsketten zur Herstellung der Komponenten näher betrachtet.

Bei sämtlichen von Veränderungen betroffenen konventionellen Komponenten (bspw. Verbrennungsmotor, Getriebe) werden keine signifikanten elektromobilitätsspezifischen Herausforderungen in Bereich der Produktionstechnologien erwartet (vgl. *Abbildung 15*). Im Bereich der Produktionsprozesse werden die Veränderungen der Komponenten für zusätzliche Varianten sorgen und produktionslogistische Maßnahmen erforderlich machen, die für Unternehmen der variantenreichen Serienproduktion keine Herausforderung darstellen sollten.

System/Modul/Komponente	Veränderungsgrad	
	Elektromobilitätsbedingte Aktivitäten zur Weiterentwicklung der Komponenten	Elektromobilitätsbedingte Aktivitäten zur Weiterentwicklung der Fertigungstechnologien
Verbrennungsmotor		
Elektromotor		
Brennstoffzelle		
Li-Ion-Batterie		
Kraftstofftank		
Wasserstofftank		
Getriebe		
Antriebswelle und Achsgetriebe		
Energie- und Thermomanagement		
Steuerelektronik		
Leistungselektronik		
Rest (Infotainment, Komfort etc.)		
Leichtbau		
Fahrwerk		
Bremssystem		
Interieur		
Exterieur		

Veränderungsgrad gering
 Veränderungsgrad hoch

Abbildung 15: Veränderungsgrade der Fahrzeugkomponenten und der zugehörigen Produktionstechnologien (In Anlehnung an [24], [42])

Bezüglich der neuen Komponenten der Elektromobilität

- Elektromotor (EM)
- Brennstoffzelle (BZ)
- Traktionsbatterie (Lithium-Ionen Batterie – LIB)
- Leistungs- und Steuerungselektronik (LE)

werden die vier Wertschöpfungsketten genauer hinsichtlich produktionstechnischer Herausforderungen und Forschungsbedarfen betrachtet, da hier die Produktionsprozesse entweder noch nicht vollständig ausgereift sind (BZ, LIB) und/oder besonders hohe Potenziale für die österreichische Industrie gesehen werden (LE, EM).

Die Produktionsprozesse der Komponente Wasserstofftank und verschiedener Leichtbaukomponenten blieben in der Studie trotz ihrer Relevanz unberücksichtigt. Die Fertigung von Hochdruck-Wasserstofftanks¹⁰, die aktuell in Fahrzeugen verwendet werden, wird grundsätzlich als beherrscht betrachtet. Es ist jedoch anzumerken, dass die Fertigung hohen Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen unterliegt. [6] Die Herstellung von Leichtbaukomponenten und aktuelle Entwicklungen in diesem Bereich werden als relevant für die gesamte Fahrzeugindustrie angesehen. Die Herausforderungen in diesem Bereich, wie bspw. die industrialisierte Fertigung von Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen oder Verfahren des Fügens von unterschiedlicher Werkstoffe (Stähle, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe, Magnesium, Aluminium) werden als allgemeine, nicht elektromobilitätsspezifische Herausforderungen gesehen und daher im Zuge dieser Studie nicht vertieft betrachtet. [31]

¹⁰ Typ IV-Behälter, in der Regel aus Thermoplast (PA6, HDPE) mit Ummantelung aus Faserverbundwerkstoffen

5 Auswirkungen der Elektromobilität

In diesem Abschnitt werden die Auswirkungen der Elektromobilität auf die Automobilindustrie unter Berücksichtigung der zentralen Komponenten produkt- und prozessseitig dargestellt. Ausgangspunkt ist die Einordnung der Komponenten und ihrer Produktionstechnologien in Technologieentwicklungsphasen zur qualitativen Bewertung der Innovationsdynamik. Darauf aufbauend sollen die komponentenbezogenen und produktionsbezogenen Auswirkungen der Elektromobilität insgesamt und mit Fokus auf die österreichische Industrielandschaft bewertet werden.

5.1 Einordnung der Elektromobilität in Technologieentwicklungsphasen

Die Fahrzeugindustrie ist am Anfang einer Übergangsphase zu einem reinen elektrischen Antrieb (BEV, FCEV, der anhand der S-Kurven-Systematik erklärt werden kann (vgl. *Abbildung 16*). Die Leistungsfähigkeit (hier im Sinne von bspw. Kosteneffizienz, Emissionen, Reichweite) konventioneller Antriebe (VKM) wird zwar noch durch weitere Optimierungen steigen, befindet sich jedoch am Anfang eines Plateaus. Im Gegensatz hierzu befindet sich der elektrische Antrieb in einer Anlaufphase und kann in naher Zukunft die Leistungsfähigkeit herkömmlicher Antriebe übertreffen. Bis dies soweit ist und auch eine flächendeckende Lade- und Tankinfrastruktur verfügbar wird, spielen hybride Lösungen im Produktportfolio von Fahrzeugproduzenten eine zentrale Rolle (vgl. *Abschnitt 4.5*). Einerseits ermöglichen es diese Produkte den Herstellern aktiv an zukünftigen Marktentwicklungen mitzuwirken und in den Entwicklungen nicht den Übergang auf die neue Technologie zu verpassen. Andererseits können durch hybride Lösungen bereits Markterfahrung gesammelt werden.

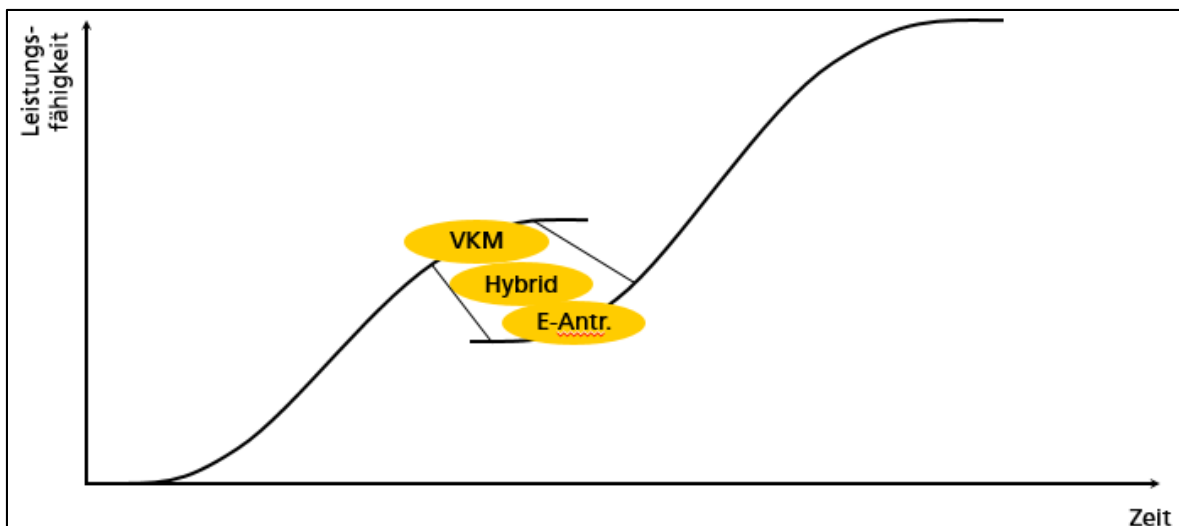


Abbildung 16: Technologiereifegrad der konkurrierenden Antriebskonzepte (E-Antr. – elektrischer Antrieb, Hybrid – Hybride Antriebsformen, VKM – Verbrennungskraftmaschine)

Für die komponentenseitige Detailbetrachtung dieser Entwicklungen wurden die zentralen Komponenten (EM, LE, LIB und BZ) mit dem VKM verglichen. Dabei ist zu erkennen, wie in *Abschnitt 3.6* beschrieben, dass sich die elektromobilitätsspezifischen Komponenten eher am Anfang ihres Lebenszykluses befinden (vgl. *Abbildung 17*). Während im Bereich VKM hohe Absatzzahlen bereits erreicht sind und die F&E auf die Optimierung der Produkte und Prozesse fokussiert, befindet sich die BZ und LIB in einem früheren Entwicklungsstadium, die auf die Erfüllung der Kundenanforderungen, bspw. hinsichtlich der erzielbaren Reichweiten, abzielt.

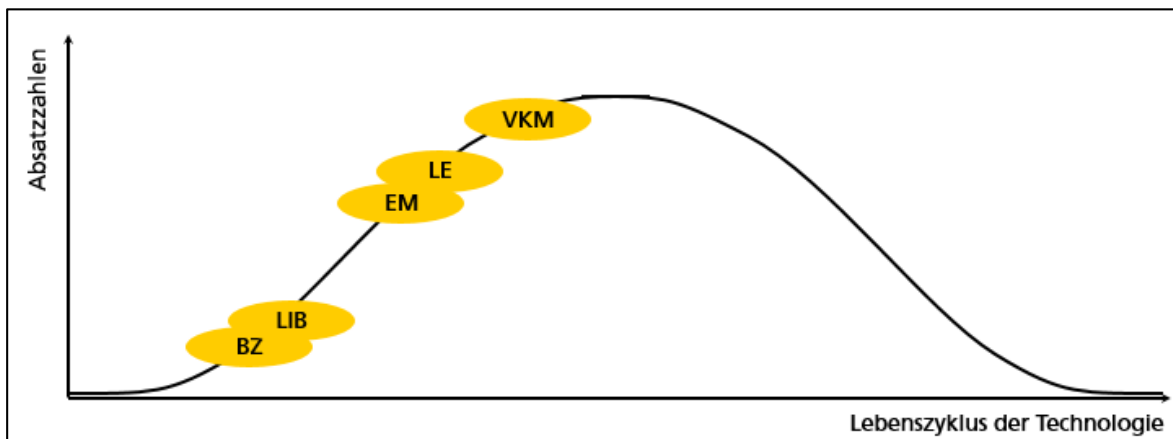


Abbildung 17: Technologiereifegrad zentraler Komponenten (BZ – Brennstoffzelle, EM – Elektromotor, LE – Leistungselektronik, LIB – Lithium-Ionen Batterie, VKM – Verbrennungskraftmaschine)

In einer weiteren Betrachtung kann die Innovationsdynamik bei der Entwicklung der jeweiligen Komponenten mit der zugehörigen Produktionstechnologien gemäß [49] in Verbindung gebracht werden (vgl. *Abbildung 18*). Der Innovationsgrad zur Optimierung der Produkte und Prozesse ist für die Technologien des Elektromotors, der Leistungselektronik und der Verbrennungskraftmaschine durch den erreichten Technologiefortschritt bereits abnehmend. Weiterentwicklungen sind hier vorrangig kostenstimuliert. Der Innovationsgrad bei Produkten ist für die neuen Technologien Brennstoffzelle und Lithium-Ionen Batterie hoch, Entwicklungen zielen hier auf die Steigerung des Kundennutzens wie bspw. eine Reichweitensteigerung oder Gewichtsreduktion ab. Der Innovationsgrad im Bereich der zugehörigen Produktionstechnologien steht bei Brennstoffzellen noch nicht im Vordergrund bzw. zielen Entwicklungen auf einen Anlauf der Produktion ab. Anders verhält sich dies bei der Lithium-Ionen Batterie. Bei dieser Komponente ist auch der Innovationgrad in Prozessen bereits als hoch einzustufen, da Produkte dieser Kategorie bereits in anderen Anwendungsgebieten mit geringeren Leistungseigenschaften breiten Einsatz finden (bspw. Smartphones und Notebooks). Weiterentwicklungen zielen hier auf die Verbesserung der Produktionstechnologie zur Verbesserung der Batterieeigenschaften bei gleichzeitiger Stückzahlsteigerung und Kostensenkung ab.

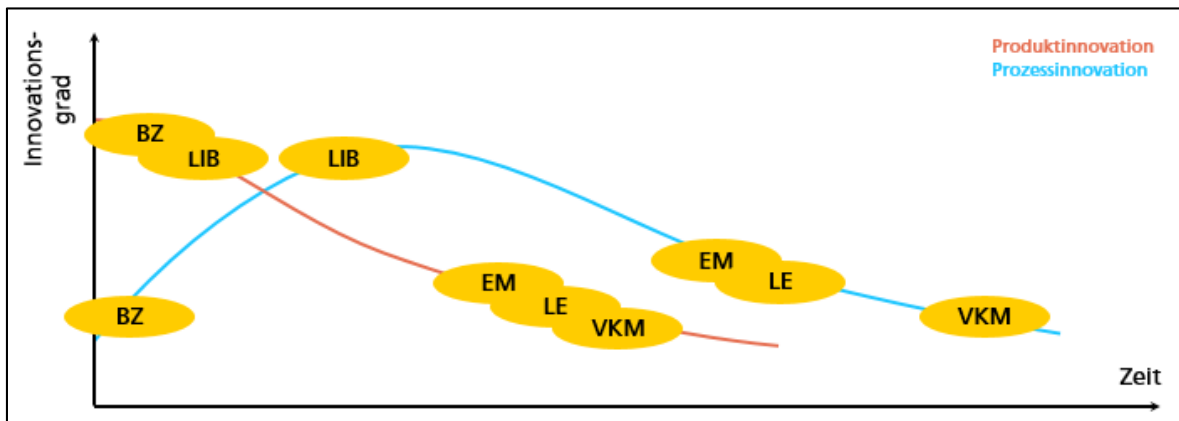


Abbildung 18: Technologiereifegrad zentraler Komponenten und der zugehörigen Produktionstechnologien (BZ – Brennstoffzelle, EM – Elektromotor, LE – Leistungselektronik, LIB – Lithium-Ionen Batterie, VKM – Verbrennungskraftmaschine)

5.2 Komponentenbezogene Auswirkungen

Im Folgenden werden die komponentenbezogenen Auswirkungen in enger Anlehnung an [24, 42] beschrieben.

5.2.1 Antrieb

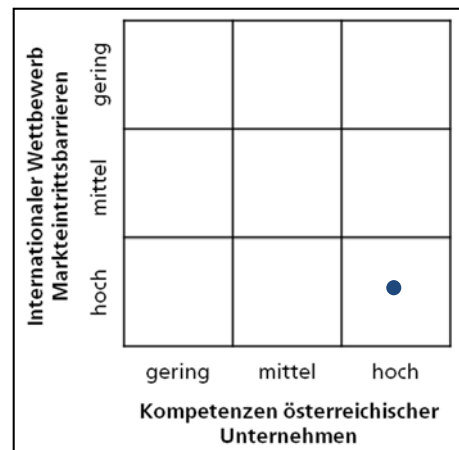
Der Antrieb ist die zentrale Komponente eines Fahrzeuges, die chemisch gebundene Energie, zum Beispiel in Form von Treibstoff, oder elektrische Energie in mechanische Energie umwandelt und das Fahrzeug antreibt.

Verbrennungskraftmaschine

Die Verbrennungskraftmaschine ist im Moment der am häufigsten benutzte Antrieb. Zukünftig kann die Verbrennungskraftmaschine als Range-Extender eingesetzt werden. Das hätte den Vorteil, dass der Motor wesentlich kleiner und für den „stationären“ Betrieb, optimiert auf wenige Betriebspunkte, ausgelegt werden könnte.

Wettbewerbs- und Marktsituation:

Aufgrund der technologischen Reife und der Tatsache, dass sämtliche große OEMs ihre Motoren selbst fertigen, wird die Marktsituation als ausgereift gesehen. Die Wahrscheinlichkeit eines Neueinstieges in den Markt wird daher als äußerst gering eingestuft. Namhafte OEMs unterhalten Entwicklungs- und Produktionsstandorte in Österreich, die als die effizientesten im Produktionsverbund gelten und



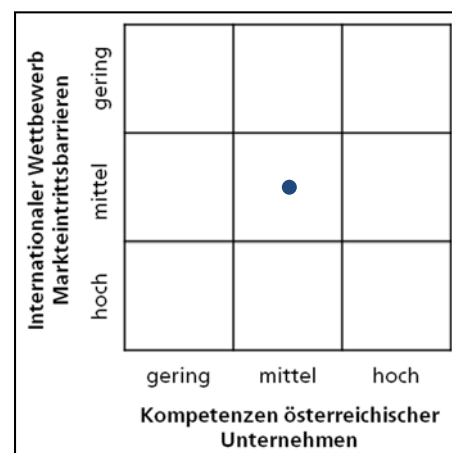
trendgemäße Motoren fertigen bzw. entwickeln. Darunter zählen neben effizienten vollwertigen Motoren auch als REX einzusetzende Kleinmotoren.

Elektromotor

Aktuell werden in Elektrofahrzeugen hauptsächlich permanenterregte Synchronmaschinen eingesetzt, da diese über eine hohe Leistungsdichte und einen hohen Wirkungsgrad verfügen, aufgrund der Permanentmagnete und der darin verwendeten seltenen Erden jedoch hohe Kosten aufweisen. Die Maschine besteht aus einem mit Permanentmagneten bestückten Rotor und einem mit Kupferwicklung versehenen Stator. Im Antriebsmodus wird die Wicklung im Stator mit dreiphasigem Wechselstrom beaufschlagt, sodass ein Drehfeld erzeugt wird. Der Rotor wird durch das Magnetfeld der Permanentmagnete mitgenommen und gibt die mechanische Energie an die Rotorwelle ab. Im Rekuperationsmodus wird die mechanische Energie über die Rotorwelle eingeleitet, wodurch elektrische Energie durch die Bewegung der Permanentmagnete im Stator induziert wird.

Wettbewerbs- und Marktsituation:

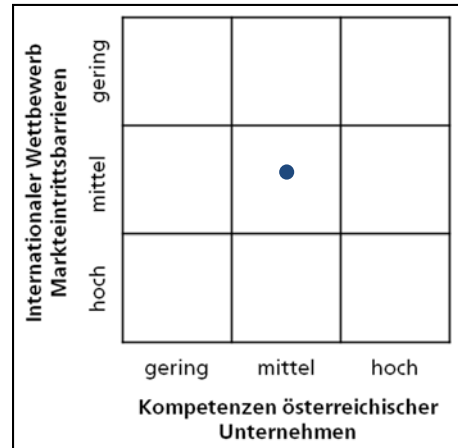
Elektromotoren werden als technologisch ausgereift betrachtet, da sie in einer Vielzahl anderer (Mobilitäts-) Anwendungen bereits etabliert sind. Namhafte internationale Unternehmen sind im Bereich der Elektromotoren bereits Kooperationen mit OEMs eingegangen (bspw. Daimler und Bosch). Aufgrund des relativ geringen Differenzierungspotenzials wird angenommen, dass sich der Markt auf wenige große Produzenten aufteilen wird. In Österreich gibt es mehrere Hersteller für Elektromotoren anderer Anwendung, sowie mehrere Subkomponentenlieferanten für Elektromotoren.



Brennstoffzelle

Brennstoffzellen sind elektrochemische Energiewandler, welche die chemisch gebundene Energie im Wasserstoff in elektrische Energie umwandeln. Aufgrund ihrer niedrigen Betriebstemperatur kommt bisher die Niedertemperatur-Brennstoffzelle (Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle – PEM) zum Einsatz.

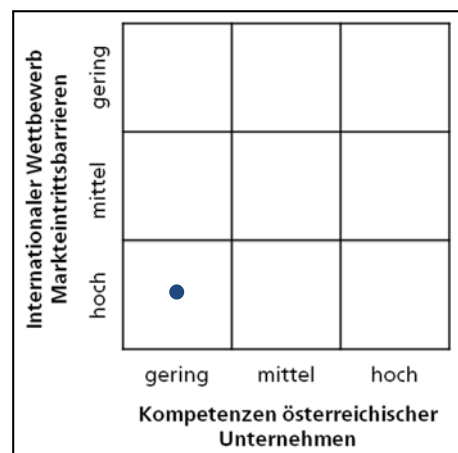
Wettbewerbs- und Marktsituation: Der Markt ist vorwiegend geprägt von Herstellern für Brennstoffzellen bzw. Modulen für stationäre Anwendungen (Stromaggregate für militärische Anwendungen, Anwendung in der Telekommunikation), die größtenteils als SOFC (Hochtemperaturbrennstoffzelle) realisiert sind. Im mobilen Bereich werden bisher vorwiegend in kleinen Stückzahlen Großfahrzeuge (Omnibusse) ausgestattet. Hierbei ist Ballard als Marktführer zu identifizieren. Im Bereich Pkw (PEM) ist vor allem Toyota und Daimler aktiv an der Weiterentwicklung der Technologie beteiligt. Aufgrund des aktuellen frühen Entwicklungsstandes und der bestehenden österreichischen Forschungsaktivitäten im Bereich der Brennstoffzelle für die PKW-Anwendung wird das Marktpotenzial als neutral bewertet. Es wird jedoch prognostiziert, dass diese Potenziale eher im Bereich der Konfiguration und Fahrzeugintegration von Brennstoffzellen liegen als in der Herstellung der Zellen selbst.



5.2.2 Abgasnachbehandlung

Bei der Verbrennung von fossilen Kraftstoffen kommt es zum Ausstoß von Emissionen. Zur Reduzierung werden Drei-Wege-Katalysatoren (CO, CO₂, NO), Oxidations-Katalysatoren (CO, CO₂, NO₂), NO_x-Speicherkatalysatoren, SCR-Katalysatoren (NO, H₂O) und Partikelfilter eingesetzt.

Wettbewerbs- und Marktsituation: Der aufgrund von strengeren Emissionsvorschriften kontinuierlich wachsende Markt im Bereich der Abgasnachbehandlung teilt sich auf wenige etablierte Hersteller auf (Bosal-Delphi, Faurecia, Tenneco, Emcon, etc.). In Österreich gibt es nur wenige Unternehmen, die Subkomponenten der Abgasnachbehandlung herstellen, zum Teil sind diese Unternehmen im After-Sales-Bereich angesiedelt. Ihr Marktpotenzial wird daher für Österreich als eher gering eingestuft.



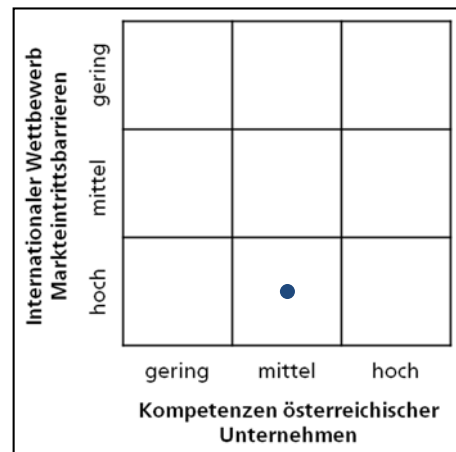
5.2.3 Energiespeicher

Kraftstofftank

Der Kraftstofftank ist ein Behälter zur Speicherung von Benzin oder Diesel. Er besteht zumeist aus Aluminium oder Kunststoff und hat einen einfachen Aufbau. Da der Treibstoff nicht unter Druck steht, kann die Form des Tanks beliebig gewählt werden und an die Gegebenheiten im Fahrzeug angepasst werden.

Wettbewerbs- und Marktsituation:

Der Wettbewerb ist hier auf eine geringe Anzahl von Playern aufgeteilt (auf 50% des Marktes entfallen vier internationale Player). Der Markt ist also weitgehend etabliert. Neuentwicklungen zielen insbesondere auf Gewichtsreduktion ab, die durch die genannten Unternehmen vorangetrieben werden. Diese Unternehmen unterhalten jedoch keinen Standort in Österreich. Daher wird das Potenzial als gering eingeschätzt.

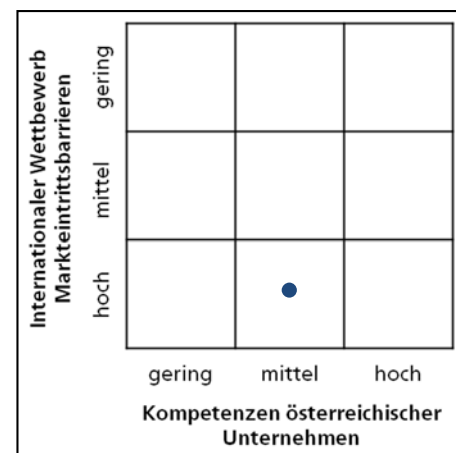


Traktionsbatterie

Die Grundeinheit jeder Batterie stellt die elektrochemische Zelle dar. Die Zellen bestehen aus zwei unterschiedlichen Metallen (Elektroden) in einer Elektrolytlösung. Lithium-Ionen Batterien haben auf der Kathodenseite ein Lithium-interkaliertes Metalloxid und auf der Anodenseite ein Kohlenstoffmaterial, das auch in der Lage ist, Lithium einzulagern. Ein großer Vorteil der Lithium-Ionen Zelle ist die hohe Spannung der einzelnen Zellen, wodurch ein kompaktes System mit wenigen Zellen im Vergleich zu anderen Batteriesystemen (bspw. NiMh) ermöglicht wird.

Wettbewerbs- und Marktsituation:

Der Wettbewerb im Bereich der Li-Ion Batterien ist als hoch einzustufen. Eine große Anzahl an Batterieherstellern, insbesondere asiatischer Herkunft, ist für andere Anwendungsbereiche (Laptops, Flurförderfahrzeuge) bereits etabliert. Durch die Anwendung im PKW ergeben sich jedoch andere Anforderungen an die Traktionsbatterie, sodass eine Reihe von Aktivitäten großer Automobilhersteller und -zulieferer zum Aufbau einer eigenen Batterieproduktion gestartet wurden (z.B. Evonik und Daimler mit li-Tec). Österreichs Potenziale werden insbesondere in der Stack-Herstellung und



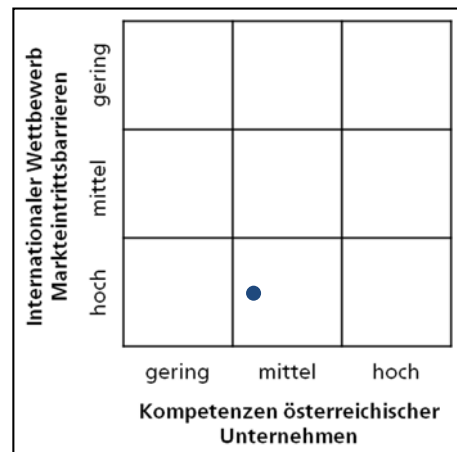
Fahrzeugintegration gesehen (Samsung SDI-Battery Systems in Zettling). Aufgrund der hohen Wertschöpfung im Bereich der Zelle (ohne österreichisches Potenzial), ist das Gesamtpotenzial als eher gering einzuschätzen.

Wasserstofftank

Der Wasserstofftank ist ein Behälter zur Speicherung von Wasserstoff. Bei einer Speicherung im gasförmigen Zustand muss eine möglichst hohe Wasserstoffverdichtung erzielt werden, um eine ausreichende Menge im Fahrzeug ohne größere Komforteinbußen unterbringen zu können. Die heute üblichen Tanks können mit ihrer zylindrischen Form Drücke bis zu 700 bar Stand halten.

Wettbewerbs- und Marktsituation:

Eine eher geringe Anzahl an OEMs und Zulieferern prägen den Markt für Wasserstofftanks. Aufgrund ihres hohen Normierungsgrades gibt es für Unternehmen kaum Differenzierungsmöglichkeiten. Entwicklungstreiber ist insbesondere die Gewichtseinsparung. Die hohen Kosten für Wasserstofftank und Brennstoffzelle bremsen die Entwicklung dieser Antriebsart. Die Potenziale österreichischer Unternehmen im Bereich der Typ IV Druckbehälter wird als gering eingestuft.

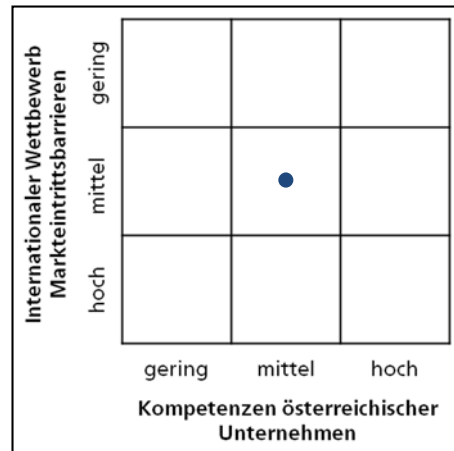


5.2.4 Getriebe

Das konventionelle hoch komplexe Schaltgetriebe (Stufengetriebe und Kupplung) wird auf ein einstufiges Getriebe reduziert, da Elektromotoren wegen des breiten nutzbaren Drehzahlbereichs bei sehr guter Momentencharakteristik weder für das Anfahren noch für die Höchstgeschwindigkeit eine Getriebeübersetzung benötigen.

Wettbewerbs- und Marktsituation:

Aufgrund der technologischen Reife und der Tatsache, dass sämtliche große OEMs ihre Getriebe selbst fertigen, wird die Marktsituation als ausgereift betrachtet. Da die Entwicklung und Herstellung einstufiger Getriebe bereits ein hohes Know-how erfordert, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Marktsituation nicht verändern wird. Die Wahrscheinlichkeit eines Neueinstieges in den Markt wird daher als äußerst gering eingestuft. Opel Wien GmbH unterhält einen großen Produktionsstandort für Getriebe in Österreich.

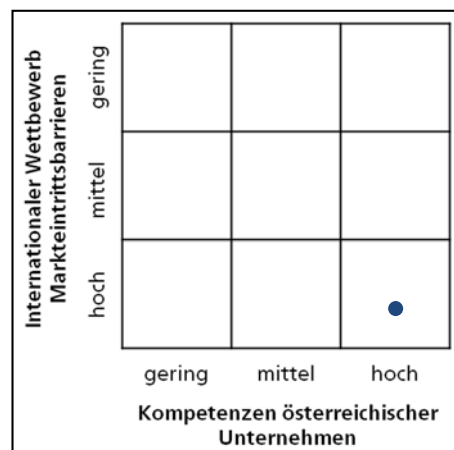


5.2.5 Informations- und Kommunikationstechnologie

Leistungs- und Steuerungselektronik

Das Leistungselektronikmodul wandelt den von der Traktionsbatterie bereitgestellten Gleichstrom für den Betrieb des Wechselstrommotors. Nebenbei dient es der Reduktion der Spannung zur Versorgung des Niedervolt-Bordnetzes. Die Steuerungselektronik, wie sie z.B. im Batteriemanagement verwendet wird, dient der Überwachung des Zellenzustandes der einzelnen Zellen, der Kommunikation zwischen den Modulen der Gesamt-batterie, der Analyse relevanter Sensor-daten, Steuerung der Batteriekühlung, Ladungsausgleich zwischen Zellen, Sicherheitsabschaltung, etc.

Wettbewerbs- und Marktsituation: Im Bereich der Leistungselektronik ist der Wettbewerb als eher hoch einzustufen. Eine relativ große Anzahl etablierter Hersteller für Fahrzeugelektronik führen diese Komponente bereits als Produkt in ihren Leistungsspektren. Den Unternehmensbefragungen nach ist diese Komponente als technologisch ausgereift zu bewerten. Einige österreichische Elektronikunternehmen befinden sich in F&E-Kooperation bzw. sind bereits Teile-Zulieferer für etablierte Hersteller. Dies spricht für eine gute Wettbewerbsposition Österreichs.

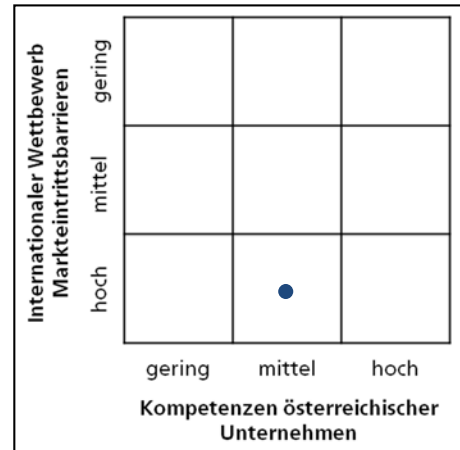


Thermomanagement

Aufgrund höherer Wirkungsgrade und elektrischem Fahren kommt es zu immer geringerer Verlustwärme. Dennoch müssen weiterhin gewisse Funktionen – nicht nur aus Komfortgründen, sondern auch aus Sicherheitsgründen – sichergestellt werden. Es muss daher ein autark arbeitendes System (z.B. Zuheizen mit PTC) im Fahrzeug eingesetzt werden.

Wettbewerbs- und Marktsituation:

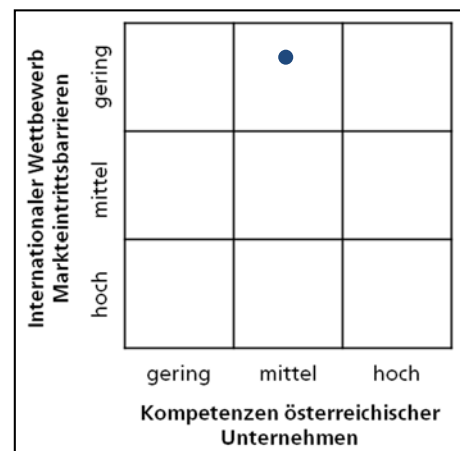
Etablierte Automobilzulieferer im Bereich Motorkühlung, Klimatechnik sind im Bereich Thermomanagement für Elektrofahrzeuge aktiv. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Markt auch weiterhin von diesen Unternehmen dominiert wird. Bspw. wird im Bereich der Motorkühlung über 80% des Marktes von acht großen Unternehmen bedient. Im Bereich Thermomanagement gibt es einige Unternehmen in Österreich, aufgrund des internationalen Wettbewerbs wird das Potenzial jedoch als gering eingeschätzt.



5.2.6 Soundmanagement

In einem Fahrzeug gibt es mehrere hundert Geräuschquellen, sogenannte Lautsprecherbereiche. Im Bereich zwischen 20Hz und 20kHz können sie vom menschlichen Gehör wahrgenommen werden. Bisher hat der Verbrennungsmotor mit seinem Kurbeltrieb, Nockenwellenantrieb etc. den „Ton“ angegeben. Reifen, Abgasanlage, Antriebsstrang etc. spielen nur eine Nebenrolle. Zukünftig werden die Letztgenannten die Hauptrolle übernehmen, welche durch strategisches Sounddesign den neuen Ansprüchen genügen müssen, um auf der einen Seite dem Fahrer weiterhin ein dynamisches Fahrvergnügen zu vermitteln und auf der anderen Seite die Verkehrssicherheit weiterhin gewährleisten zu können.

Wettbewerbs- und Marktsituation: Die Wettbewerbs- und Marktsituation ist aufgrund der vorherrschenden Unsicherheit, ob ein Soundmanagement überhaupt notwendig ist, schwer einzuschätzen. Die technischen Komponenten werden als ausgereift betrachtet, da es sich grundsätzlich um Bauteile der Audiounterhaltungselektronik handelt. Aktuelle Forschungsaktivitäten, bspw. auch am Technikum Wien, untersuchen das



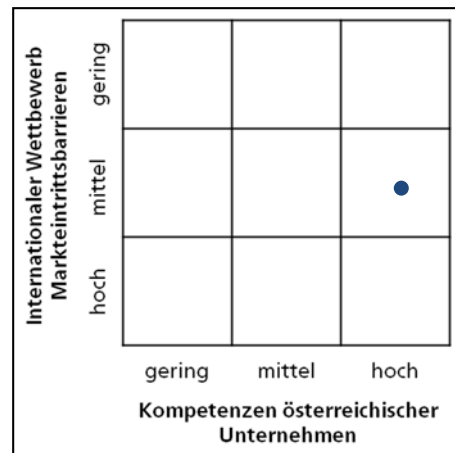
Soundmanagement hinsichtlich psycho-logischer Faktoren und Notwendigkeit. Wie im bisherigen Automobilbau praktiziert, wird davon ausgegangen, dass OEMs die Geräuschkulisse ihrer Fahrzeuge aufgrund der Differenzierungsmöglichkeiten selbst gestalten werden.

5.2.7 Leichtbau und Karosserie

Leichtbau hat das Ziel, durch den Einsatz moderner Stahl- und Verbundwerkstoffe und der dazugehörigen Formgebungs- und Fügeverfahren das Gewicht der Karosserie um bis zu 25% verringern.

Wettbewerbs- und Marktsituation:

Leichtbau bekommt in der Automobilindustrie eine immer größere Bedeutung. Expertenmeinungen gehen davon aus, dass die notwendigen Gewichtseinsparungen für Elektrofahrzeuge die Verwendung von Verbundwerkstoffen (Kohlefaser) und weiteren Materialien wie hochfeste Stähle, Aluminium und Magnesium erfordern. In diesem Bereich gewinnt der Markt an Dynamik. Große OEM erwarben erst kürzlich Anteile an CFK-verarbeitenden Unternehmen. Hohe Werkstoffpreise und bisher noch nicht für eine Serienproduktion ausgereifte Prozesstechnologie bremsen die Einführung dieser Werkstoffe.



5.2.8 Ladestation

Die Ladestation ist die Verbindung zwischen dem Elektrofahrzeug/ Kunde und dem Stromnetz/ Energieversorger. Sie ist des Weiteren auch die Schnittstelle zu „Smart Grids“ und übernimmt die intelligente Steuerung der Ladung von Traktionsbatterien. Es wird unterschieden zwischen Ladestationen zur langsamen Ladung (<11kW Ladeleistung), beschleunigter Ladung (11-22kW Ladeleistung) und schneller Ladung (>22kW Ladeleistung in Gleich- und Wechselstromausführungen).

Wettbewerbs- und Marktsituation:

Der Markt für Ladestationen ist in den letzten Jahren stark gewachsen. Eine inzwischen relativ hohe Anzahl an Unternehmen beschäftigt sich mit der Entwicklung und Produktion von Ladestationen. Einige österreichische Unternehmen sind mit unterschiedlichen Lösungen am Markt präsent, sodass das Potenzial grundsätzlich hoch eingestuft werden kann. Aus produktionstechnischer Sicht sind keine Herausforderungen zu erwarten, Herausforderungen liegen vor allem im Bereich der Softwareentwicklung zur Überwachung und Abrechnung des Ladevorgangs.



5.3 Produktionsbezogene Auswirkungen

Im Folgenden werden die produktionsbezogenen Auswirkungen in enger Anlehnung an [29, 42] beschrieben.

5.3.1 Auswirkungen auf automotive Produktionsstrukturen

Der moderne Fahrzeugbau besteht aus einer Vielzahl an Produktionstechnologien, die im Zuge dieser Studie nicht in vergleichbarer Tiefe der bottom-up-Analyse von Komponenten betrachtet werden können. Ausgangspunkt der Analyse ist die Wertschöpfungskette des konventionellen Gesamtfahrzeugen, schematisch in *Abbildung 19* dargestellt.

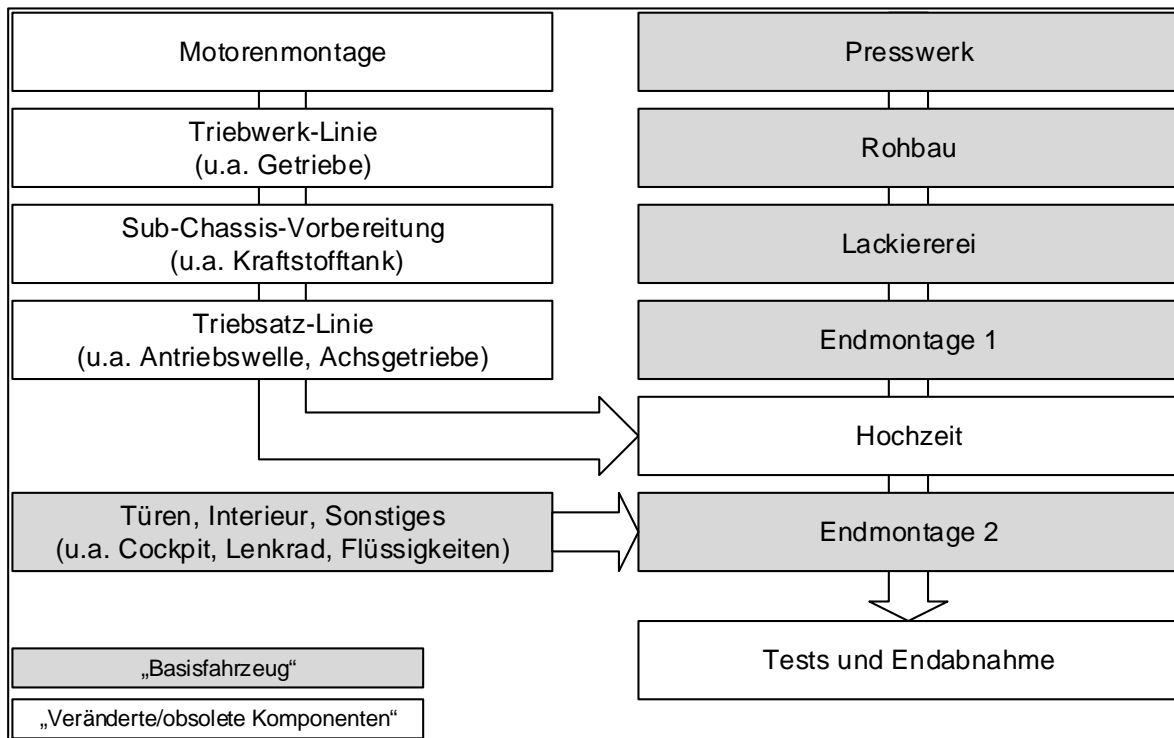


Abbildung 19: Produktionsstruktur eines konventionellen Fahrzeuges (stark vereinfacht nach [42])

Bei der Veränderung der Produktionsstrukturen zur Elektrofahrzeugproduktion werden zwei grundsätzliche Strategien diskutiert: die kombinierte Fertigung von Elektrofahrzeugen und konventionellen Fahrzeugen in bestehenden Linien (Brown-Field) und die separate Fertigung von Elektrofahrzeugen (Green-Field) [42]. Innerhalb dieser Strategien existieren unterschiedliche Realisierungsformen (vgl. *Abbildung 20*).

Im Fall einer kombinierten Fertigung (Brown-Field) kann die Realisierung folgendermaßen stattfinden:

- **Vollständige Integration** der Elektrofahrzeugfertigung durch Anpassung der Takte, um die veränderten oder ausgetauschten Komponenten in einer neusynchronisierten Linienfertigung verbauen zu können.
- **Teilweise Integration** durch den Aufbau paralleler Vormontagen für Elektrofahrzeug- und konventionelle Komponenten und paralleler Endmontagen für die Fahrzeugkonzepte.

Der Green-Field-Ansatz beinhaltet folgende Realisierungspfade:

- **Eigenständige Elektrofahrzeugproduktion (ICE-Strategie)**, die den herkömmlichen Produktionsstrukturen weitgehend entspricht, die

jeweiligen Teilprozesse jedoch vollständig auf mögliche neuartige Fahrzeugpackages ausgelegt werden können.

- **Modulintegrator-Strategie**, bei der die Fertigung des Basisfahrzeuges nahezu beibehalten wird und vormontierte Module erst in der Endmontage eingebracht werden.
- **EV-Plattform-Strategie**, bei der Komponenten der Elektromobilität in Form einer Plattform über standardisierte Schnittstellen in unterschiedlichste Fahrzeugkonzepte integriert werden können.

Folgende Grafik (vgl. *Abbildung 20*) stellt die unterschiedlichen Ausprägungen möglicher Produktionsstrukturen in Abhängigkeit der notwendigen Investitionsvolumina und der Stückzahlentwicklung über die Zeit dar [42].

Die Herausforderungen für OEMs und große Lieferanten liegen in der grundsätzlichen strategischen Wahl eines Produktionssystems und dem Schaffen der notwendigen Schnittstellen, insbesondere zu Lieferanten, die neu in die automotiv Wertkette integriert werden müssen. Hier stehen die klassischen Herausforderungen des Supply-Chain-Managements zur Gewährleistung reibungsloser Produktionsabläufe in der Endmontage im Vordergrund.

OEMs, aber auch Tier-0,5-Lieferanten wie Magna, sehen sich mit der Herausforderung konfrontiert, unterschiedliche Fahrzeugkonzepte (konventionelle und elektrifizierte) möglichst flexibel und kosteneffizient zu fertigen. Während OEMs hierbei über Modulstrategien und Standardisierung grundsätzlich die Möglichkeit haben, Fahrzeugpackages und Produktionsstrukturen bestmöglich aufeinander abzustimmen und entsprechende Stückzahlen zur Auslastung eines Werkes zu erreichen, ist es für Multi-OEM-Werke ungleich komplexer, eine geeignete Produktionsstruktur zu finden und die notwendigen variablen Betriebsmittel in der Endmontage bereitzustellen. Zusätzlich sind Multi-OEM-Werke dem Risiko unsicherer Stückzahlen stärker ausgesetzt.

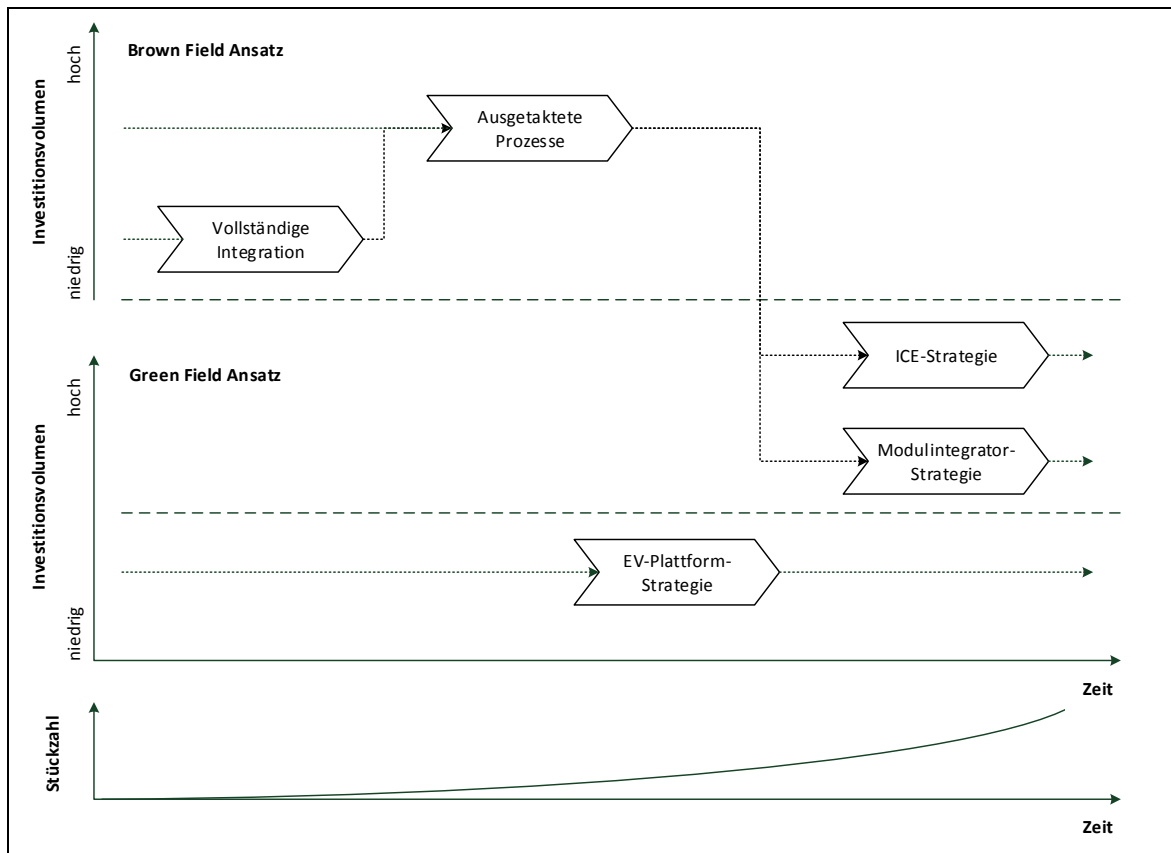


Abbildung 20: Mögliche Szenarien zur Anpassung der Produktionsstruktur für Elektrofahrzeuge [42]

5.3.2 Auswirkungen auf Produktionsprozesse

Um die Herausforderungen in den Produktionstechnologien und in weiterer Folge die damit verbundenen Wertschöpfungspotentiale und Beschäftigungsverhältnisse ableiten zu können, erfolgt eine Detailbetrachtung der in *Abschnitt 4.6* genannten Wertschöpfungsketten. Dabei wird die betrachtete Komponente eingangs hinsichtlich ihres Aufbaus beschrieben und die Wertschöpfungskette und Herausforderungen kritischer Prozessschritte abgebildet.

Relevante österreichische Hersteller, die den Wertschöpfungsketten aufgrund ihres Kompetenzprofils (produktseitig / produktionstechnologieseitig) zugeordnet werden können, werden im Anhang aufgelistet. Die Hersteller wurden anhand der Datenbank „Amadeus“ erfasst (Mindestgröße 50 Mitarbeiter, Primäraktivität nach ÖNACE-Klassen 222, 24, 25, 26, 27, 28, 29 und 30) und einer Detailauswahl unterzogen. Die genannten Unternehmen decken nicht zwangsläufig die gesamte Wertschöpfungskette ab. Es wird dabei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

5.3.2.1 Elektromotorenproduktion

Der Elektromotor ist in vielen Ausführungsformen möglich. 95% elektrischer Fahrzeuge im Zeitraum von 2003 bis 2013 sind als permanentmagneterregte Synchronmaschine (PSM) ausgeführt (vgl. *Abschnitt 5.2.1*, [29]). Diese Bauart wird in den kommenden Jahren weiter den Einsatz in Fahrzeugen dominieren [29]. Mit zunehmendem Elektrifizierungsgrad findet die Asynchronmaschine (ASM) vermehrten Einsatz. Diese Form des Elektromotors ist ähnlich der PSM aufgebaut (Rotor mit Kurzschlusskäfig statt Permanentmagneten) und daher unterscheiden sich die Produktionsprozesse kaum von einander.

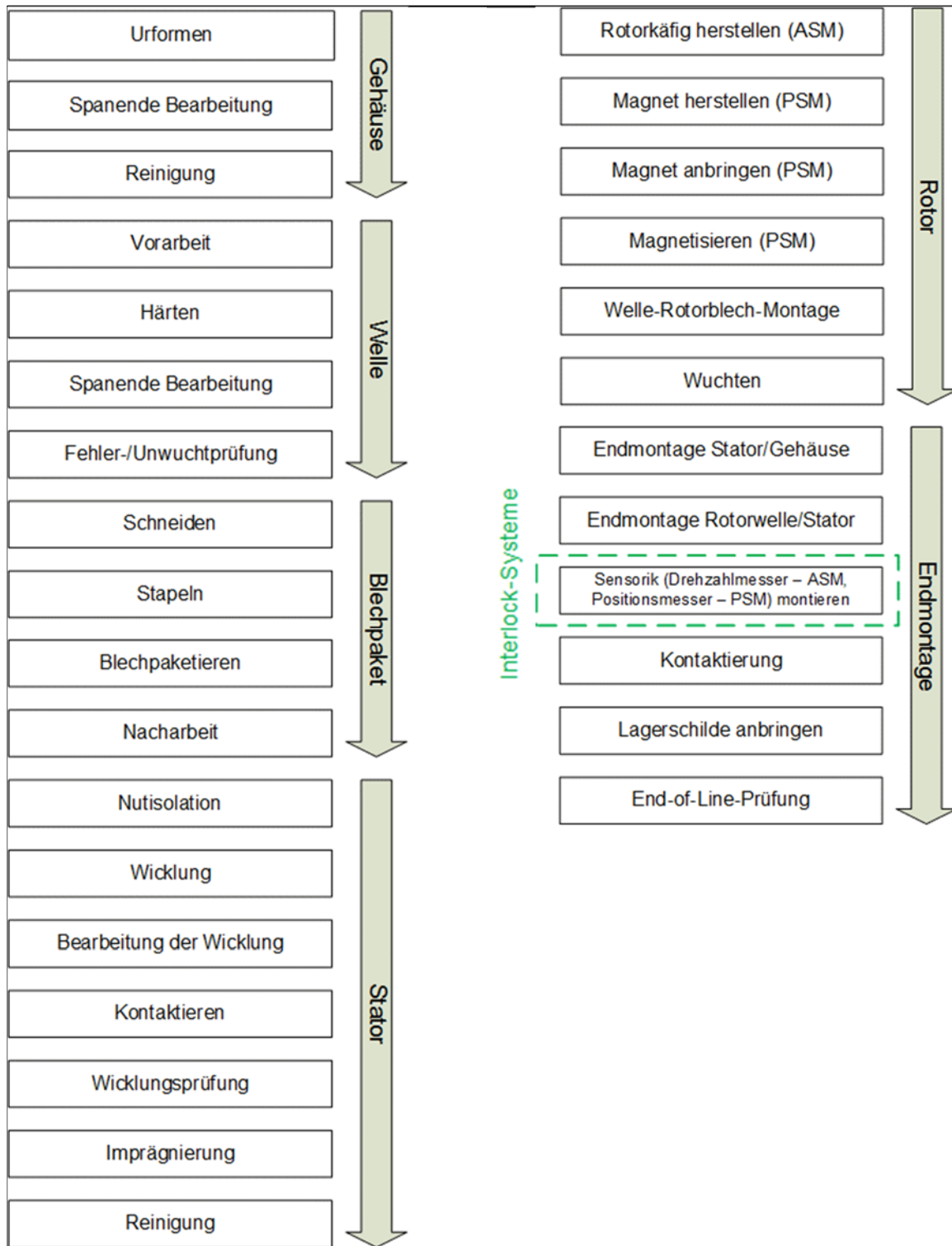


Abbildung 21: Wertschöpfungskette der Elektromotorenherstellung (PSM, ASM) (eigene Darstellung nach [29])

Beim Elektromotor überwiegen produktseitige Herausforderungen. Die geeignetsten Motorenkonzepte müssen für den Einsatz in der Fahrzeugindustrie und den damit verbundenen Übergang von hybriden Formen auf rein elektrische Antriebsformen entwickelt und adaptiert werden [29]. Abgesehen davon gelten im Zuge der Produktion von Elektromotoren für die Fahrzeugindustrie andere Anforderungen als bei der Herstellung von E-Motoren für andere Anwendungen, wie bspw. den Maschinen- und Anlagenbau. Es wird im Vergleich eine hohe Leistungsdichte und eine hohe Wartungsfreiheit gefordert. Elektromotorenhersteller stehen einer enormen Vielfalt an Prozessalternativen gegenüber, bei der sich aus 100 Technologiealternativen für mehr als 30 Prozessschritte die effizientesten herauskristallisieren müssen. Dabei sind selbst bei Kernprozessen der Elektromotorenproduktion (Paketieren, Wickeln, Imprägnieren) die geeignetsten Produktionstechnologien noch unklar.

5.3.2.2 Brennstoffzellenproduktion

Die für Elektrofahrzeuge verwendete PEM-Brennstoffzelle besteht aus mehreren Zellen, die zunächst zu einem Stack gebündelt werden. Je nach Auslegung werden mehrere Stacks gekoppelt und bilden mit den Peripherie-Komponenten („Balance of Plant“ – BoP) das Gesamtsystem [14]. Innerhalb der Zelle, die aus zwei Bipolarplatten (Elektroden), einer Membran und einer Gasdiffusionsschicht besteht, wird anodenseitig Wasserstoff unter Abgabe von Elektronen zu Protonen oxidiert. Diese gelangen durch die Membran auf die Kathodenseite und reagieren mit dem Sauerstoff zu Wasser. Die an der Anode abgegebenen Elektronen fließen über einen elektrischen Verbraucher zur Kathode.

Die genaue technische Ausführung von Brennstoffzellen (bspw. hinsichtlich der verwendeten Zellmaterialien) und die damit verbundenen Produktionstechnologien sind vielfältig [38], sodass im Folgenden nur der grundsätzliche Wertschöpfungsprozess dargestellt wird.

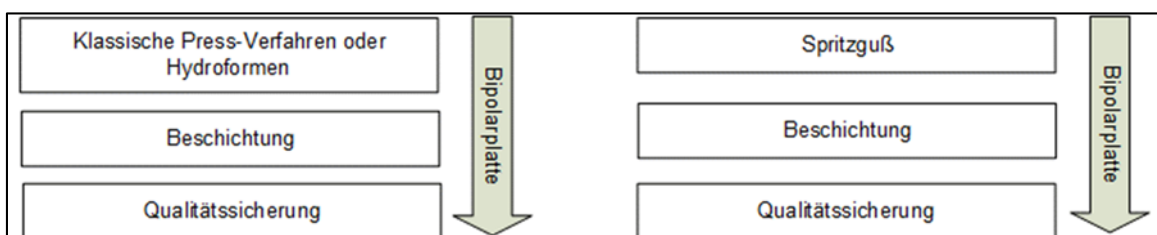


Abbildung 22: Alternative Wertschöpfungsketten bei der Herstellung von Bipolarplatten als Subkomponente der PEM (eigene Darstellung nach [14])

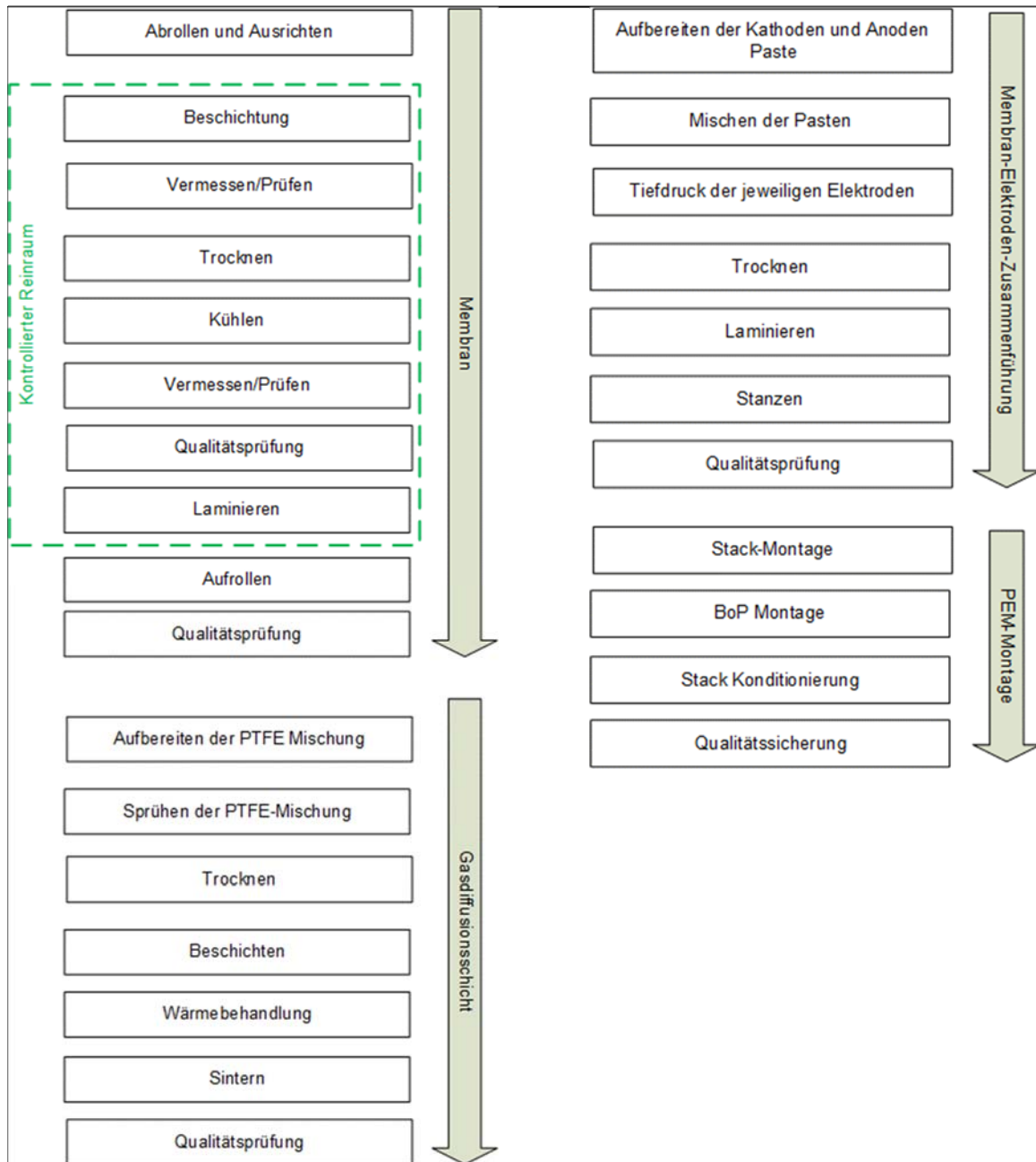


Abbildung 23: Wertschöpfungsketten der restlichen PEM-Herstellungsschritte (eigene Darstellung nach [14])

Grundsätzlich sind die aktuellen Herausforderungen stark produktbezogen (Materialforschung und Auslegung). Abgesehen davon können die folgenden Punkte als produktionstechnische Herausforderungen identifiziert werden [40]:

- Extrusionsprozess bei Spritzgussverfahren von Bipolarplatten
- Materialeinsparung bei Bipolarplatten, insbesondere mit Hinblick auf die Prozesstauglichkeit beim Pressen, Hydroformen
- Charakterisierungsmethoden – insbesondere bei der Membran
- Membranbeschichtung: Gewährleistung gleichmäßiger Schichtdicken mit engen Toleranzen zur Reduktion des Katalysatormaterials

5.3.2.3 Traktionsbatterieproduktion

Bei der Herstellung der Lithium-Ionen Batterie werden die Batterie-Zellen zu Modulen zusammengefasst und bilden dann als Batteriepack das Endprodukt. Die Batterieproduktion steht in engem Zusammenhang zur Produktion der Leistungs- und Steuerungselektronik bzw. wird versucht, diese Komponenten in einem Modul zu integrieren. Letztere ist mit dem Batteriemanagementsystem (BMS) inklusive Thermomanagement verknüpft, das das Laden und die Stromabgabe der Batterie steuert. Dabei schützt das BMS die Einzelzellen, trägt zu einer Erhöhung der Lebenszeit sowie Zyklenanzahl bei und vermeidet Schäden an den Batteriezellen durch Überladung und Überhitzung.

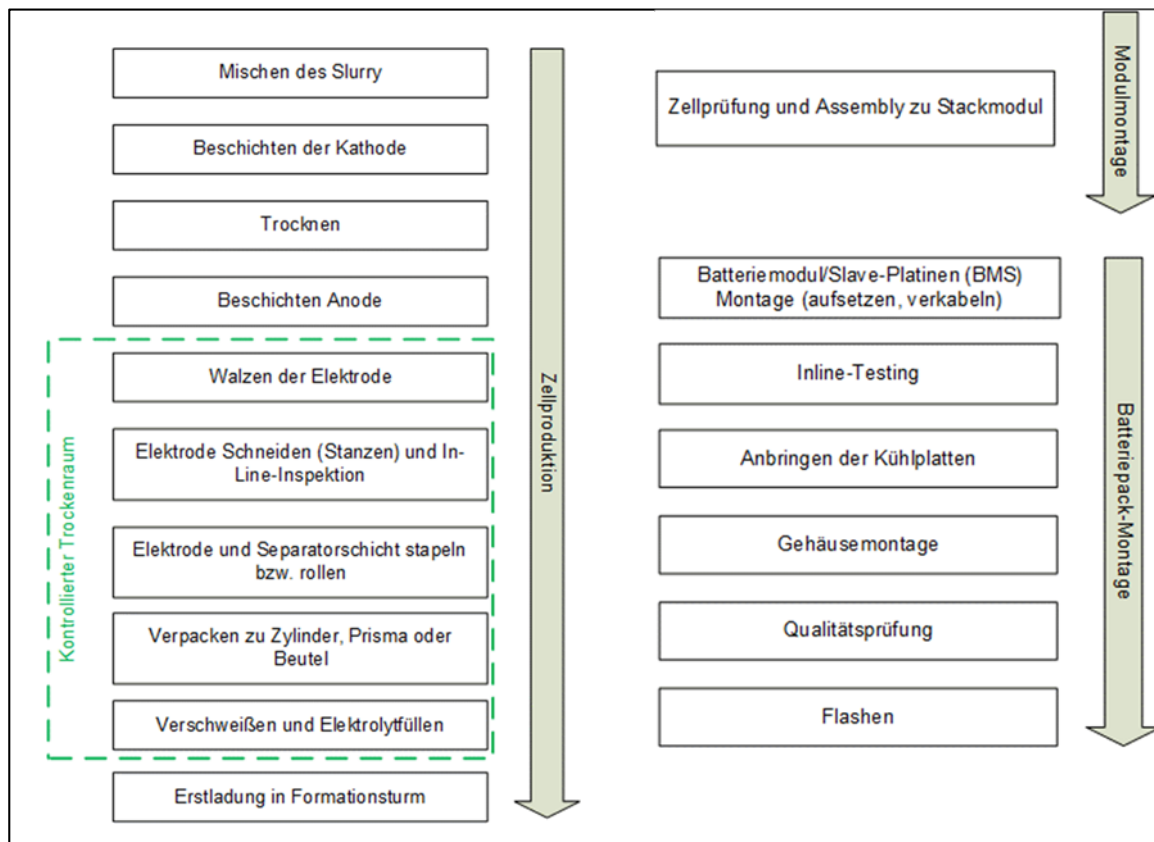


Abbildung 24: Wertschöpfungskette der Lithium-Ionen Batterie-Herstellung (eigene Darstellung nach [34, 43])

Der Prozess der Zell- und Modulproduktion erfordert eine hohe Prozessgenauigkeit. Im Detail können hierzu folgende Punkte angeführt werden¹¹:

- Mischen: Kein Lösen oder Zerkleinern der Partikel
- Beschichten: Toleranz für Schichtdickenabweichung 1-2 Mikrometer
- Walzen: Verhindern eines Aufplatzens der Materialoberfläche
- Trocknen: Möglichst geringe Restfeuchtigkeit
- Schneiden/Stanzen/Lasern: Vermeidung von Gratbildung, Ausfransen und Materialpartikeln an der Oberfläche

¹¹ Siehe URL: <http://www.industry.siemens.com/topics/global/de/batterieherstellung/prozess/Seiten/default.aspx>, 19.02.2016.

- Zellstapeln: Hohe Stapelgeschwindigkeit bei Positionsgenauigkeit von 0,1mm
- Füllen: Schnelle homogene Füllung und Vermeidung von toxischen Reaktionen mit der Luftfeuchtigkeit. Des Weiteren ist die unterschiedliche Saugfähigkeit des Materials und die Blasenbildung eine Herausforderung
- Erstladung und Formierung: sehr zeit- und kapitalintensiv (Zyklusdauer 1 Tag, Lagerung 2-4 Wochen), erhöhte Brandgefahr
- Kategorisierung: Möglichst geringe Abweichung (5%) der Leistungsgrade (Entladung, Widerstand, Kapazität)
- Verpackung und Logistik: Gefahrgutaufgaben, Brandgefahr bei Beschädigung
- Komplexer Prüf- und Montagevorgang

Die Prozessschritte der BMS-Produktion und Batteriepackmontage stellen keine besonderen Anforderungen an die Montagetechnik dar. Einzig das punktgenaue, schnelle Einsetzen der Zellen muss ermöglicht werden.

5.3.2.4 Produktion der Leistungs- und Steuerungselektronik

Die Leistungs- und Steuerungselektronik dient der optimalen Verbindung zwischen E-Motor/-Antrieb, konventionellem Bordnetz (12V) und Traktionsbatterie (Lithium-Ionen Batterie). Dieses System wandelt Gleichspannung der Hochvolt-Batterie in die notwendige Wechselspannung für den Motor um [29].

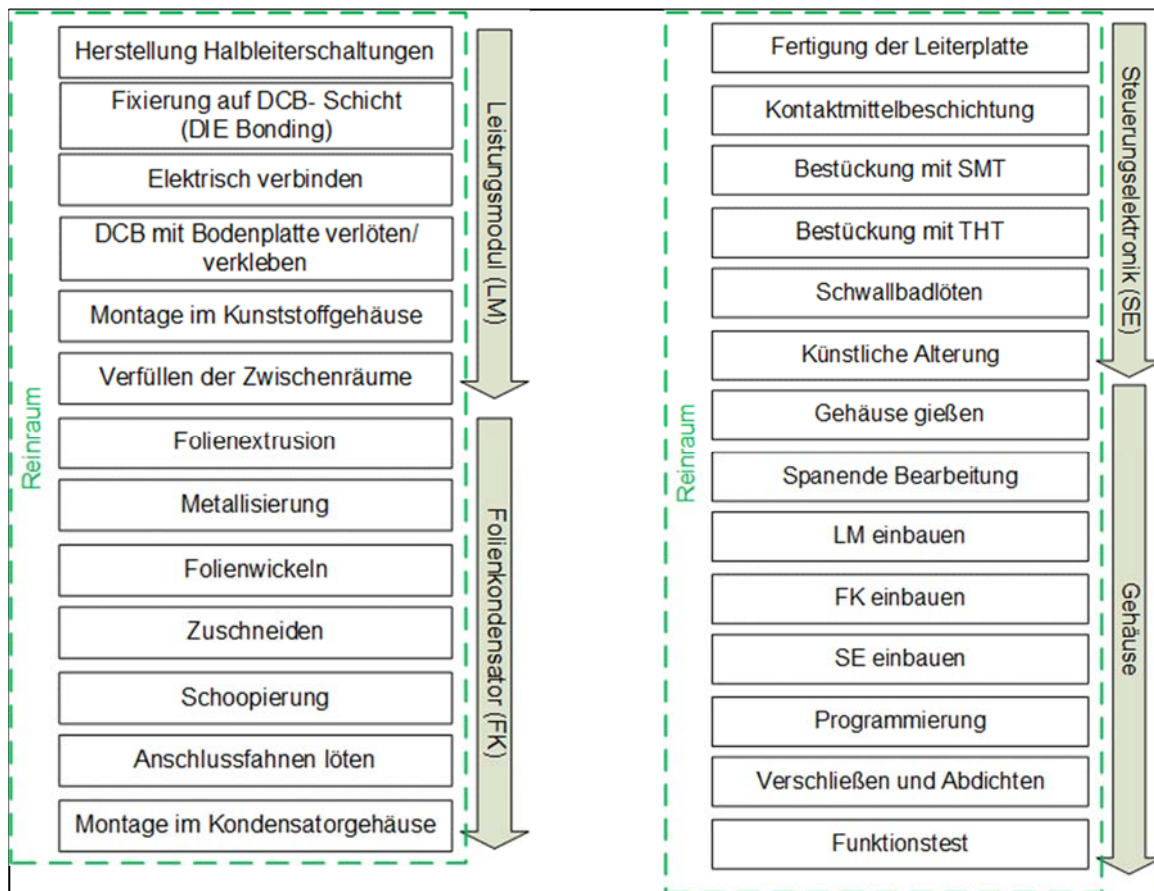


Abbildung 25: Wertschöpfungskette der Leistungs- und Steuerungselektronikerstellung (DCB...Direct Bonded Copper, SMT...Surface Mounted Technology, THT...Through Hole Technology; eigene Darstellung nach [29])

Die Herstellung der einzelnen Komponenten erfordern Wissen und Erfahrung in der Halbleitertechnik und im Hochvoltbereich. Abgesehen umfasst die Herstellung dieser Komponenten grundsätzlich beherrschte Produktionstechnologien dar. Nach [42] und den durchgeführten Expertengesprächen bestehen folgende Herausforderungen:

- Alle Produktionsschritte sind allgemein für die Großserienfertigung mithilfe von Robotern zu automatisieren und in Reinraumbedingungen auszuführen
- Kontinuierliche Prüf- und Testverfahren sind während des gesamten Produktionsprozesses zu integrieren
- Ein Gesamtwissen bzgl. Software und Programmierung des Systems ist erforderlich
- Sintertechnologien als Substitut für Lötverbindungen führen zu gesteigerter thermischer Leitfähigkeit, verbesserter Chip-Kühlung und höherer Inverter-Spannung

- Laserschweiß- und Ultraschallschweißtechnik zur Herstellung von Kupferverbindungen müssen beherrscht werden
- Wicklung der Kondensatoren

5.3.2.5 Betrachtung der Kapazitäten und Investitionsvolumina

Um die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Herstellung der Produktionstechnologien abbilden zu können, wurden folgende Analysen durchgeführt. Zuerst wurden Gesamtkosten (Investitionsvolumina) und Kapazitäten der Maschinen und Anlagen (keine Gebäude, Gebäudetechniken und sonstige Infrastruktur berücksichtigt) über Literaturrecherchen [14, 29, 32, 45] und Expertengespräche ermittelt (vgl. *Abbildung 26*). Dabei wurden Anlauf- und Serienproduktionsszenarien zufolge der Stückzahlentwicklungen berücksichtigt. Einerseits unterscheiden diese sich anhand der Kapazitäten (Jahresausbringungsmengen), andererseits anhand der Investitionskosten. Basierend auf den Ausführungen bezüglich des Entwicklungsfortschritts in den vorangegangenen Abschnitten wird bei Anlagen der Leistungs- und Steuerungselektronik nur eine Serienfertigung berücksichtigt. Die Module für die Fahrzeugindustrie werden auf bestehenden Produktionssystemen neben etablierten Produkten anderer Anwendungsgebiete hergestellt. Im Gegensatz dazu werden Elektromotoren noch nicht in dem Umfang produziert, in dem dies für die Automobilindustrie in Zukunft erforderlich sein wird. Es wird davon ausgegangen, dass dies ab 2020 der Fall sein wird. Ebenso verhält sich dies bei den Anlagen der Lithium-Ionen Batterie Produktion. Bei den Produktionstechnologien der Brennstoffzelle wurde die Serienfertigung erst ab 2030 berücksichtigt.

E-Motor		Brennstoffzelle		Lithium-Ionen Batterie		Leistungs- und Steuerungselektronik	
Anlauf	Serie ab 2020	Anlauf	Serie ab 2030	Anlauf	Serie ab 2020	Anlauf	Serie
15.000 Stk/a	100.000 Stk/a	155.250 Stk/a	155.250 Stk/a	20.000.000 Stk/a	20.000.000 Stk/a	-	350 Mio. Stk/a
45 kW/Stk/a	45 kW/Stk/a	90 kW/Stk/a	90 kW/Stk/a	0,225 kWh/Stk/a	0,225 kWh/Stk/a	-	-
0,68 GW/a	4,5 GW/a	13,97 GW/a	14,0 GW/a	4,50 GW/a	4,5 GW/a	-	-
€ 9.600.000	€ 19.100.000	€ 12.800.000	€ 6.400.000	€ 1.164.000.000	€ 582.000.000	-	€ 550.000.000

Abbildung 26: Maschinen- und Anlagen: Investitionsvolumina und Kapazitäten

In [29] konnten die Kosten der Produktionstechnologien des Elektromotors entnommen werden (vgl. *Abbildung 26*). Dabei handelt es sich um die Kosten der Maschinen im Anlauf für 15.000 und 100.000 Stück an permanent erregte Synchronmaschinen mit einer Spitzenleistung von 45 kW pro Jahr. Bei der Produktion der Brennstoffzelle wird von einem Brennstoffzellenpack mit 90 kW ausgegangen [14]. Bei der Lithium-Ionen Batterie Produktion handelt es sich um Batteriepacks mit 60 Ah [32]. Die dargestellte Kapazität der Leistungs- und Steuerungselektronik bezieht sich auf zu produzierende Halbleiter- und Mikromechanik-Chips. Analog zu [45] sind in Autos der Segmente M und L 100 bis 200 Chips enthalten. Für Fahrzeuge der Leistungsklasse S wurden 50 Chips

angenommen. Anhand von [45] wurden auch die Kosten der Gesamtanlage angenommen, da Literaturrecherchen keine brauchbaren Ergebnisse liefen und Experten aus Geheimhaltungsgründen hierzu keine quantitativen Daten beitragen können.

Anschließend an die Gesamtkosten der Produktionstechnologien für die jeweiligen Wertschöpfungsketten wurden die Maschinen und Anlagen der einzelnen Prozessschritte gemäß der Untergruppen der ÖNACE-Klasse 28 „Maschinenbau“ zugeordnet und der Anteil an den Kosten der gesamten Wertschöpfung abgeschätzt. Dadurch ist es möglich die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte anhand der Leistungs- und Strukturdaten der Statistik Austria zu berechnen. Aus den jeweiligen jährlichen Produktionskapazitäten und dem mobilitätsbezogenen Bedarf an Komponenten zufolge des Stückzahlenszenarios wurde die Anzahl an erforderlichen Maschinen und Anlagen ermittelt.

6 Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale

Die Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale werden zuerst anhand der möglichen globalen Effekte dargestellt, die sich aus den globalen Produktionsstückzahlen ergeben. Die österreichischen Potenziale werden unter Berücksichtigung der ermittelten und abgeschätzten österreichischen Weltmarktanteile berechnet. Dabei wird jeweils auf die Produktion der Fahrzeugkomponenten und des Basisfahrzeuges, die Produktion der Komponenten der Lade- und Tankinfrastruktursysteme und die Produktion der Maschinen und Anlagen zur Herstellung der vier zentralen Bestandteile der Elektromobilität (E-Motor, Brennstoffzelle, Lithium-Ionen Batterie, Leistungs- und Steuerungselektronik) eingegangen. Die Ergebnisse werden sowohl nach Komponenten bzw. Produktionsprozessen als auch nach Branchen gemäß ÖNACE dargestellt.

6.1 Globale Effekte

6.1.1 Produktbezogene Effekte

Abbildung 27 stellt die Herstellkosten der verschiedenen Fahrzeugkonzepte anhand der Komponenten am Beispiel des mittleren Fahrzeugsegments (M) dar. Dabei wurden die Berechnungen der Vorgängerstudie aus 2011 [24] um die Betrachtung von Fahrzeugsegmenten verfeinert und die zugehörigen quantitativen Analysen aktualisiert (siehe hierzu auch [50]). Den Hauptteil der Kosten macht die Herstellung des Basisfahrzeuges, des Wasserstofftanks, der Lithium-Ionen Batterie und der Brennstoffzelle aus. Die Kosten konventioneller Fahrzeuge verringern sich wenig über die nächsten 15 Jahre. Die anderen Fahrzeugkonzepte nähern sich diesen Kosten immer mehr an und werden damit bis 2030 immer konkurrenzfähiger. Eine besonders drastische Senkung ist im Segment der Brennstoffzellenfahrzeuge auszumachen. Diese resultiert aus der Kostendegression der jungen, noch teuren Technologien Brennstoffzelle und Wasserstofftank, die bei diesem Fahrzeugkonzept zusätzlich zur Lithium-Ionen Batterie einen besonders hohen Anteil an den Gesamtkosten aufweisen.

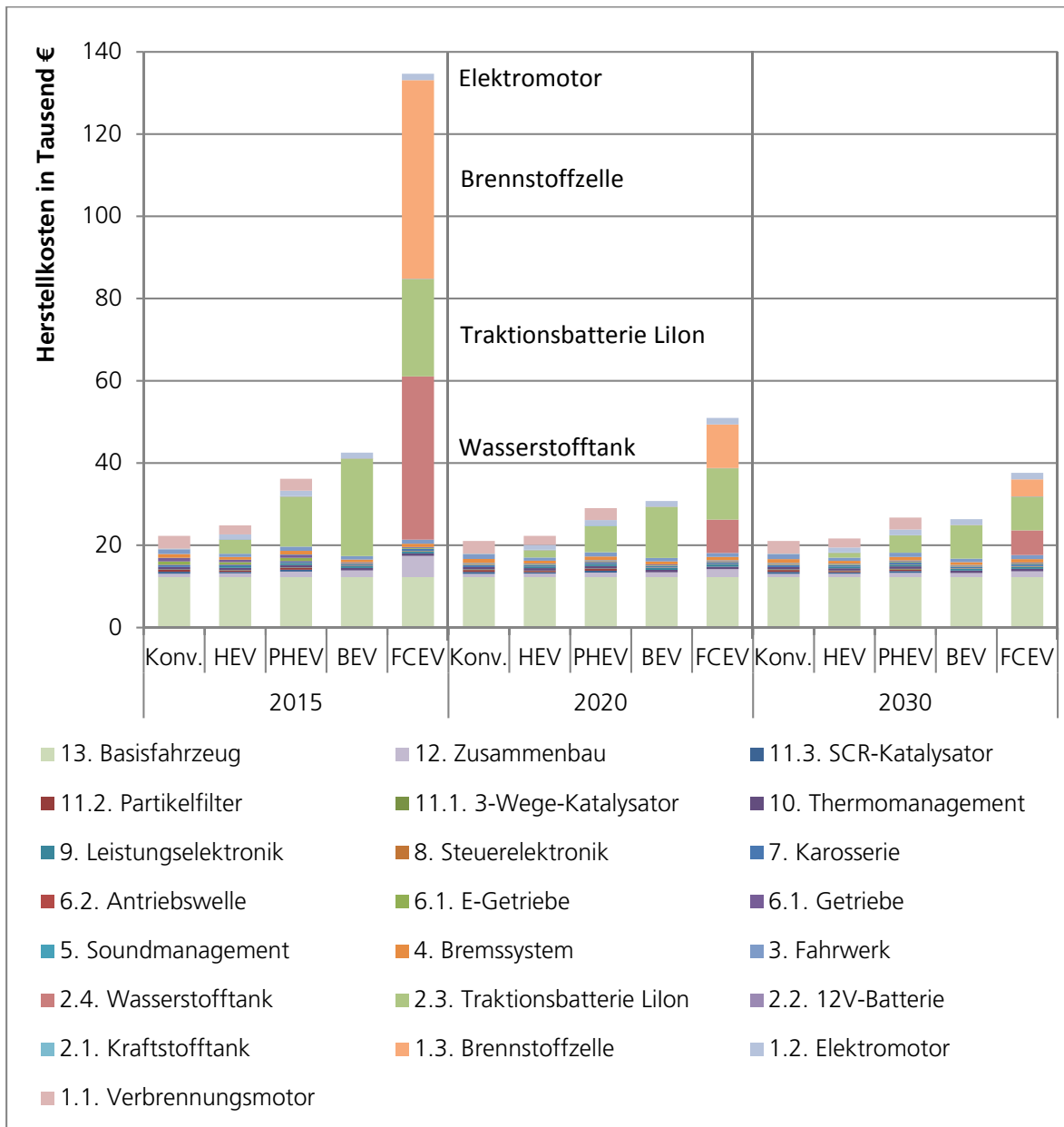


Abbildung 27: Herstellkosten der verschiedenen Fahrzeugkonzepte am Beispiel der Leistungsklasse M

In den folgenden Abbildungen (vgl. *Abbildung 28 – Abbildung 31*) wird die zur Herstellung von Komponenten der Elektromobilität anfallende globale Wertschöpfung und Beschäftigung dargestellt.

Die Berechnungen ergeben, dass sich die gesamte globale Wertschöpfung zufolge der Fahrzeugproduktion von ca. 400 Mrd. € auf ca. 650 Mrd. € erhöhen wird. Die Beschäftigung steigt von in etwa 4,3 Mio. auf rund 7,2 Mio. Vollzeitäquivalente. Dabei zeigt sich, dass diese Steigerungen in den nächsten 5-10 Jahren noch zu einem großen Anteil in Bereichen der herkömmlicher

Fahrzeugproduktion (ÖNACE-Klasse 29) anfallen. Diese Komponenten finden sowohl in konventionellen Fahrzeugkonzepten als auch in den hybriden Lösungen Anwendung. In den darauffolgenden Jahren geht ein weiterer Anstieg der Wertschöpfung und Beschäftigung fast ausschließlich auf elektromobilitätsspezifische Komponenten zurück. Dies führt zu einer Veränderung der bisherigen Branchenstruktur in Richtung Elektro- und Elektronikbranche. Die Produktion konventioneller Fahrzeugkomponenten dominiert zwar noch, werden jedoch vermehrt durch die Produktion von elektromobilitätsspezifischen Komponenten verdrängt.

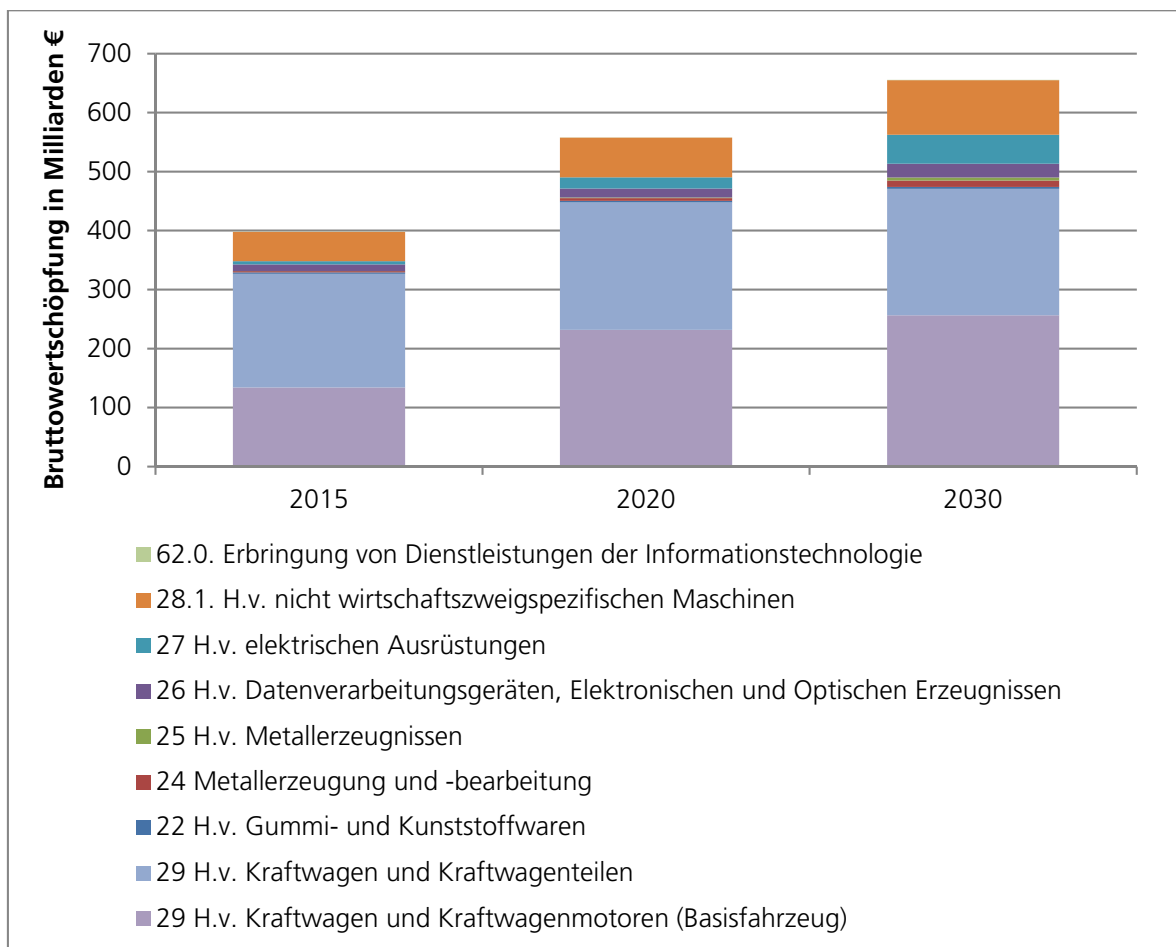


Abbildung 28: Globale Wertschöpfungspotenziale in der Fahrzeugproduktion – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

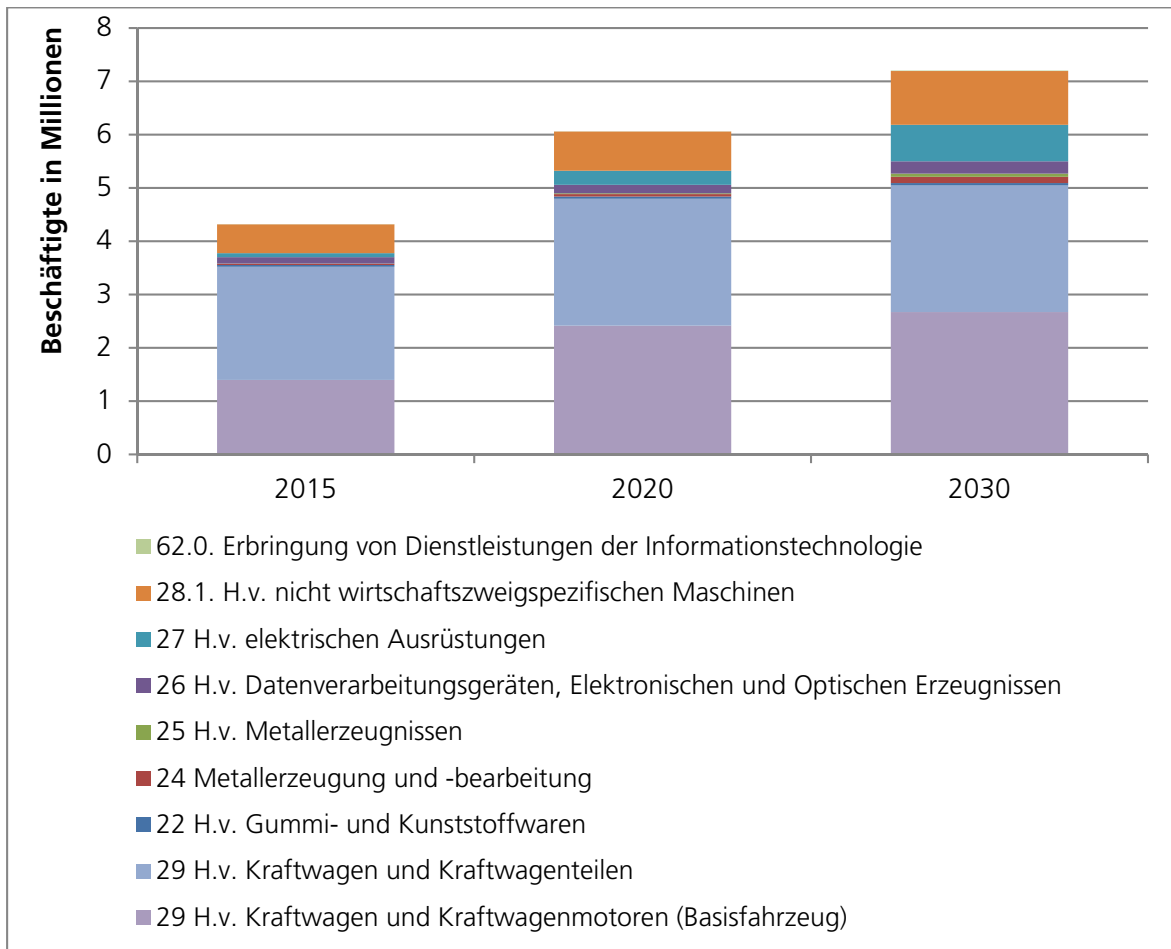


Abbildung 29: Globale Beschäftigungspotenziale in der Fahrzeugproduktion – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

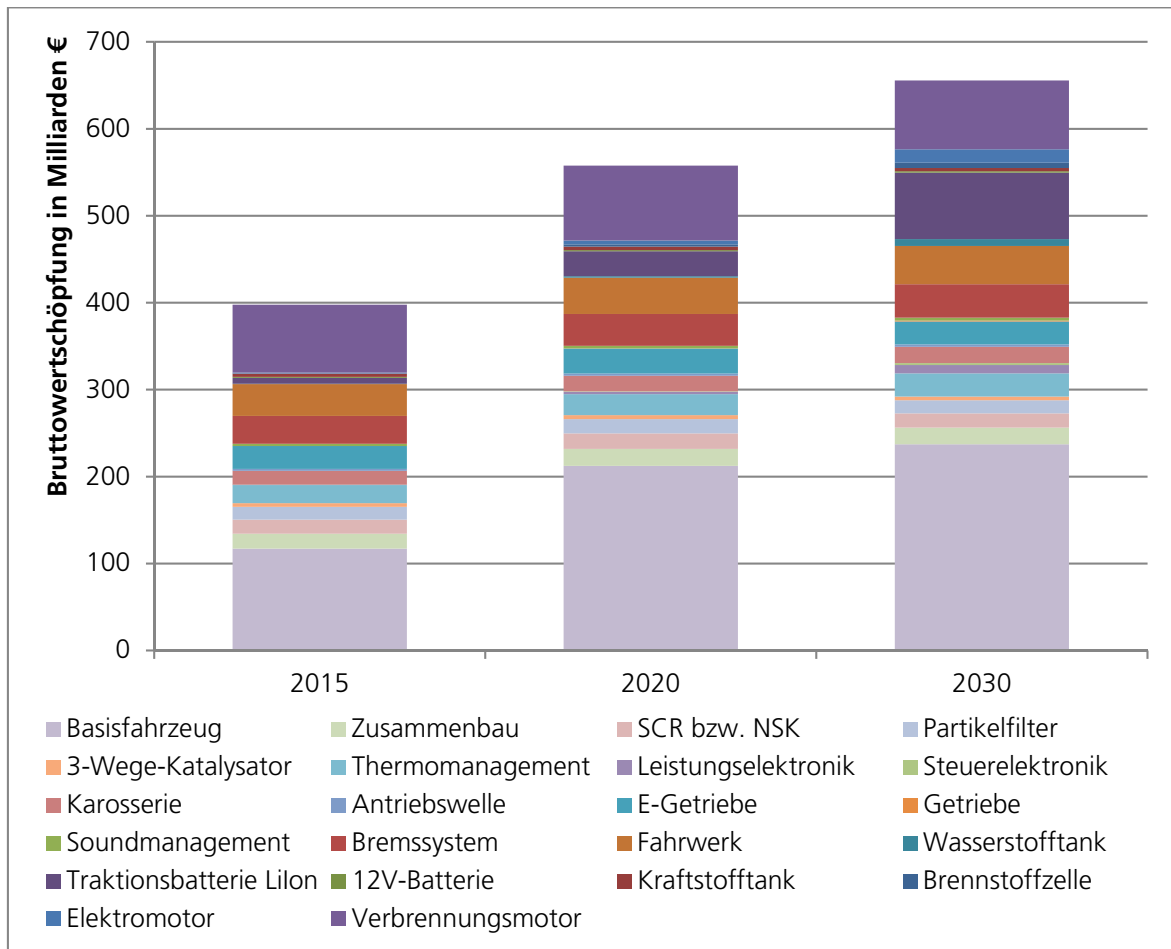


Abbildung 30: Globale Wertschöpfungspotenziale in der Fahrzeugproduktion – Komponenten-Darstellung

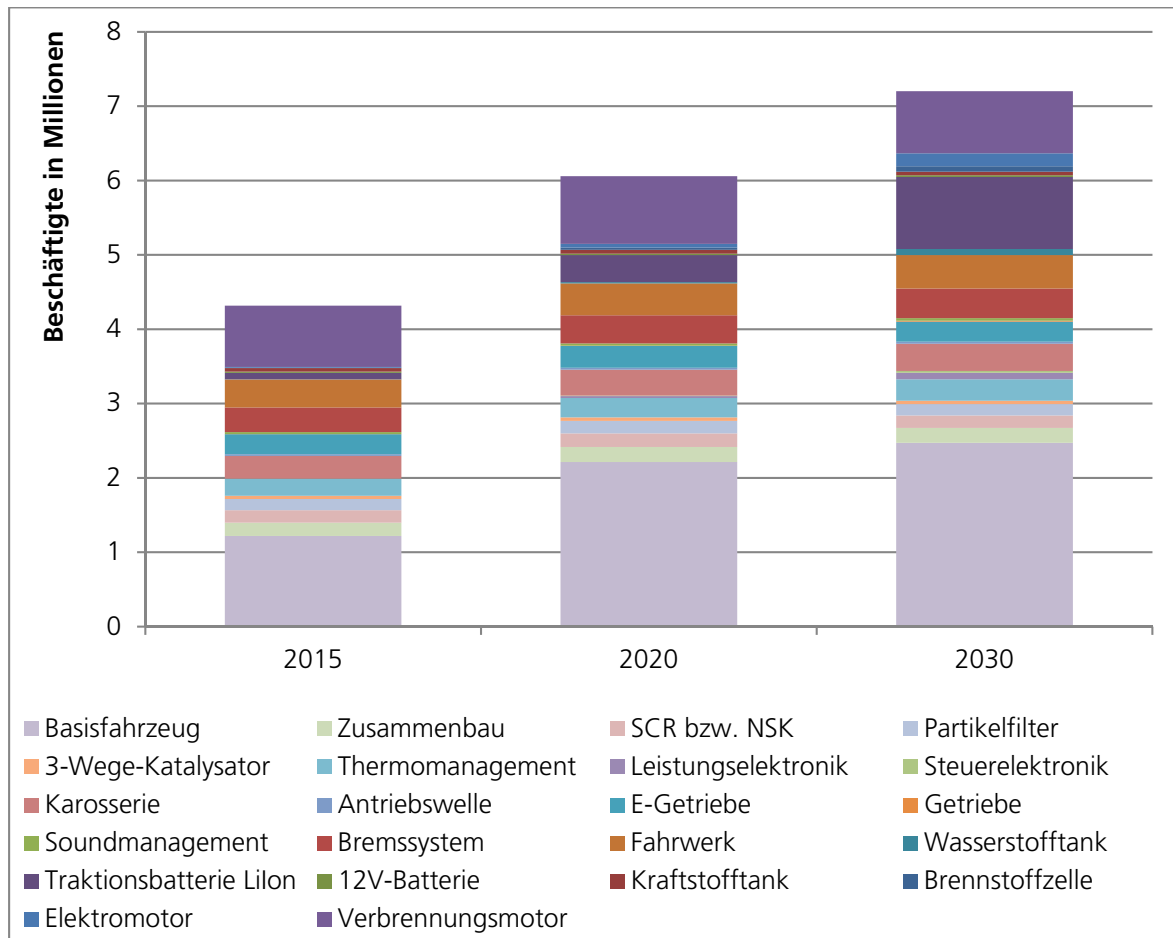


Abbildung 31: Globale Beschäftigungspotenziale in der Fahrzeugproduktion – Komponenten-Darstellung

Die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Elektromobilität durch die Herstellung der Infrastruktur werden in den *Abbildung 32 – Abbildung 35* dargestellt. Die Herstellkosten der Aggregate zum schnellen Laden sind die mit Abstand teuersten Module zur elektrischen Ladung. Für diese kann jedoch eine drastische Kostenreduktion aufgrund eines Stückzahlsprunges angenommen werden. Im Stückzahlszenario wird davon ausgegangen, dass von 140.000 Stück im Jahr 2020 ein Anstieg auf 800.000 produzierte Stück in 2030 erfolgt (vgl. *Abbildung 14*). Die vergleichsweise geringen Kosten der anderen beiden Ladekonzepte resultieren aus der Tatsache, dass hier vorwiegend Standardkomponenten der Elektronikindustrie verbaut werden.

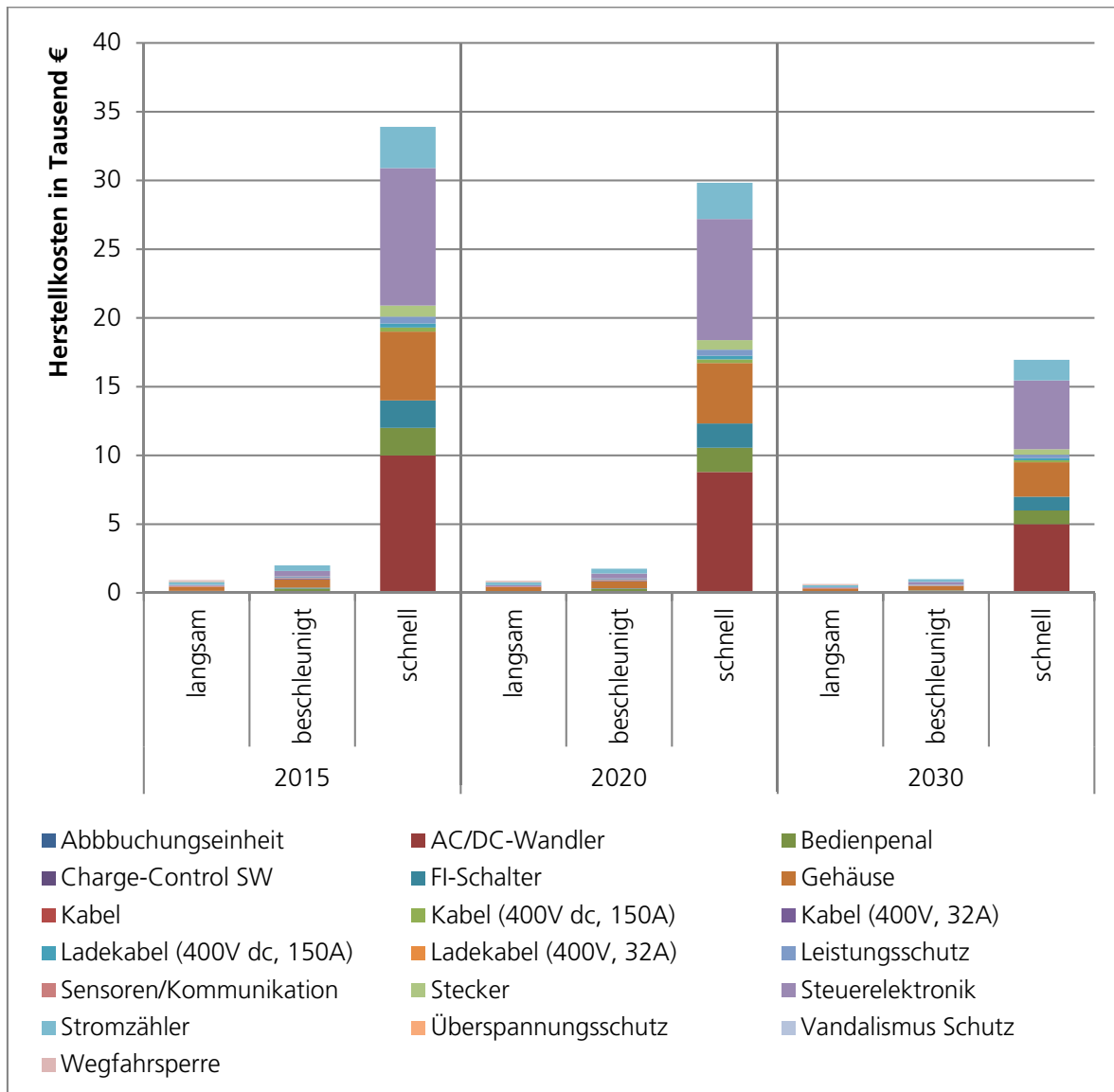


Abbildung 32: Herstellkosten der verschiedenen elektrischen Ladekonzepte

Die Herstellkosten der Wasserstofftankeinrichtungen und zugehöriger Wasserstoffspeicher unterliegen wie die Komponenten der Schnellladestation einer signifikanten stückzahlbegründeten Degression. Dabei sinken die Kosten von knapp unter 1,8 Mio. € im Jahr 2015 [39] auf 800.000 € in 2030.

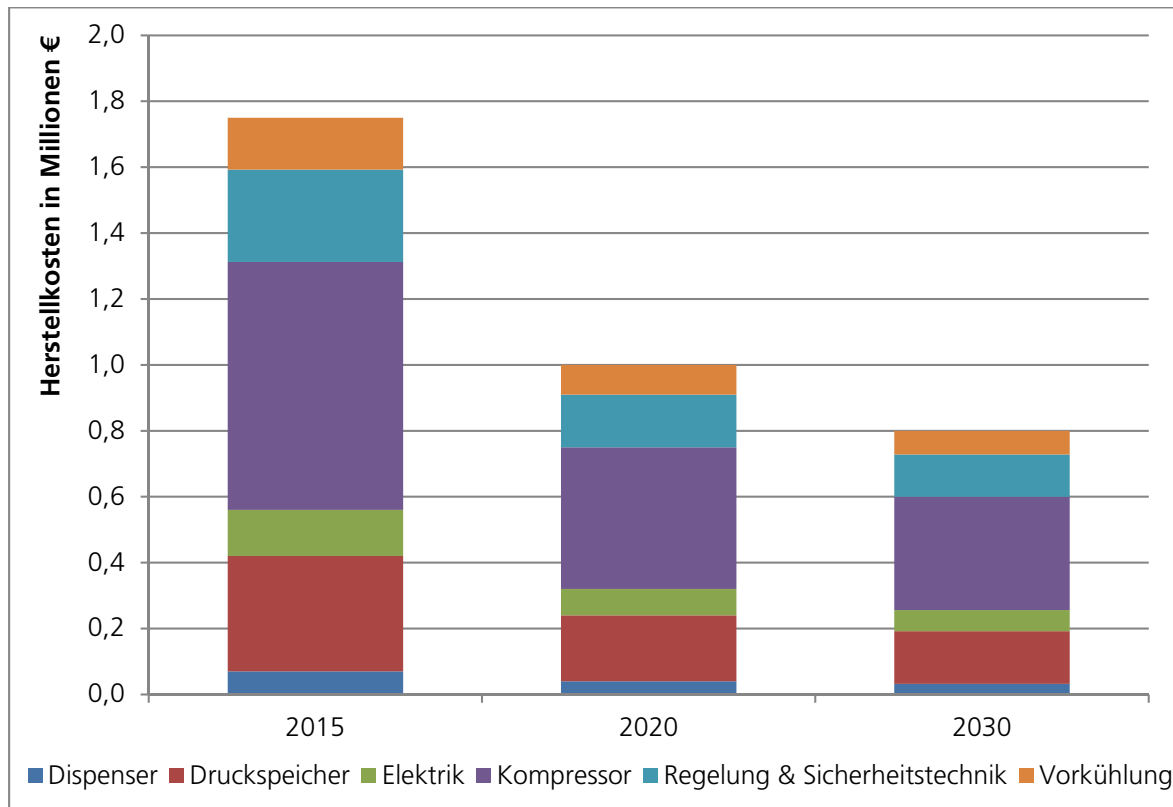


Abbildung 33: Herstellkosten von Wasserstofftankstellen

Im Bereich der Infrastrukturkomponenten ergeben sich die in den folgenden Abbildungen (vgl. *Abbildung 34* und *Abbildung 35*) dargestellten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte. Die Wertschöpfung wird von vernachlässigbar geringen Werten in den kommenden Jahren auf rund 32 Mrd. € Bruttowertschöpfung und rund 360.000 Beschäftigte in 2030 ansteigen. Dabei geht in etwa ein Drittel auf die Produktion der Ladeinfrastruktur und zwei Drittel auf die Produktion der Wasserstoffinfrastruktur zurück.

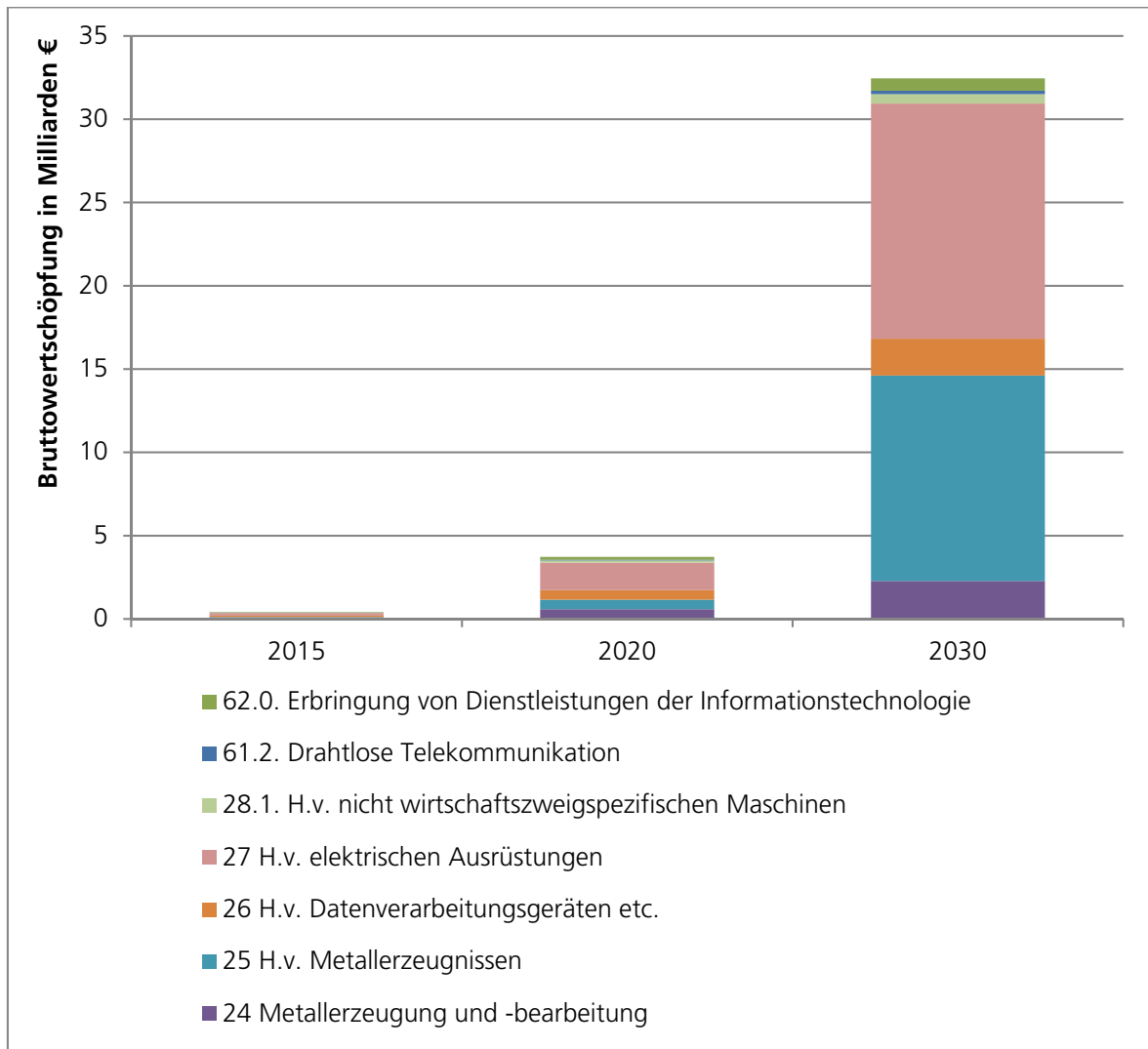


Abbildung 34: Globale Wertschöpfungspotenziale in der Produktion der e-mobilitätsbezogenen Infrastrukturkomponenten – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

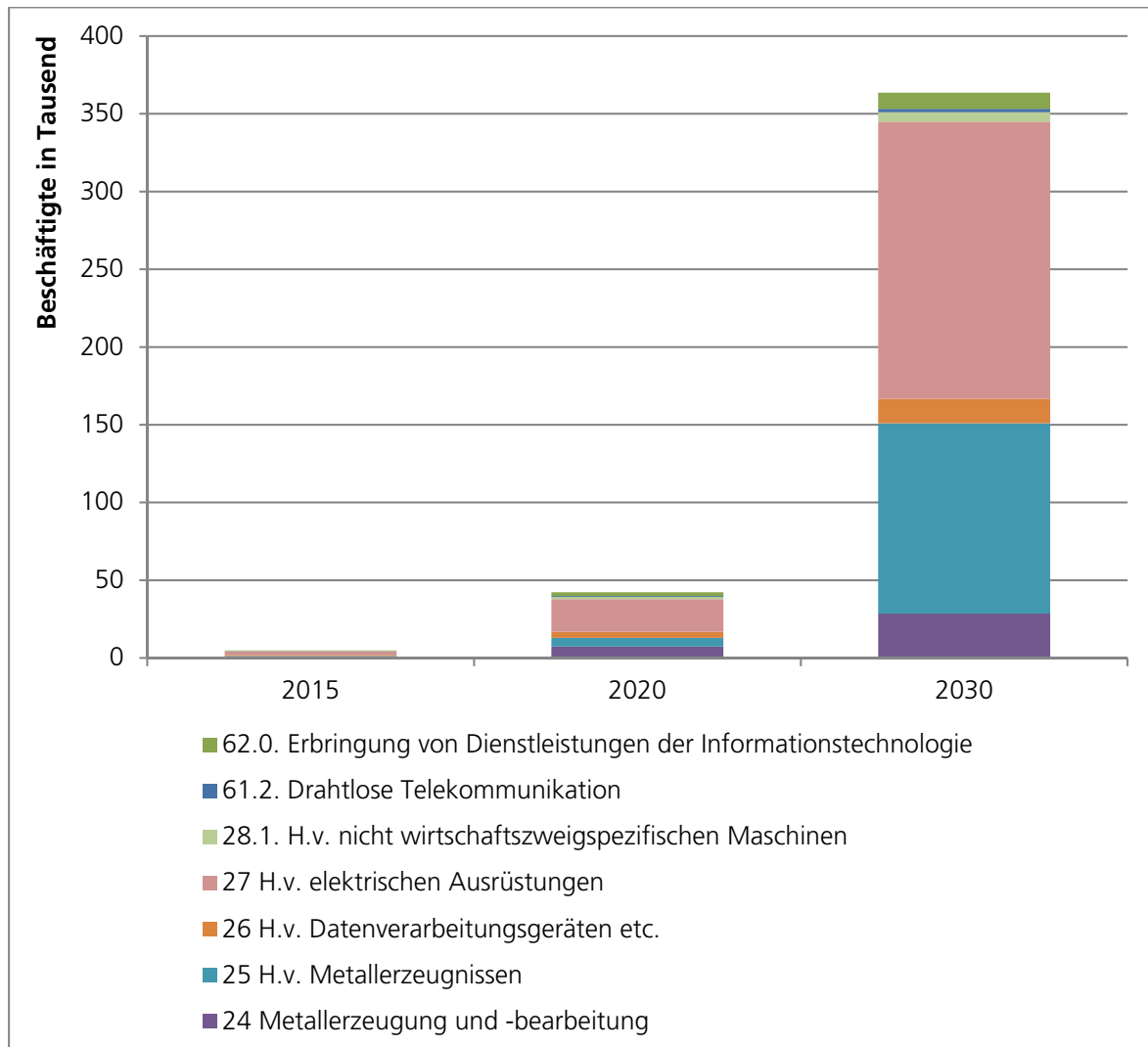


Abbildung 35: Globale Beschäftigungspotenziale in der Produktion der e-mobilitätsbezogenen Infrastrukturkomponenten – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

6.1.2 Produktionsbezogene Effekte

Bei der Ermittlung der produktionsbezogenen Effekte wird ausgehend von den in 5.3.2.5 angenommenen Werten zu Kosten und Kapazitäten sowie den aus dem Stückzahlenszenario abgeleiteten Kapazitätsbedarfen der jeweiligen Komponenten, ein Stückzahlenszenario für die Herstellung von Maschinen und Anlagen abgeleitet.

Bei der Ermittlung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte wurden für die Lithium-Ionen Batterie bereits installierte ungenutzte Kapazitäten nach [15] berücksichtigt. Durch optimistische Annahmen der vergangenen Jahre und damit einhergehende Förderschwerpunkte von Regierungsbehörden kam es weltweit

zu der vermehrten Einrichtung von Produktionsanlagen zur Herstellung dieser Komponenten. Diese sind durch die aktuell noch geringe Nachfrage nicht ausgelastet und werden daher in den Berechnungen berücksichtigt. Laut [15] handelt es sich hier global um etwa 18,3 GWh im Jahr 2014 an ungenutzter Kapazität. In den anderen Bereichen (Elektromotor, Brennstoffzelle und Leistungselektronik) besteht keine derart signifikante Anzahl ungenutzter Kapazitäten und werden daher nicht berücksichtigt.

Anhand der Berechnungen konnte ein Anstieg an Wertschöpfung von rund 27 Mrd. € und an Beschäftigung von rund 350.000 Mitarbeitern in den Jahren von 2015 bis 2030 ermittelt werden (vgl. *Abbildung 36* und *Abbildung 37*).

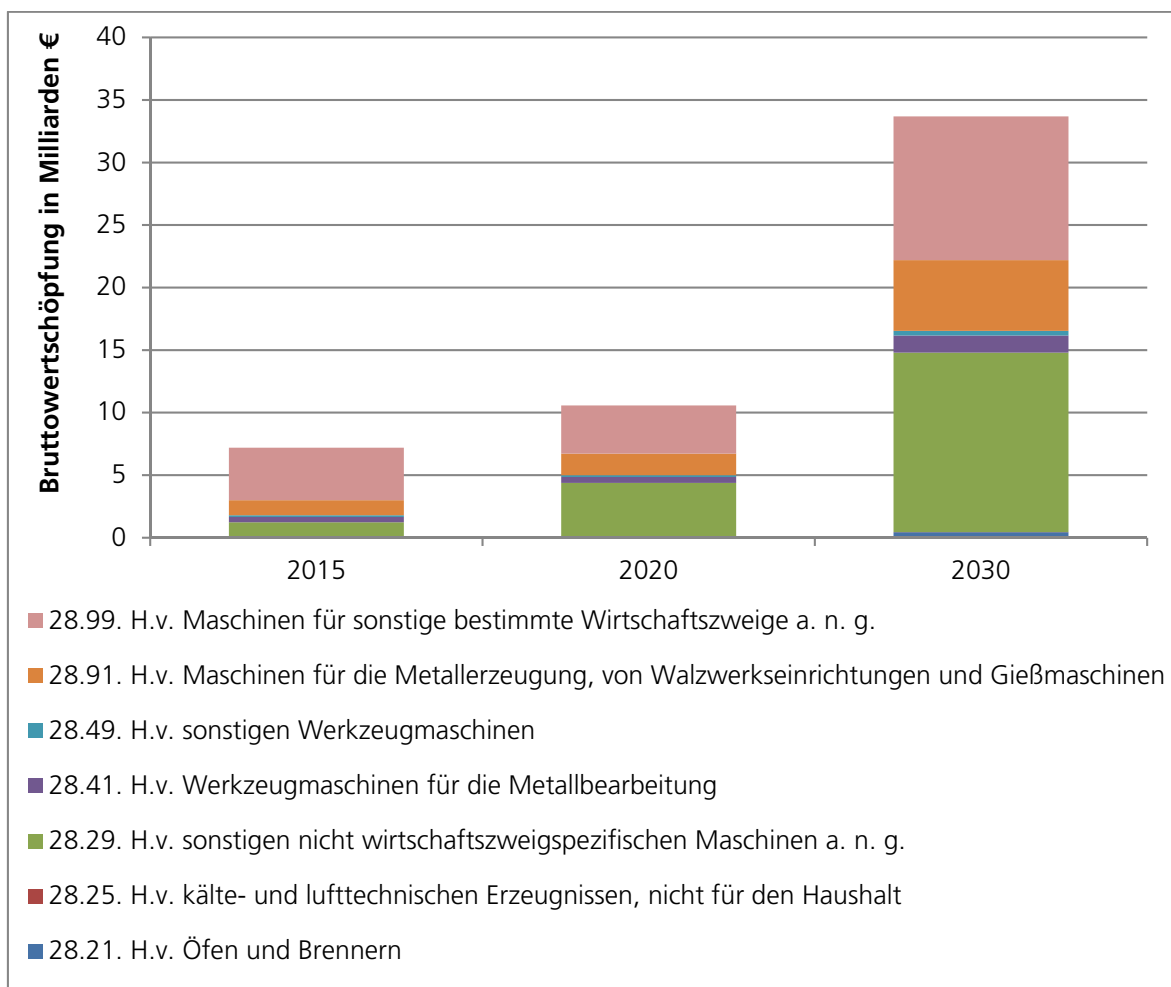


Abbildung 36: Globale Wertschöpfungspotenziale in der Produktion nötiger Produktionstechnologien der zentralen e-mobilitätsbezogenen Komponenten – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

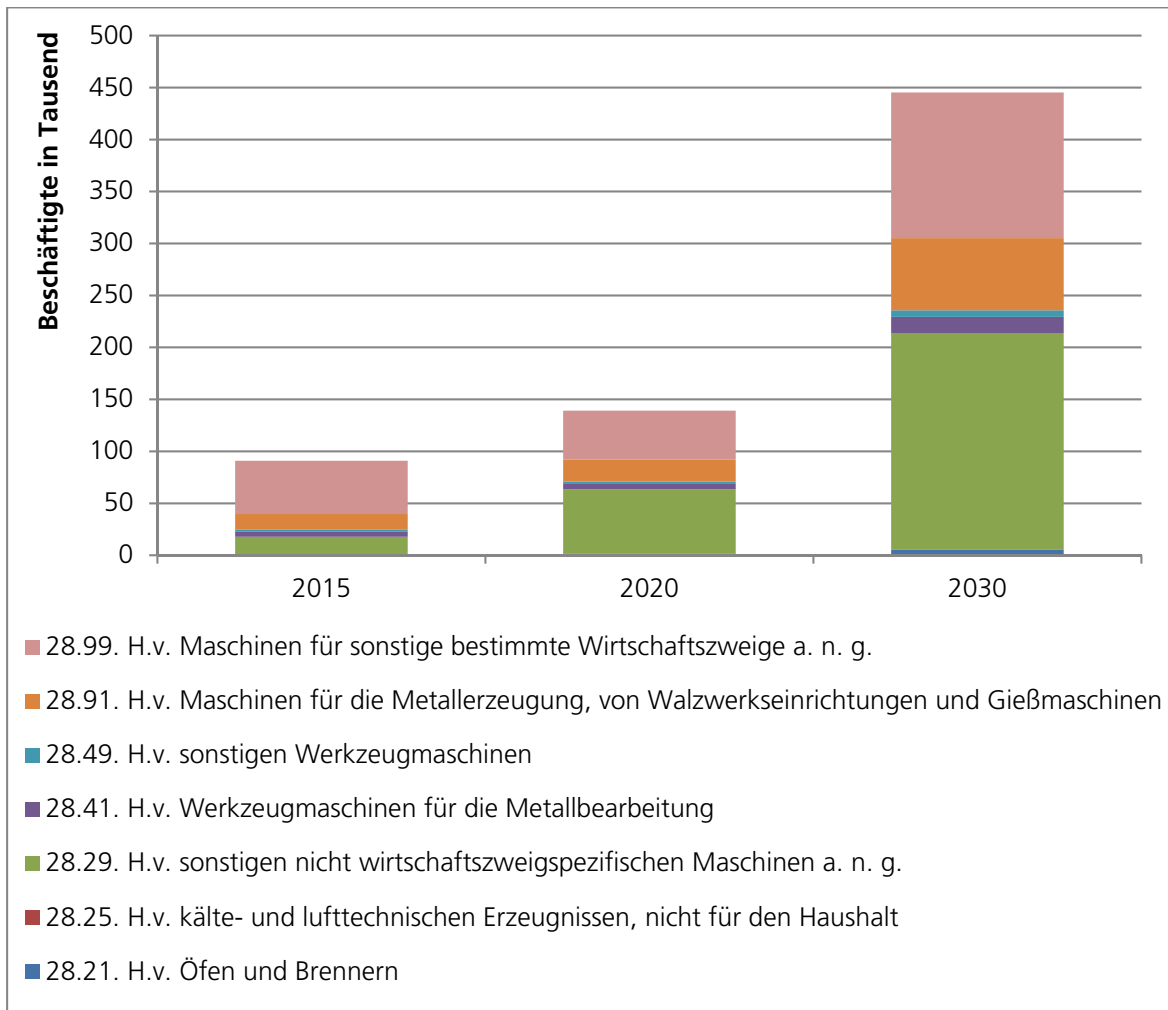


Abbildung 37: Globale Beschäftigungspotenziale in der Produktion nötiger Produktionstechnologien der zentralen e-mobilitätsbezogenen Komponenten – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

6.2 Österreichische Potenziale

Die österreichischen Wertschöpfungspotenziale werden von den globalen Potenzialen über die durchschnittlichen Weltmarktanteile¹² abgeleitet. Dabei werden allgemein folgende Weltmarktanteile als Startwerte gewählt:

- Elektrische Komponenten des Fahrzeuges: 0,38 %
- Mechanische Komponenten des Fahrzeuges: 1,75 %
- Maschinen- und Anlagenbau: 0,77 %

Sofern spezifische Firmeninformationen großer österreichischer Unternehmen verfügbar waren, konnten bestimmten Komponenten (bspw. Leistungs- und Steuerungselektronik, VKM, Getriebe) genauere Werte zugeordnet werden, die in der Regel in höheren Weltmarktanteilen resultierten.

6.2.1 Produktbezogene Potenziale

Das Potential der österreichischen Fahrzeugproduktion (ÖNACE 29) beläuft sich zwischen 2015 und 2030 auf einen Anstieg von rund 1,6 Mrd. € und 17.000 Beschäftigten (vgl. *Abbildung 38 – Abbildung 41*). Der Anstieg in Österreich fällt dabei geringer aus als im globalen Vergleich. Dies resultiert aus den Entwicklungen der Kategorie „ÖNACE-Klasse 29 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ (vgl. *Abbildung 38* und *Abbildung 39*). Den Hauptanteil an dieser Kategorie macht die Herstellung der Verbrennungskraftmaschine aus (vgl. *Abbildung 40* und *Abbildung 41*). Für diese wird ein sinkender Weltmarktanteil angenommen, da nicht davon ausgegangen wird, dass in Österreich neue Produktionskapazitäten in diesem Bereich entstehen werden.

Im Bereich der durch Elektromobilität neu angesprochenen Branchen kann Österreich jedoch stärker von globalem Wachstum der Automobilindustrie profitieren und die Wertschöpfung und Beschäftigung entsprechend ausbauen.

¹² Die durchschnittlichen Weltmarktanteile Österreichs werden über verfügbare Statistiken ermittelt (Statistik Austria, OECD, Weltbank).

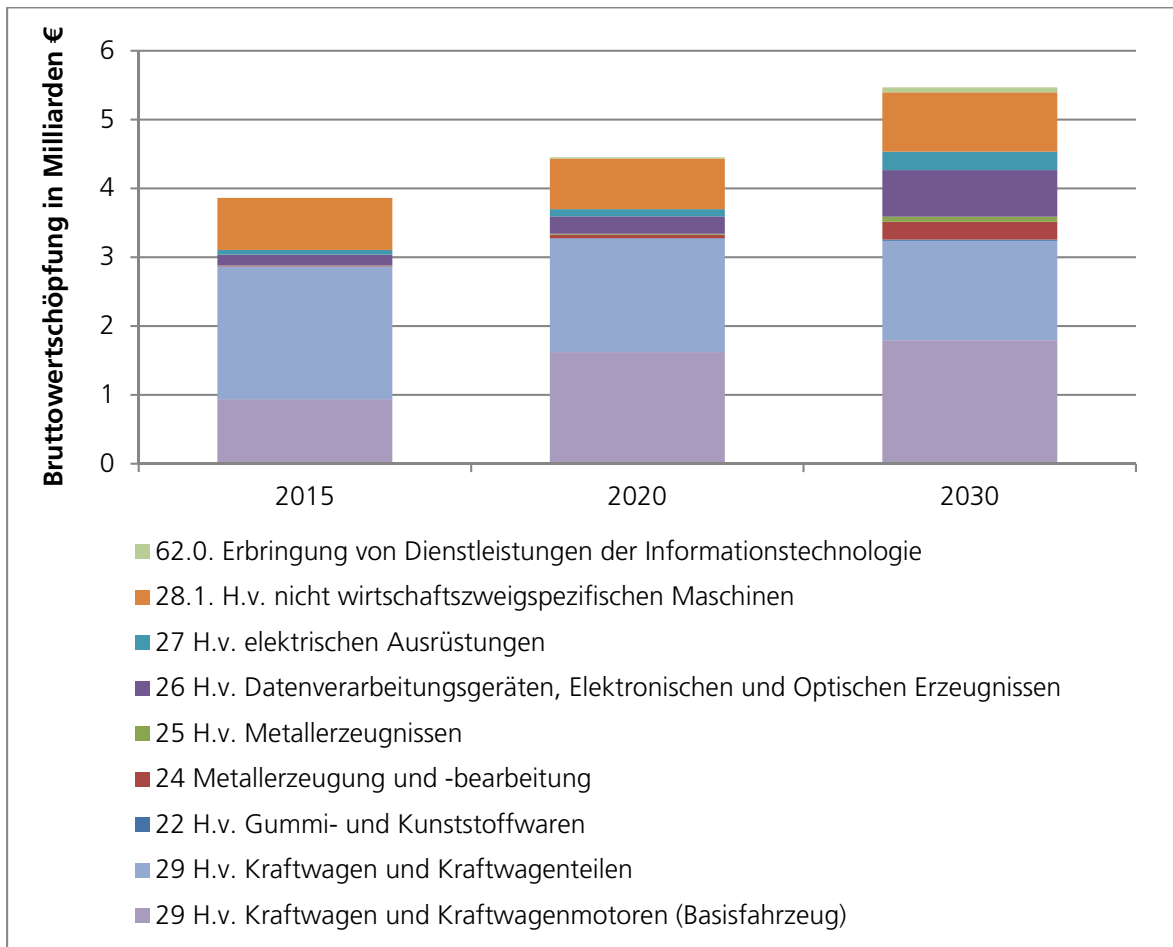


Abbildung 38: Österreichische Wertschöpfungspotenziale in der Fahrzeugproduktion – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

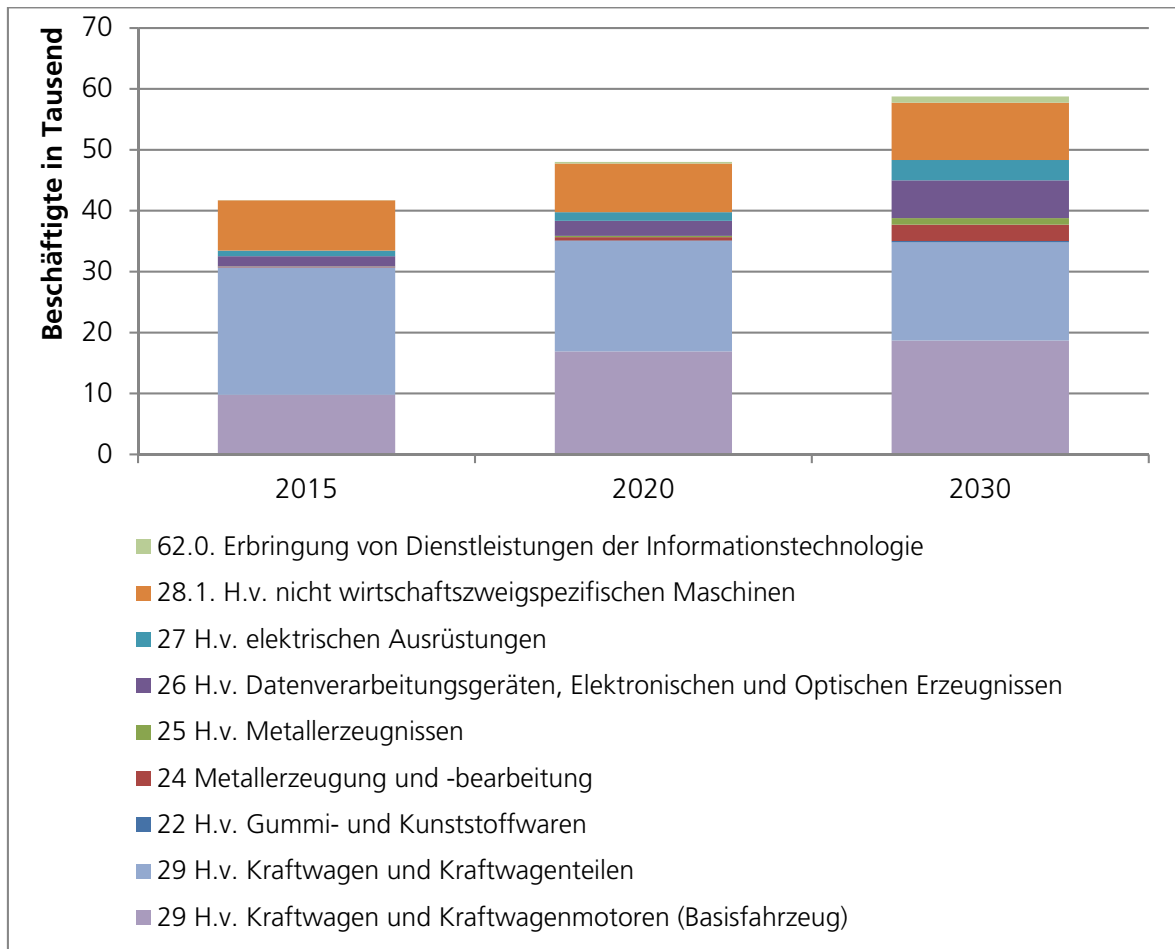


Abbildung 39: Österreichische Beschäftigungspotenziale in der Fahrzeugproduktion – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

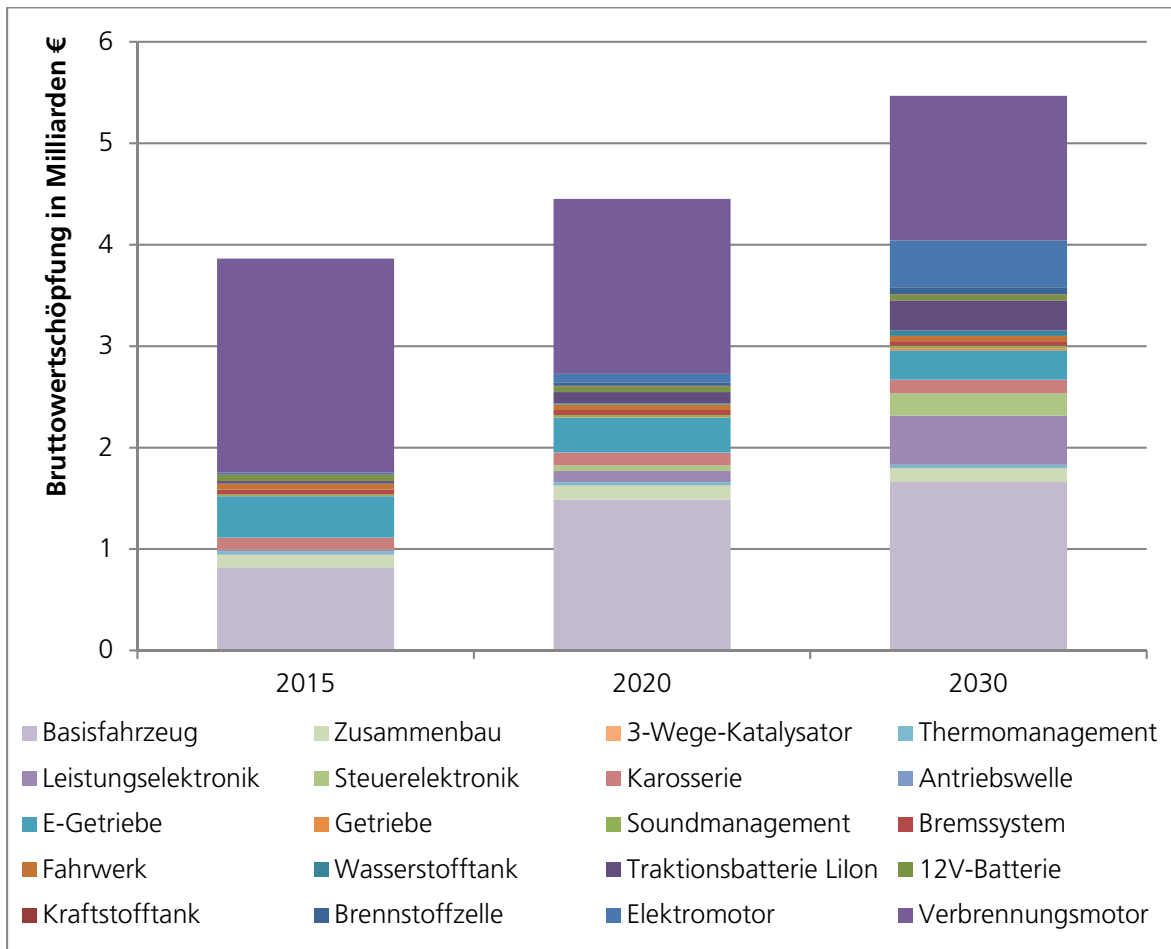


Abbildung 40: Österreichische Wertschöpfungspotenziale in der Fahrzeugproduktion – Komponenten-Darstellung

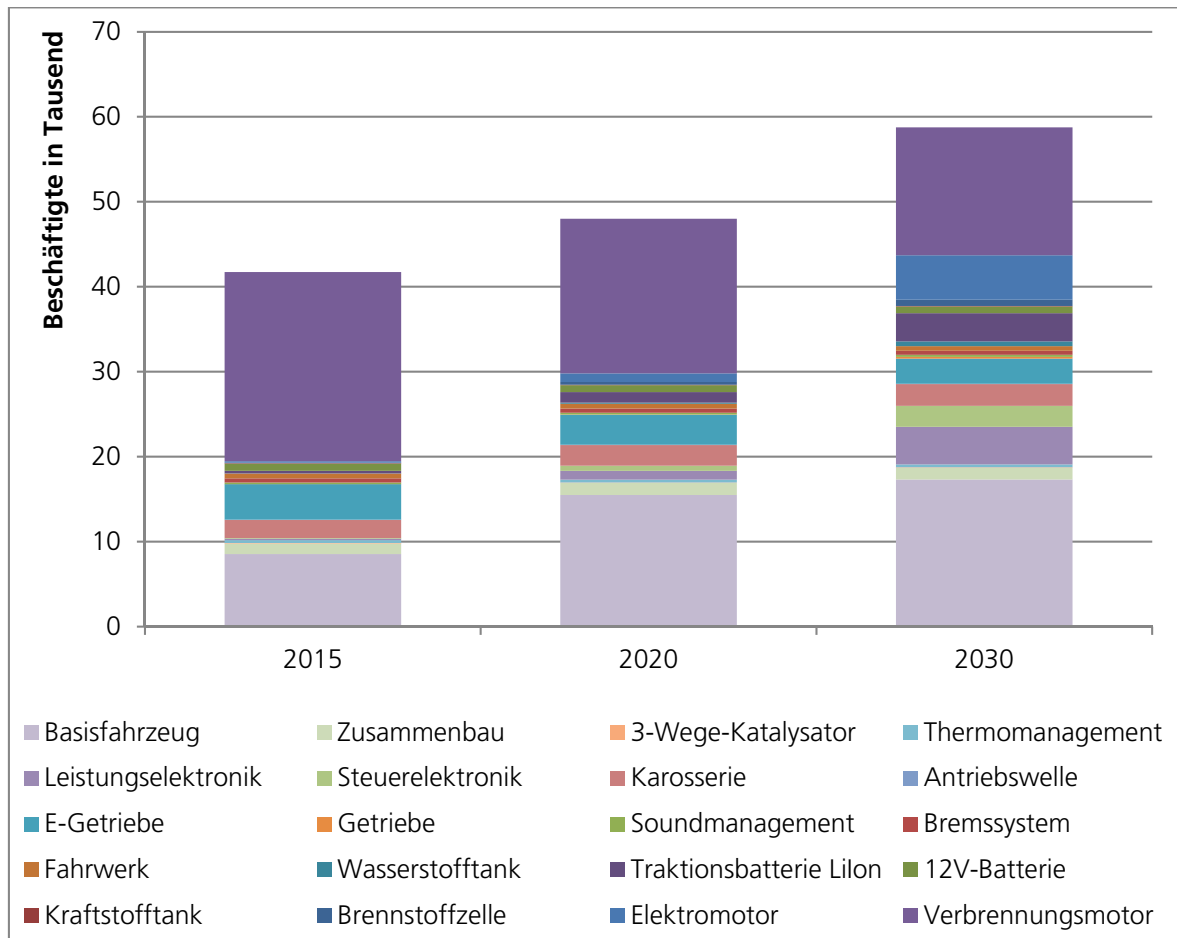


Abbildung 41: Österreichische Beschäftigungspotenziale in der Fahrzeugproduktion – Komponenten-Darstellung

Die steigende Wertschöpfung und Beschäftigung durch die Herstellung von Komponenten der Lade- und Tankinfrastruktur führt für österreichische Hersteller zu einer Bruttowertschöpfung von knapp 250 Mio. € und einer Beschäftigung von rund 2.800 Mitarbeitern im Jahr 2030 (vgl. *Abbildung 42* und *Abbildung 43*).

Hierbei ist anzumerken, dass sich der sprunghafte Anstieg von 2020 auf 2030 maßgeblich durch die starken Effekten der wertschöpfungs- und beschäftigungsintensiven Schnellladekonzepte und Wasserstofftankstellen ergibt. Aufgrund der bisher wenig etablierten Wertschöpfungsketten sind die Prognosen mit höheren Unsicherheiten belastet als im Bereich der Fahrzeugkomponenten.

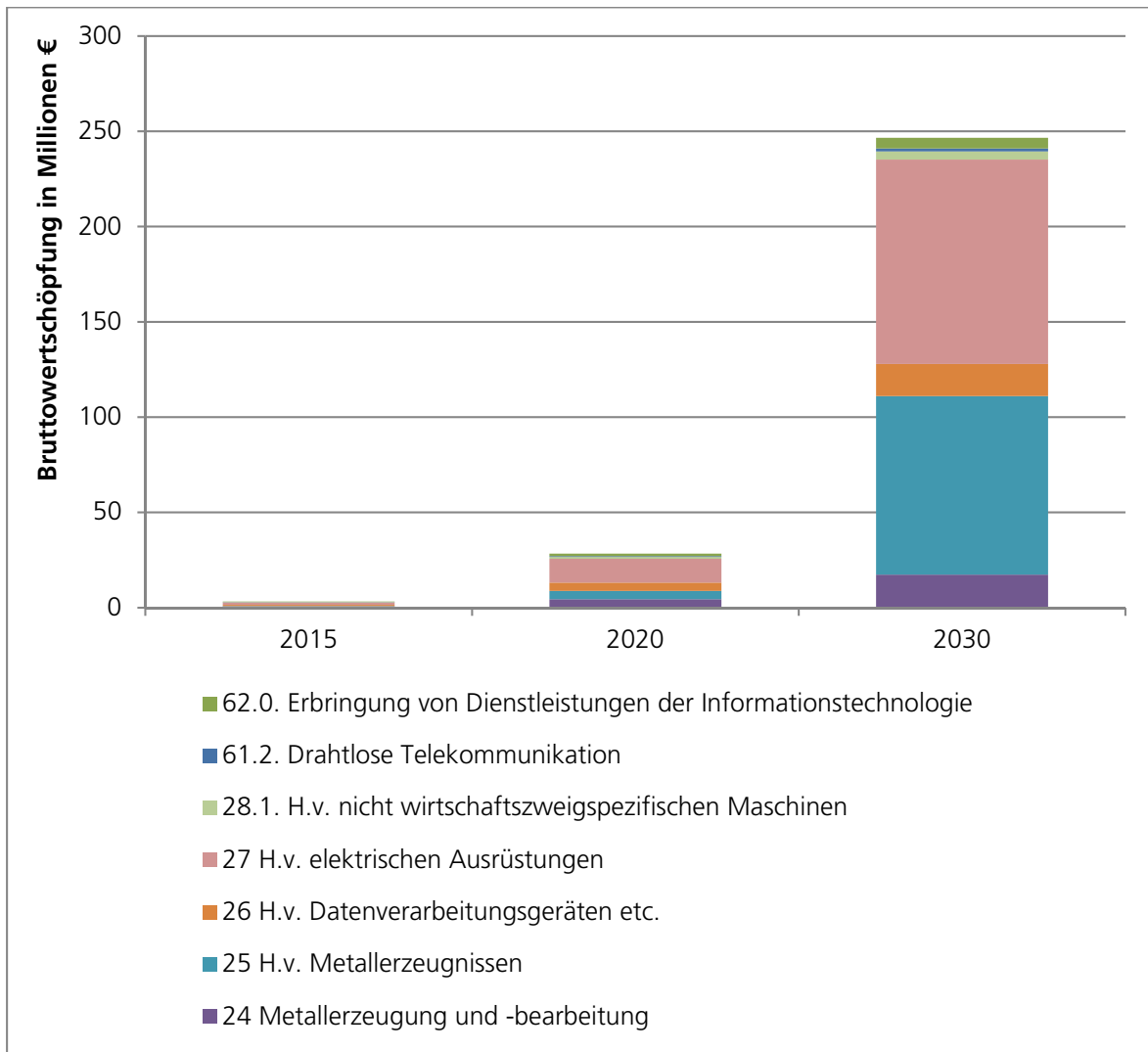


Abbildung 42: Österreichische Wertschöpfungspotenziale in der Produktion der e-mobilitätsbezogenen Infrastrukturkomponenten – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

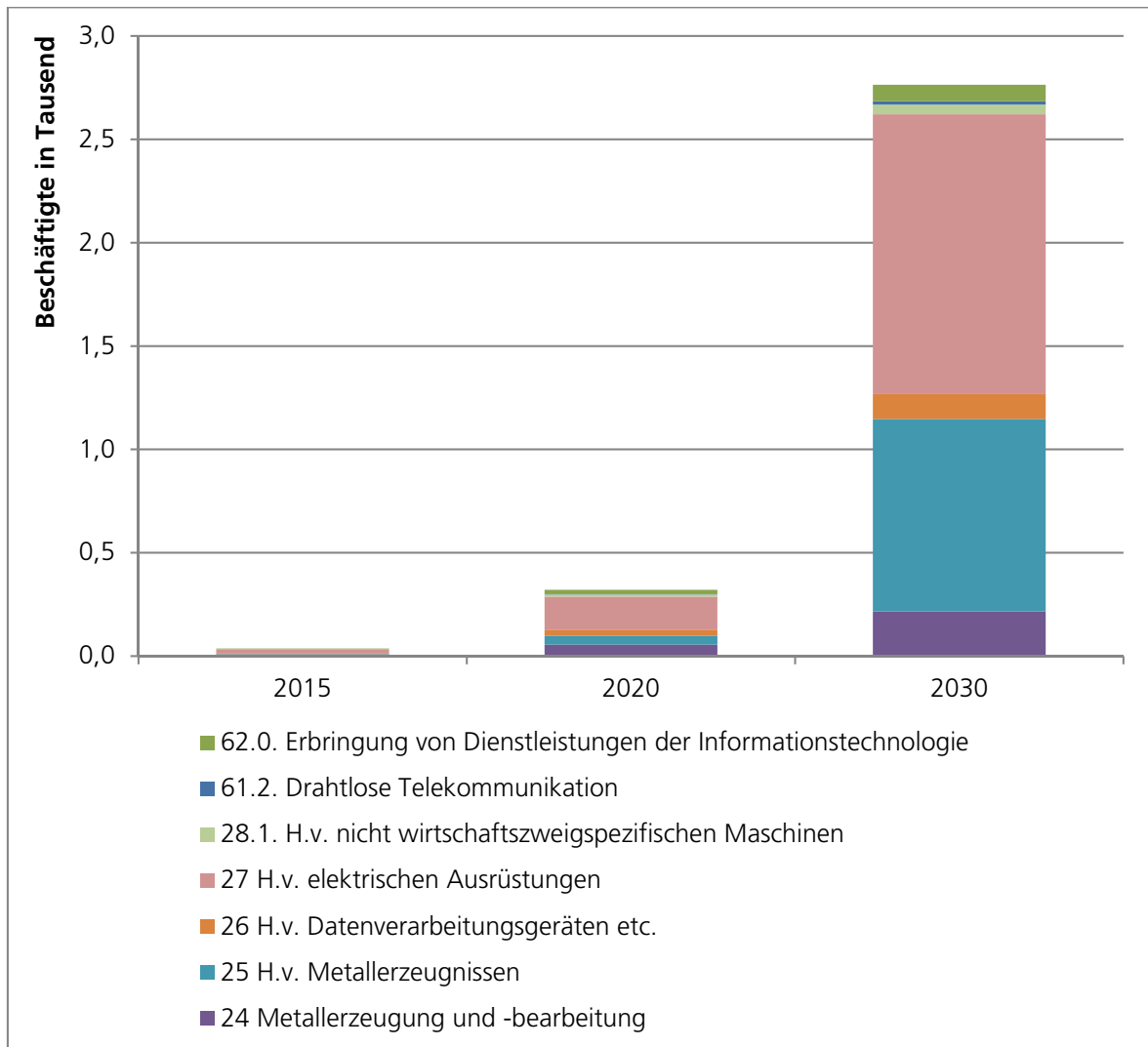


Abbildung 43: Österreichische Beschäftigungspotenziale in der Produktion der e-mobilitätsbezogenen Infrastrukturkomponenten – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

Die folgenden Abbildungen (vgl. *Abbildung 44* und *Abbildung 45*) stellen dar, welche Potenziale auf die Herstellung von Elektromobilitätskomponenten und welche auf konventionelle Komponenten zurückzuführen sind. Dazu wird das FhA-Stückzahlenszenario in folgende Punkte untergliedert dargestellt:

- Produktion herkömmlicher Fahrzeuge (grau),
- Produktion von Fahrzeugen basierend auf elektromobilitätsbezogenen Antriebskonzepten, aufgespalten in
 - konventionelle ÖNACE (Braunabstufung) und

- für die Fahrzeugherstellung neue ÖNACE-Klassen (Blauabstufung), und
- Produktion der Komponenten der elektromobilitätsbezogenen Infrastruktur (dunkelblau)

Zum anderen wird als Referenz das Wertschöpfungs- bzw. Beschäftigungspotenzial ausgewiesen, das resultieren würde, wenn die global produzierte Fahrzeugstückzahl nur konventionelle Fahrzeuge umfassen würde (strichlierte Linie). In diesem Szenario wird also angenommen, dass bspw. im Jahr 2030 ca. 110 Mio. konventionelle Fahrzeuge produziert werden würden, im Gegensatz zum FhA-Stückzahlenszenario (15 Mio. BEV, 9 Mio. HEV, 15 Mio. PHEV, 4 Mio. FCEV und 67 Mio konventionelle Fahrzeuge).

Die Analysen zeigen, dass Österreich aufgrund der Kompetenzen im Bereich der elektromobilitätsbezogenen Komponenten ein Wachstumspotenzial aufweist und die Wertschöpfung und Beschäftigung im Vergleich zu dem rein konventionellen Szenario (strichlierte Linie) stärker ansteigt. Die österreichische Wirtschaft kann durch Elektromobilität stärker vom globalen Wachstum profitieren als im rein konventionellen Szenario. Dabei zeigt sich, dass die Komponenten der Infrastruktur zwar eine Rolle spielen, aber die Effekte im Vergleich zur Fahrzeugproduktion gering ausfallen (türkise Fläche). Ein Risiko für die Fahrzeugindustrie Österreichs ergäbe sich, wenn Elektromobilität nicht berücksichtigt würde und ausschließlich auf konventionelle Komponenten gesetzt würde (graue und braune Flächen).

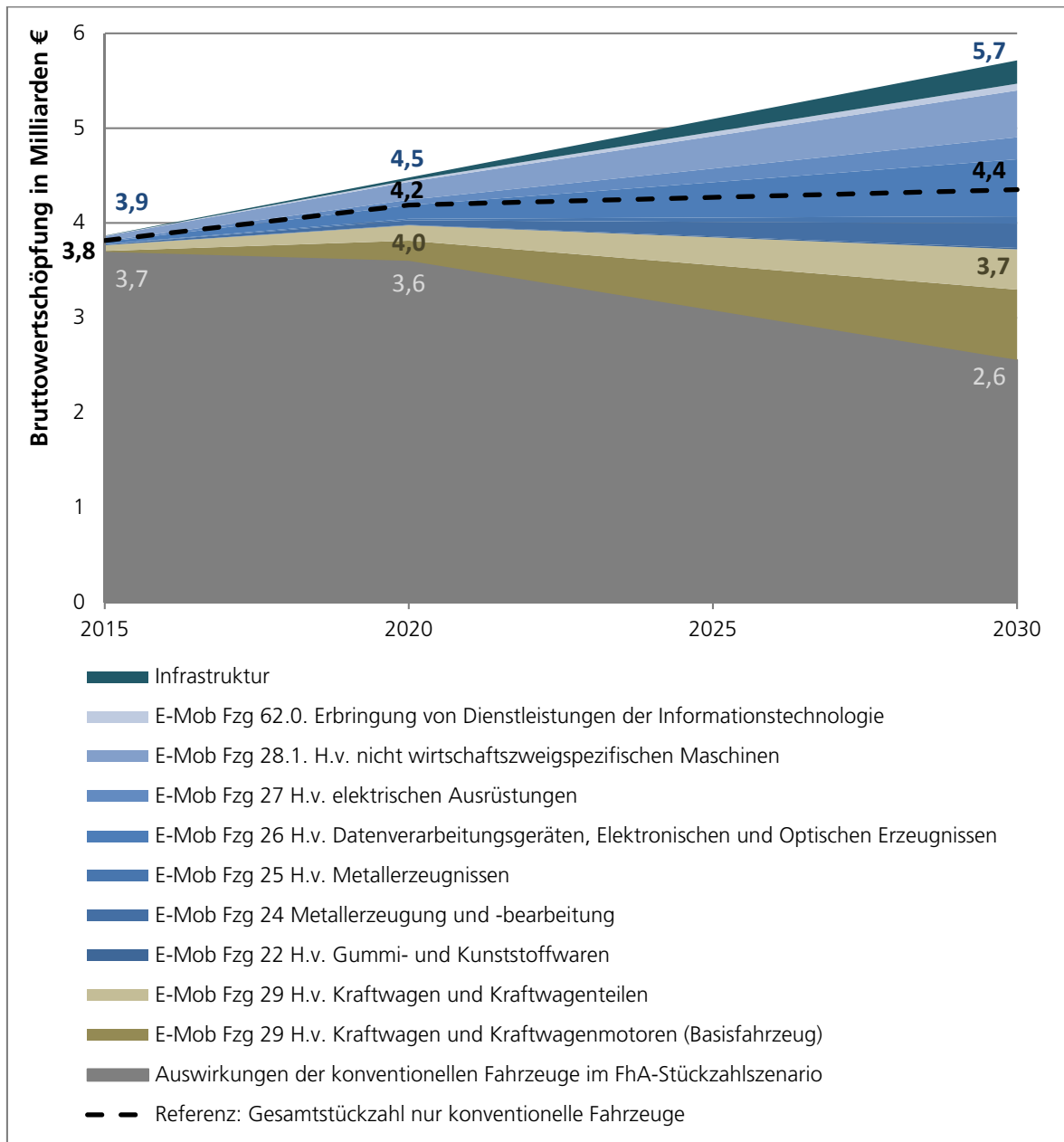


Abbildung 44: Zusammenfassung der österreichischen Wertschöpfungseffekte (H.v. ... Herstellung von)

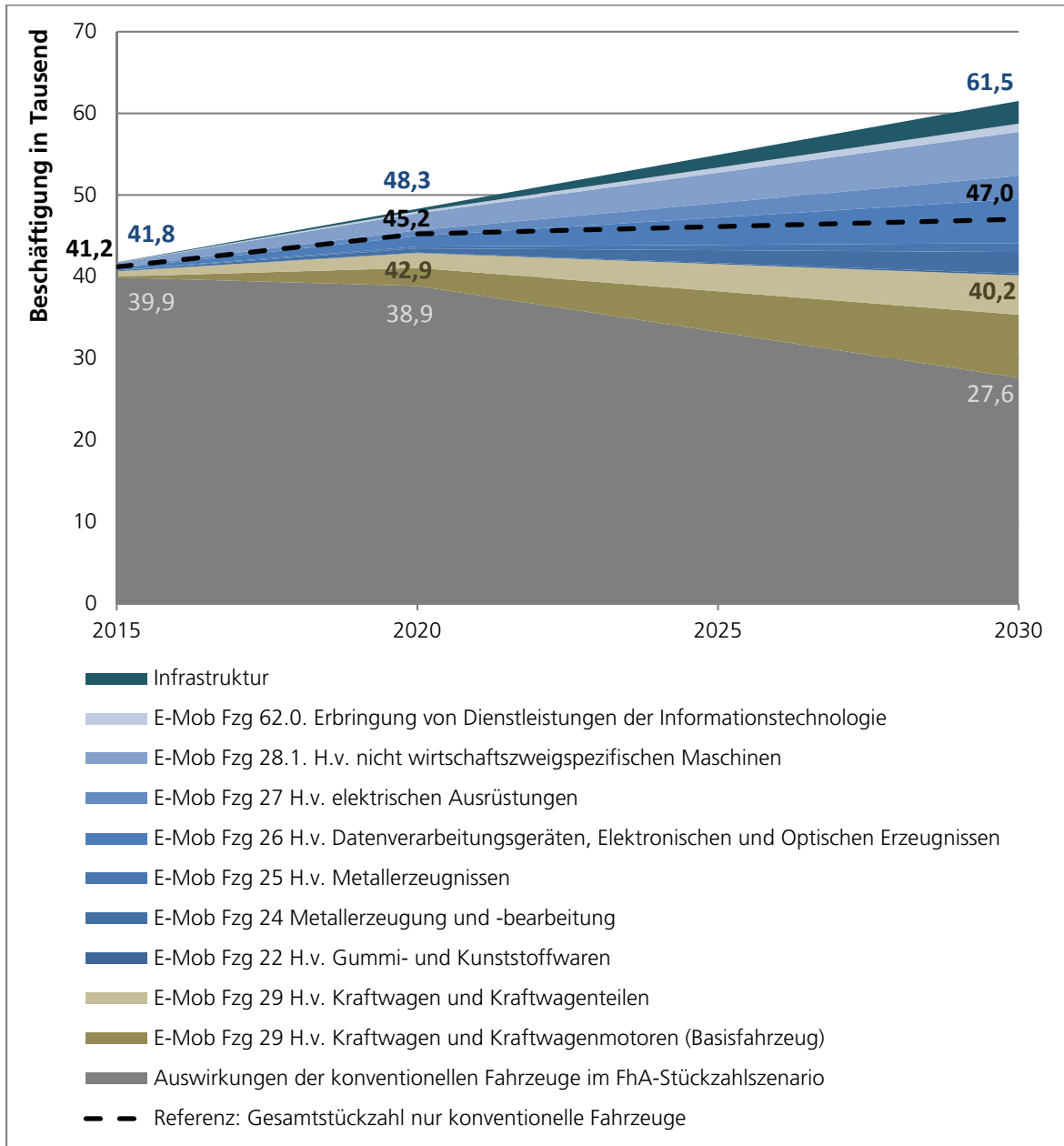


Abbildung 45: Zusammenfassung der österreichischen Beschäftigungseffekte (H.v. ... Herstellung von)

6.2.2 Produktionstechnologiebezogene Potenziale

Die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in der Herstellung der Produktionstechnologien der zentralen Komponenten verlaufen analog zu den globalen Entwicklungen. Für österreichische Hersteller konnte ein Potential (Anstieg) von rund 200 Mio. € und 2.700 Mitarbeitern von 2015 auf 2030 ermittelt werden (vgl. *Abbildung 46* und *Abbildung 47*).

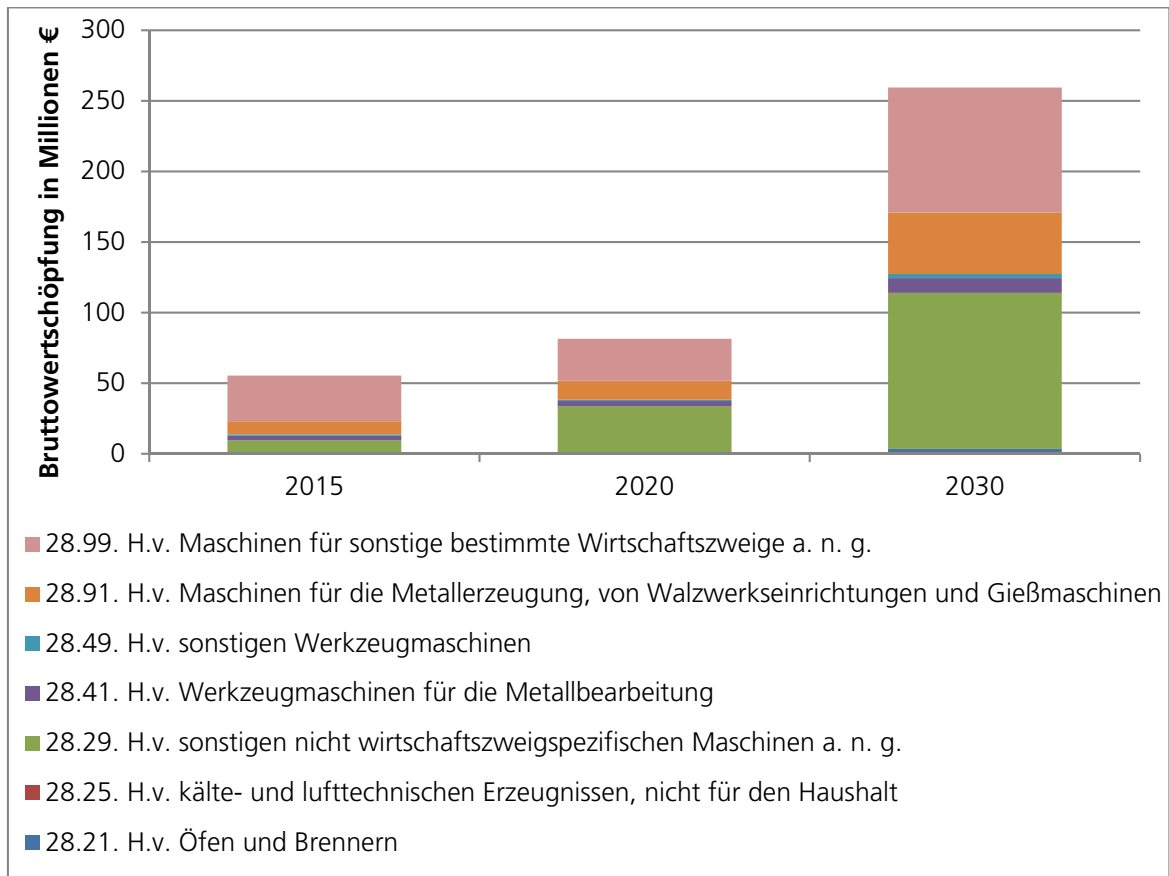


Abbildung 46: Österreichische Wertschöpfung zufolge der Herstellung nötiger Produktionstechnologien der vier zentralen e-mobilitätsbezogenen Komponenten (Elektromotor, Brennstoffzelle, Lithium-Ionen Batterie, Leistungselektronik) – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

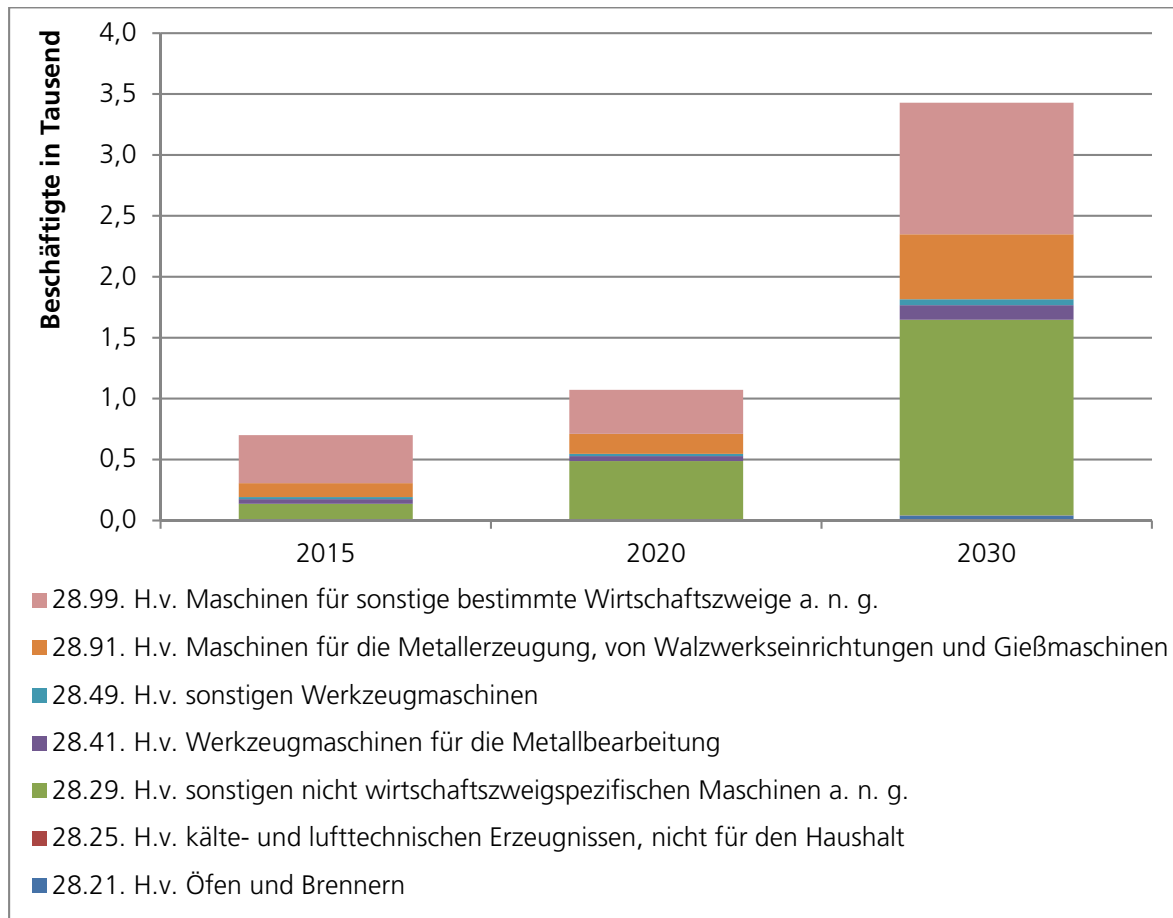


Abbildung 47: Österreichische Beschäftigung zufolge der Herstellung nötiger Produktionstechnologien der vier zentralen e-mobilitätsbezogenen Komponenten (Elektromotor, Brennstoffzelle, Lithium-Ionen Batterie, Leistungselektronik) – ÖNACE-Darstellung (H.v. ... Herstellung von)

Abbildung 48 und Abbildung 49 sollen die Wertschöpfung und Beschäftigung einerseits zufolge der Produktion der zentralen Komponenten und andererseits zufolge der Produktion der Maschinen und Anlage (strichlierte Linie) zur Herstellung der zentralen Komponenten dar. Es wird die steigende Relevanz für Maschinen und Anlagen dargestellt. Ausgehend von 6 Mio. € Wertschöpfung und 700 Beschäftigten im Jahre 2015 ist ein Wachstum von 20 Mio. € und 2700 Beschäftigte bis 2030 auszumachen. Im Vergleich zu den produktbezogenen Effekten spielt die Herstellung der Produktionstechnologien jedoch eine untergeordnete Rolle. Hier ist anzumerken, dass die Effekte im Bereich der Maschinen und Anlagen modellseitig deutlich abstrakter betrachtet werden, bspw. resultierend in Abschätzungen von Investitionsvolumina. Weiters ist zu berücksichtigen, dass die Weltmarktanteile im Maschinen- und Anlagenbau deutlich geringer sind und aufgrund mangelnder Verfügbarkeit von statistischen Daten ein höheres Aggregationslevel aufweisen als bei den produktbezogenen Berechnungen.

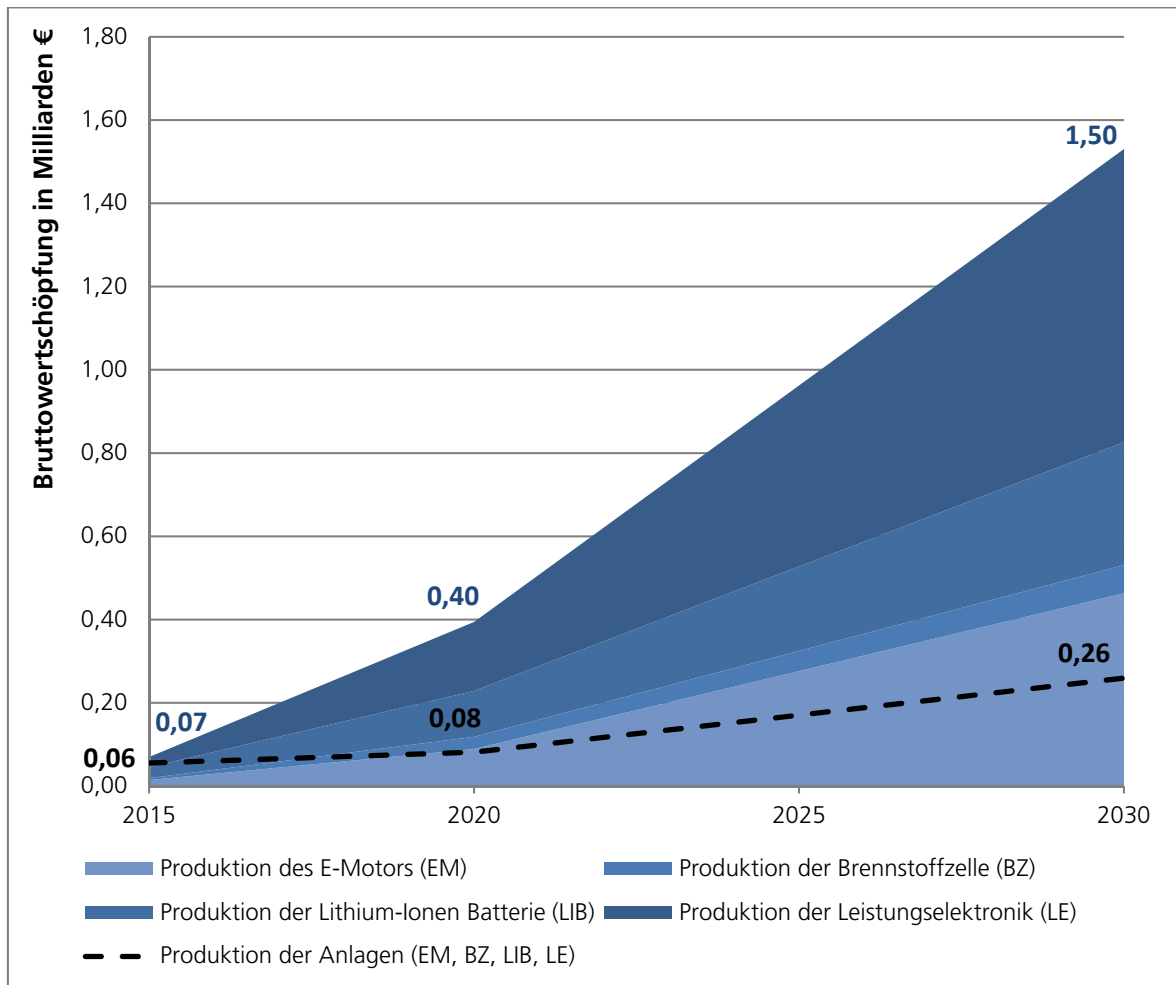


Abbildung 48: Vergleich der Wertschöpfung der Produktion der zentralen Komponenten und der zugehörigen Maschinen- und Anlagen

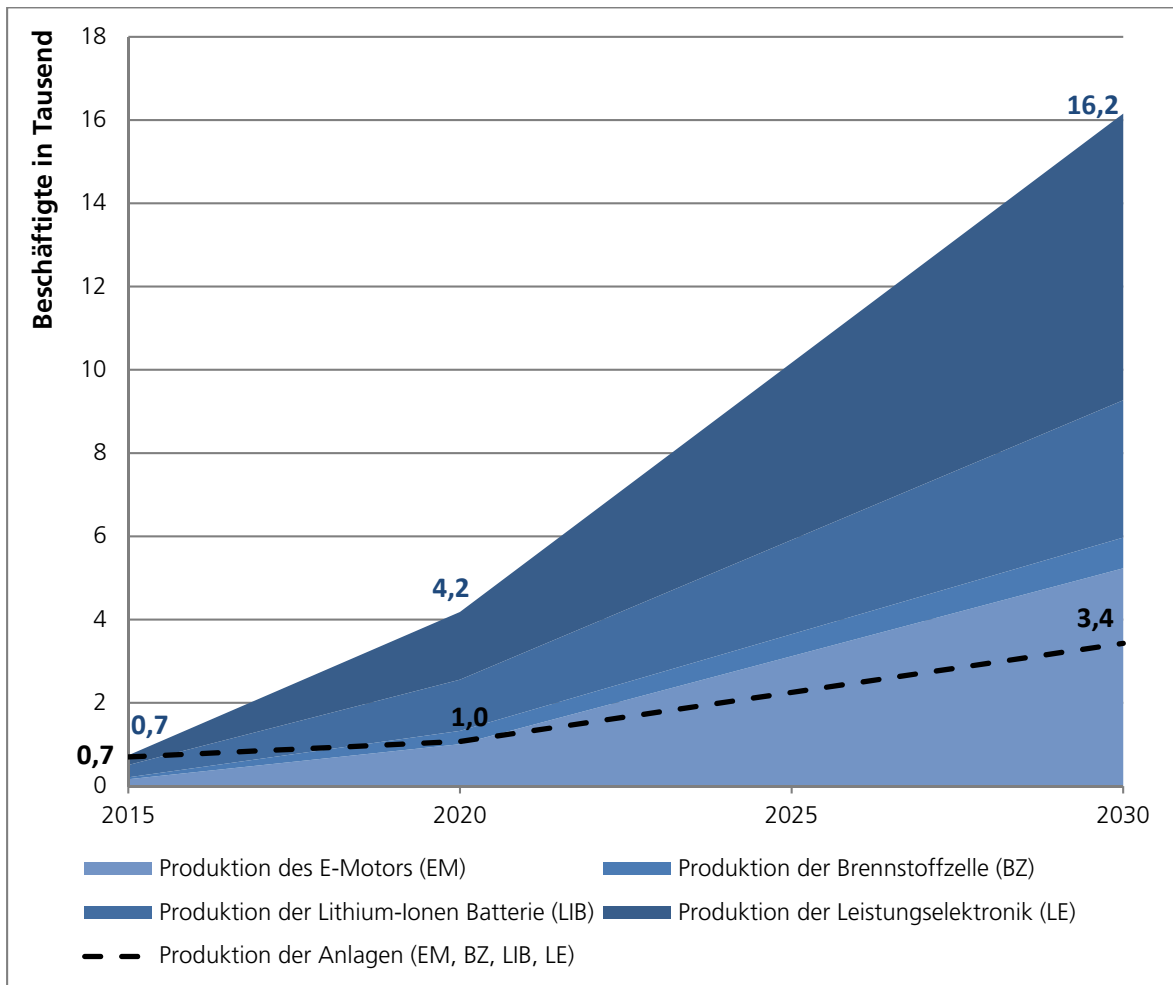


Abbildung 49: Vergleich der Beschäftigung der Produktion der zentralen Komponenten und der zugehörigen Maschinen- und Anlagen

7 Zusammenfassung der Herausforderungen für die elektro-mobilitätsbezogene Produktion

Elektromobilität verändert die Fahrzeugindustrie. Daraus lassen sich neue Produkt- und Prozesstechnologien sowie veränderte Produktionsstrukturen ableiten. Diese Veränderungen resultieren in Chancen und Risiken in der Wertschöpfung und Beschäftigung Automobil produzierender Länder und deren Zulieferländer, wie Österreich.

Österreichs Stärken äußern sich durch ein großes Wachstumspotenzial sowohl für Komponenten für konventionelle Fahrzeuge als auch im Bereich der neuen Komponenten für die Elektromobilität. Dieses Potenzial lässt sich jedoch nur realisieren, wenn sich die Unternehmen entsprechend in die neuen Wertschöpfungsketten der Elektromobilität einbringen.

Durch die alleinige Weiterentwicklung von Produktionstechnologien sind keine großen Kostensenkungen möglich. Das in dieser Studie ausgewiesene Potenzial in der Herstellung von Maschinen und Anlagen fällt relativ gering aus. Dennoch ist es wichtig, aktuelle Entwicklungen in Prozesstechnologien zu verfolgen, bzw. Prozess- und Produktentwicklungen simultan weiterzuführen. Dadurch können mit dem Erreichen höherer Technologiereifegrade einhergehende, notwendige Adaptierungen bzw. eine Flexibilisierung von gegebenen und neuen Produktionsstrukturen vorangetrieben werden.

Die Herausforderungen für den Standort Österreich lassen sich grundsätzlich in die Bereiche Produktionsstrukturen, Komponenten und Prozesstechnologien gliedern:

- **Herausforderungen in Produktionsstrukturen** betreffen vorwiegend Hersteller von Gesamtfahrzeugen wie KTM oder Magna. Hier müssen geeignete Produktionsstrukturen zur kosteneffiziente Herstellung von Fahrzeugen, die der Elektromobilität zugeordnet sind, etabliert werden. Diese müssen mit variablen Stückzahlen, unterschiedlichen Fahrzeugkonzepten und daraus resultierend einer Vielzahl an Varianten umgehen können sowie leicht und flexibel adaptierbar sein. Eine Abstimmung der Versorgungskette für Komponenten ist dabei zwingend notwendig, um die produktionslogistischen Herausforderungen meistern und ein umfassendes Supply-Chain-Management integrieren zu können.
- **Herausforderungen im Bereich der Komponenten** betreffen vorwiegend die jeweiligen Lieferanten für Komponenten und Subkomponenten der Elektromobilität. Neben den Herausforderungen, die sich durch eine elektromobilitätsinduzierte Steigerung der Variantenvielfalt bei unsicheren Stückzahlen ergeben, müssen die Komponenten stets weiterentwickelt werden, um den leistungs- und kostenbezogenen Anforderungen des Marktes gerecht zu werden. Bei

den untersuchten Komponenten ist dies unter anderem auch durch die Verbesserung von Produktionstechnologien möglich.

- **Herausforderungen im Bereich Produktionstechnologien** betreffen den Maschinen- und Anlagenbau. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher alternativer Technologieketten zur Herstellung von Komponenten der Elektromobilität zeigt die Studie wesentliche produktionstechnologische Herausforderungen der Elektromobilität auf, denen in enger Abstimmung mit Komponentenlieferanten entgegnet werden sollte.

Aufgrund der Vielzahl unterschiedlichster Technologiefelder der Elektromobilität bei hohem Entwicklungsrisiko für einzelne Unternehmen, wird empfohlen, österreichische Unternehmen durch Förderungen im Bereich der Elektromobilitätsproduktion zu unterstützen. Aus den Interviews mit verschiedenen Unternehmen, die Potenzial in der Elektromobilität sehen, geht hervor, dass themenoffene, kontinuierliche und damit planbare Förderprogramme zur Weiterentwicklung von Technologien bzw. Produkten und Prozessen rund um den elektrischen und teilelektrischen Antriebsstrang von sehr hoher Bedeutung sind. Ziel muss es sein, die Technologiereife der Elektromobilitätskomponenten zu erhöhen, um vom global wachsenden Markt der Automobilindustrie zu profitieren. Potenziale, die sich aus der durch klein- und mittelständische Unternehmen geprägte österreichische Industrielandschaft ergeben, sind durch gezielte Initiativen und kollaborative Förderprogramme zu generieren. Im Bereich konventioneller Komponenten ist der Wettbewerb deutlich fortgeschrittener als im Bereich der Elektromobilität, die Potenziale am globalen Wachstum teilzuhaben sind deutlich geringer. Es gilt also mit innovativen Lösungen den Markt frühzeitig mitzugestalten, um sich Wertschöpfungs- und Beschäftigungspotenziale sichern zu können.

8 Anhang

8.1 Erläuterungen zu Branchengruppen

Die Branchengruppen wurden gemäß der Struktur der ÖNACE Klassifizierung von 2008 durchgeführt.

Chemie Industrie	20.1	Herstellung von chemischen Grundstoffen, Düngemitteln und Stickstoffverbindungen, Kunststoffen in Primärformen und synthetischem Kautschuk in Primärformen
	20.5	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen
	22.1	Herstellung von Gummiwaren
	22.2	Herstellung von Kunststoffwaren
Metallindustrie	24.1	Herstellung von Stahlrohren, Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücken aus Stahl
	24.3	Sonstige erste Bearbeitung von Eisen und Stahl
	24.4	Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen
	24.5	Gießereien
	25.1	Stahl- und Leichtmetallbau
	25.2	Herstellung von Metalltanks und -behältern; Herstellung von Heizkörpern und -kesseln für Zentralheizungen
	25.5	Herstellung von Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen, gewalzten Ringen und pulvermetallurgischen Erzeugnissen
	25.9	Herstellung von sonstigen Metallwaren

Elektronikindustrie	26.1	Herstellung von elektronischen Bauelementen und Leiterplatten
	26.3	Herstellung von Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik
	26.5	Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen; Herstellung von Uhren
	61.	Telekommunikation
Elektroindustrie	27.1	Herstellung von Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren, Elektrizitätsverteilungs- und -schaltanlagen
	27.2	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren
	27.3	Herstellung von Kabeln und elektrischem Installationsmaterial
	27.4	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten
	35	Energieversorgung
Maschinenindustrie	28.21.	Herstellung von Öfen und Brennern
	28.25.	Herstellung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen, nicht für den Haushalt
	28.29.	Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen a. n. g.
	28.41.	Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung
	28.49.	Herstellung von sonstigen Werkzeugmaschinen
	28.91.	Herstellung von Maschinen für die Metallerzeugung, von Walzwerkseinrichtungen und Gießmaschinen

	28.94.	Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung und die Lederverarbeitung
	28.99.	Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige a. n. g.
Fahrzeugindustrie	29.1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
	29.2	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern
	29.3	Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen
Informations-technologie	62.	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie

8.2 Im Rahmen der Studie berücksichtigte Unternehmen (Auszug)

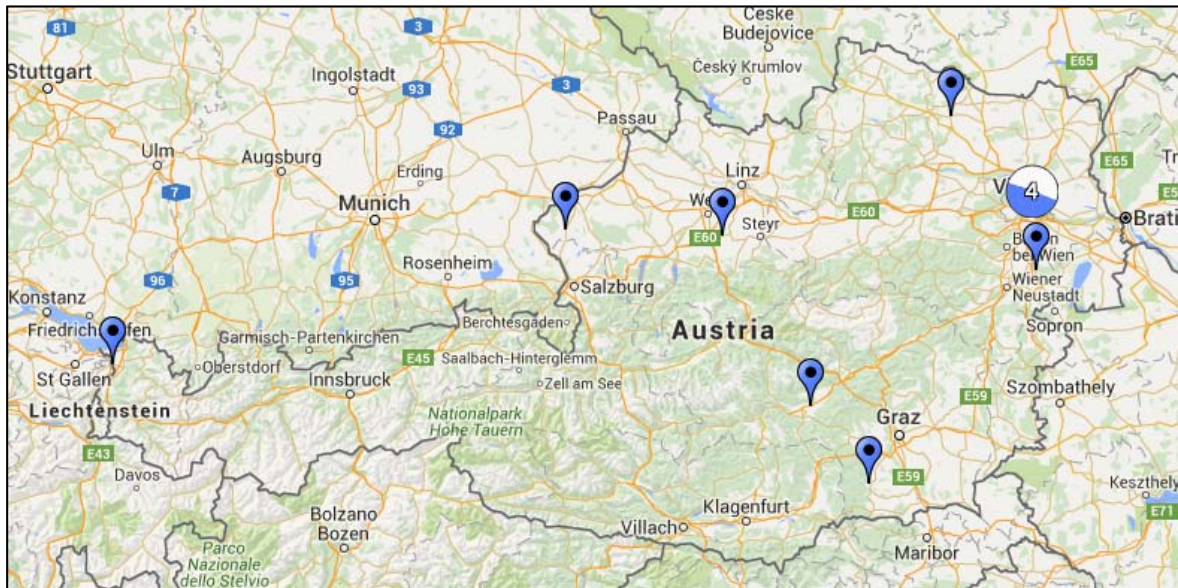


Abbildung 50: Österreichische Unternehmen mit potenzieller Eignung für zentrale Schritte der Wertschöpfungskette des Elektromotors – mit österreichischem Produktionsstandort (blau) und mit nicht klar ersichtlichem Produktionsstandort (weiß)

Tabelle 1: Österreichische Unternehmen mit potenzieller Eignung für zentrale Schritte der Wertschöpfungskette des Elektromotors

Name des Unternehmens	Standort	Ö. Prod.-Standort?
ATB SPIELBERG GMBH	AT 8724 SPIELBERG BEI KNITTELFELD	ja
BERNECKER + RAINER INDUSTRIE-ELEKTRONIK GESMBH	AT 5142 EGGELSBURG	ja
DFT MASCHINENBAU GMBH	AT 4550 KREMSMÜNSTER	ja
EGSTON SYSTEM ELECTRONICS EGGENBURG GMBH	AT 3730 EGGENBURG	ja
MAG - MASCHINEN UND APPARATEBAU AKTIENGESELLSCHAFT	AT 8530 DEUTSCHLANDSBERG	ja
SCHNEIDER ELECTRIC POWER DRIVES GMBH	AT 1210 WIEN	nicht klar ersichtlich
SCHUNK WIEN GESELLSCHAFT M.B.H.	AT 1230 WIEN	ja
SEW EURODRIVE GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG	AT 1230 WIEN	ja
THIEN EDRIVES GMBH	AT 6890 LUSTENAU	ja
THONAUER GMBH	AT 1230 WIEN	nicht klar ersichtlich
TRAFOMODERN - TRANSFORMATOREN-GESELLSCHAFT M.B.H.	AT 7053 HORNSTEIN (BGLD.)	ja



Abbildung 51: Österreichische Unternehmen mit potenzieller Eignung für zentrale Schritte der Wertschöpfungskette der Brennstoffzellenherstellung – mit österreichischem Produktionsstandort (blau) und mit nicht klar ersichtlichem Produktionsstandort (weiß)

Tabelle 2: Österreichische Unternehmen mit potenzieller Eignung für zentrale Schritte der Wertschöpfungskette der Brennstoffzelle

Name des Unternehmens	Standort	Ö. Prod.-Standort?
ALSET GMBH	AT 8041 GRAZ	ja
ALPPS Fuel Cell Systems GmbH	AT 8051 GRAZ	ja

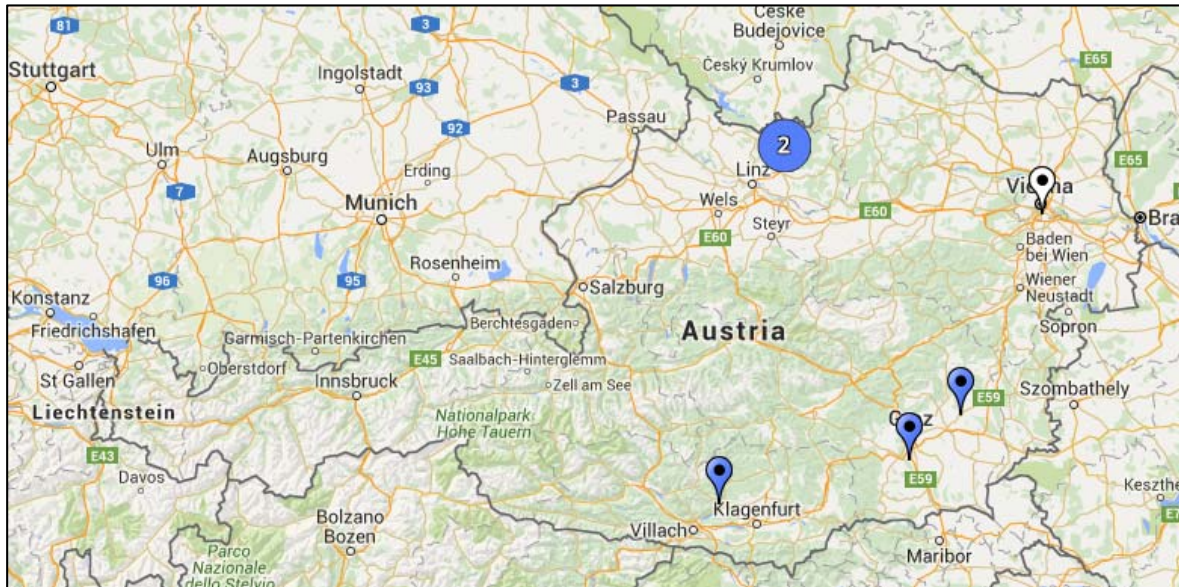


Abbildung 52: Österreichische Unternehmen mit potenzieller Eignung für zentrale Schritte der Wertschöpfungskette der Lithium-Ionen Batterieherstellung – mit österreichischem Produktionsstandort (blau) und mit nicht klar ersichtlichem Produktionsstandort (weiß)

Tabelle 3: Österreichische Unternehmen mit potenzieller Eignung für zentrale Schritte der Wertschöpfungskette der Lithium-Ionen Batterie

Name des Unternehmens	Standort	Ö. Prod.-Standort?
BANNER GMBH	AT 4021 LINZ	ja
JOHAMMER E-MOBILITY GMBH	AT 4190 BAD LEONFELDEN	ja
JOHNSON CONTROLS AUTOBATTERIE GES.M.B.H.	AT 1100 WIEN	nicht klar ersichtlich
KREISEL ELECTRIC GMBH	AT 4240 FREISTADT	ja
ROSENDAHL NEXTROM GMBH	AT 8212 PISCHELSDORF	ja
SAMSUNG SDI BATTERY SYSTEMS GMBH	AT 8141 ZETTLING	ja

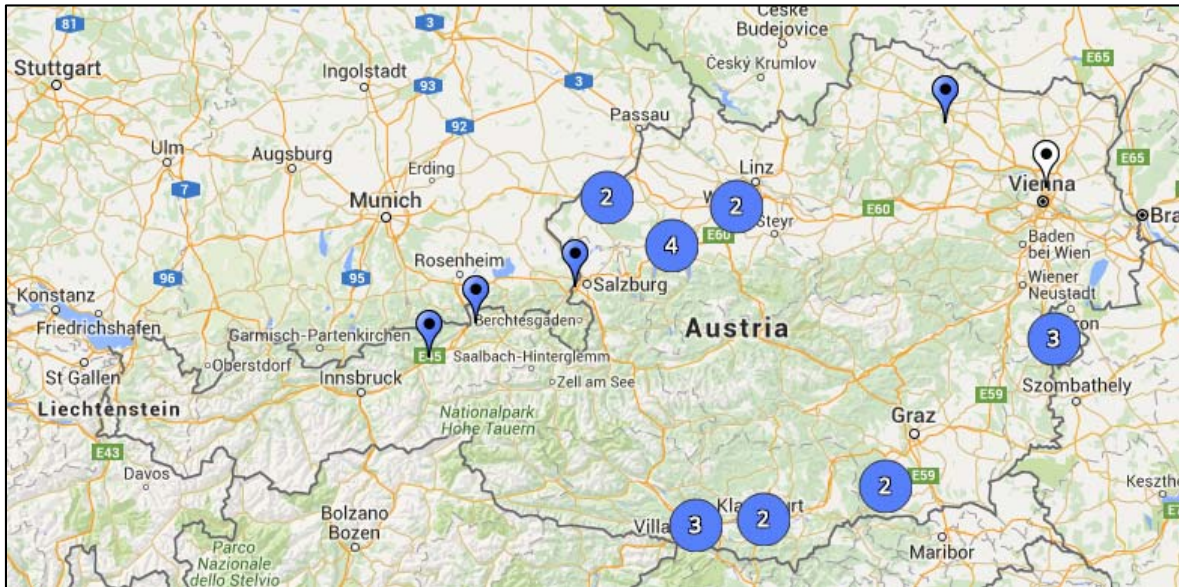


Abbildung 53: Österreichische Unternehmen mit potenzieller Eignung für zentrale Schritte der Wertschöpfungskette der Leistungs- und Steuerungselektronikherstellung – mit österreichischem Produktionsstandort (blau) und mit nicht klar ersichtlichem Produktionsstandort (weiß)

Tabelle 4: Österreichische Unternehmen mit potenzieller Eignung für zentrale Schritte der Wertschöpfungskette der Leistungs- und Steuerungselektronik

Name des Unternehmens	Standort	Ö. Prod.-Standort?
ABATEC ELECTRONIC SOLUTIONS GMBH	AT 4844 REGAU	ja
BECOM ELECTRONICS GMBH	AT 7442 HOCHSTRASS	ja
BERNECKER + RAINER INDUSTRIE-ELEKTRONIK GESMBH	AT 5142 EGGELSBERG	ja
BESI AUSTRIA GMBH	AT 6240 RADFELD	ja
CCS HOLDING AG	AT 4890 FRANKENMARKT	ja
CMS ELECTRONICS GMBH	AT 9020 KLAGENFURT	ja
ERA-ELEKTROTECHNIK-RAMSAUER GMBH	AT 5071 WALS BEI SALZBURG	ja
EXCEET ELECTRONICS GESMBH	AT 6341 EBBS	ja
FRONIUS INTERNATIONAL GMBH	AT 4643 PETTENBACH	ja
GINZINGER ELECTRONIC SYSTEMS GMBH	AT 4952 WENG IM INNKREIS	ja
GTECH AUSTRIA GMBH	AT 8141 UNTERPREMSTÄTTEN	ja
HÄUSERMANN GMBH	AT 3571 ZITTERBERG, GARS AM KAMP	ja
INFINEON TECHNOLOGIES AG	AT 9500 VILLACH	ja
LAM RESEARCH AG	AT 9500 VILLACH	ja
MELECS EWS GMBH & CO KG	AT 7011 SIEGENDORF (BGLD.)	ja
MELECS SWL GMBH & CO KG	AT 4020 LINZ	ja

RITZ - MESSWANDLER GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG	AT 4614 MARCHTRENK	ja
SAM SCHALTANLAGEN UND METALLVERARBEITUNGS GMBH	AT 7343 NEUTAL	ja
SCHNEIDER ELECTRIC POWER DRIVES GMBH	AT 1210 WIEN	nicht klar ersichtlich
SEIDEL ELEKTRONIK GMBH NFG. KG	AT 8530 DEUTSCHLANDSBERG	ja
T.I.P.S. MESSTECHNIK GMBH	AT 9500 VILLACH	ja
VISHAY BCCOMPONENTS AUSTRIA GMBH	AT 9020 KLAGENFURT	ja
VISHAY SEMICONDUCTOR (AUSTRIA) GES.M.B.H.	AT 4840 VÖCKLABRUCK	ja

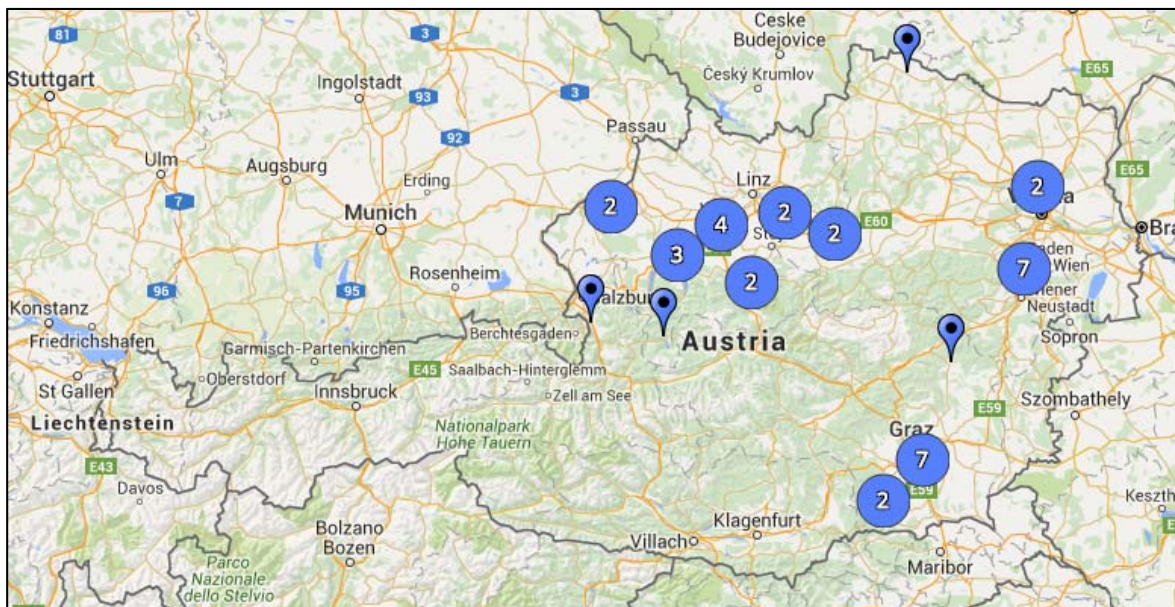


Abbildung 54: Österreichische Unternehmen zur Produktion von für die Elektromobilerstellung geeignete Maschinen und Anlagen – mit österreichischem Produktionsstandort (blau) und mit nicht klar ersichtlichem Produktionsstandort (weiß)

Tabelle 5: Österreichische Unternehmen zur Produktion von für die Elektromobilerstellung geeignete Maschinen und Anlagen

Name des Unternehmens	Standort	Ö. Prod.-Standort?
ABB AG	AT 1100 WIEN	ja
ANDRITZ AG	AT 8045 GRAZ	ja
BATTENFELD-CINCINNATI AUSTRIA GMBH	AT 1230 WIEN	ja
BERNDORF SONDERMASCHINENBAU GMBH	AT 2560 BERNDORF	ja
CARL ZEISS GMBH	AT 8055 GRAZ-PUNTIGAM	ja
J. CHRISTOF GMBH	AT 8051 GRAZ	ja
CLEANROOM TECHNOLOGY AUSTRIA GMBH	AT 2355 WIENER NEUDORF	ja

EMCO MAIER GMBH	AT 5400 HALLEIN	ja
ENGEL AUSTRIA GMBH	AT 4311 SCHWERTBERG	ja
FILL GMBH	AT 4942 GURTEN	ja
FRAMAG INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH	AT 4873 FRANKENBURG	ja
GAW TECHNOLOGIES GMBH	AT 8020 GRAZ	ja
GREINER EXTRUSION GMBH	AT 4542 NUSSBACH	ja
H A D I MASCHINENBAU GMBH	AT 3300 AMSTETTEN	ja
HINKEL ANLAGEN UND MASCHINENBAU GMBH	AT 8502 LANNACH	ja
HOERBIGER VENTILWERKE GMBH & CO KG	AT 1110 WIEN	ja
HOFMANN WÄRMETECHNIK GMBH	AT 4202 HELLMONSÖDT	ja
HORN GMBH & CO KG	AT 8673 RATTEN	ja
IGM ROBOTERSYSTEME AG	AT 2355 WIENER NEUDORF	ja
IWK MASCHINENBAU GMBH	AT 4950 ALTHEIM	ja
KMB METALLTECHNIK GMBH	AT 4655 VORCHDORF	ja
KRAUSECO WERKZEUGMASCHINEN GMBH	AT 1120 WIEN	ja
KREMSMÜLLER INDUSTRIEANLAGENBAU KG	AT 4641 STEINHAUS	ja
MAG - MASCHINEN UND APPARATEBAU AG	AT 8530 DEUTSCHLANGSBERG	ja
M-A-S MASCHINEN- UND ANLAGENBAU SCHULZ GMBH	AT 4055 PUCKING	ja
M&R AUTOMATION GMBH	AT 8074 GRAMBACH	ja
MIBA AUTOMATION SYSTEMS GMBH	AT 4663 LAAKIRCHEN	ja
MKW KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH	AT 4675 WEIBERN	ja
MODULHYDRAULIK WEBER GMBH	AT 2474 GATTENDORF	ja
NEUSON HYDROTEC GMBH	AT 4030 LINZ	ja
OBERHAMMER MASCHINENFABRIK GMBH	AT 6020 INNSBRUCK	ja
OBTUS MASCHINEN- UND ANLAGENBAU FÜR DIE OBERFLÄSCHENTECHNIK GMBH	AT 4823 STEEG/BAD GOISERN	ja
PARKER HANNIFIN MANUFACTURING AUSTRIA GMBH	AT 2700 WIENER NEUSTADT	ja
PIESSLINGER GMBH	AT 4591 MOLLN	ja
PLANSEE SE	AT 6600 BREITENWANG	ja
POLLMANN AUSTRIA GMBH	AT 3822 KARLSTEIN AN DER THAYA	ja
RÜBIG GMBH & CO KG	AT 4600 WELS	ja
SALVAGNINI MASCHINENBAU GMBH	AT 4482 WIRTSCHAFTSPARK ENNSDORF	ja
SHELLING ANLAGENBAU GMBH	AT 6858 SCHWARZACH	ja
SML MASCHINENGESELLSCHAFT MBH	AT 4860 LENZING	ja
SMC PNEUMATIK GMBH	AT 2100 KORNEUBURG	ja
SONDERHOFF ENGINEERING GMBH	AT 6912 HÖRBRANZ	ja
STIWA HOLDING GMBH	AT 4800 ATTNAG-PUCHHEIM	ja
THEYSOHN EXTRUSIONSTECHNIK GMBH	AT 2100 KORNEUBURG	ja
TMS TRANSPORT- UND MONTAGESYSTEME GMBH	AT 4031 LINZ	ja
TROTEC PRODUKTIONS UND VERTRIEBS GMBH	AT 4600 WELS	ja

TRUMPF MASCHINEN AUSTRIA GMBH & CO KG	AT 4061 PASCHING	ja
TURBOTHERM LUFT- UND WÄRMETECHNIK ING. HERBERT KORNFELD	AT 2380 PERCHTOLDSDORF	ja
VNT TOOL GMBH	AT 8661 WARTBERG IM MÜRZTAL	ja
WITTMANN BATTENFELD GMBH	AT 2542 KOTTINGBRUNN	ja

9 Referenzen

- [1] Amsterdam Roundtables Foundation and McKinsey & Company. 2014. *EVolution. Electric vehicles in Europe: gearing up for a new phase?*, Amsterdam.
- [2] Angerer, G., Erdmann, L., Marscheider-Weidemann, F., Scharp, M., and Lüllmann, A., Eds. 2009. *Rohstoffe für Zukunftstechnologien. Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage*. ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale. Fraunhofer Verl., Stuttgart.
- [3] Austrian Mobile Power. 2014. *Übersicht Netzanschluss/Ladedauer bei Elektroautos*, Wien.
- [4] Austrian Mobile Power. 2016. *E-Guide*. <http://www.austrian-mobile-power.at/e-guide>. Accessed 7 March 2016.
- [5] AUTO BILD. 2015. *Stecker raus beim E-Smart*.
- [6] Automobil Produktion. 2014. *Toyota darf Hochdruck-Wasserstofftanks produzieren*.
- [7] Bacher, C. 2015. *E-Mapp. Auswahl repräsentativer Fahrzeuge*, Graz.
- [8] Bentenrieder, M. 2009. *E-Mobility 2025. Study on the future of electric-drive systems*, New York.
- [9] BMLFUW, BMVIT, and BMWFJ. 2013. *Umsetzungsplan Elektromobilität*. http://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/elektromobilitaet/elektromobilitaet_umsetzung.html.
- [10] BMVIT. 2012. *Gesamtverkehrsplan Österreich*. http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/gvp/downloads/gvp_gesamt.pdf. Accessed 08.08.213.
- [11] BMWFJ and BMLFUW. 2010. *Energiestrategie*. <http://www.lebensministerium.at/umwelt/energie-erneuerbar/Energiestrategie.html>. Accessed 2 September 2013.
- [12] Boston Consulting Group. 2009. *The Comeback of the Electric Car? How Real, How soon, and What Must Happen Next*, Boston.
- [13] Bronner, A. 2008. *Angebots- und Projektkalkulation. Leitfaden für Praktiker*. VDI-Buch. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [14] Carlson, E. J., Kopf, P., Sinha, J., Sriramulu, S., and Yang, Y. 2005. *Cost Analysis of PEM Fuel Cell Systems for Transportation*, Cambridge, Massachusetts.
- [15] Chung, D., Elqvist, E., and Santhanagopalan, S. 2015. *Automotive Lithium-Ion Battery (LIB) Supply Chain and U.S. Competitiveness Considerations*.
- [16] Continental AG. 2012. *Zukunftsweisender Meilenstein: Elektromotoren-Fertigung am Continental Standort Gifhorn*.
- [17] e-connected. 2011. *Modellregionen E-Mobilität*. <http://www.e-connected.at/content/modellregionen-0>. Accessed 18 March 2016.
- [18] Europäische Kommission. 2011. *Weißbuch Verkehr*.
- [19] Europäisches Parlament und Rat. 2014. *RICHTLINIE 2014/94/EU über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe*.
- [20] Europäisches Parlament und Rat. 2014. *VERORDNUNG (EU) Nr. 333/2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 hinsichtlich der Festlegung der Modalitäten für das Erreichen des Ziels für 2020 zur Verringerung der CO₂-Emissionen neuer Personenkraftwagen*.
- [21] Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation IAO. 2015. *Strukturstudie BWe Mobil 2015. Elektromobilität in Baden-Württemberg*. e-mobil BW GmbH, Stuttgart.
- [22] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. 2013. *Wasserstoff-Infrastruktur für eine Nachhaltige Mobilität. Entwicklungsstand und Forschungsbedarf*. e-mobil BW GmbH; Ministerium für Umwel, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg;

- Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg; Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg, Stuttgart.
- [23] Frost & Sullivan. 2008. *Strategic Analysis of Global Market for Fuel Cell Electric Vehicles*.
- [24] Geringer, B., Sihm, W., Bauer, C., Gommel, H., Palm, D., and Tober, W. 2011. *Elektromobilität - Chance für die österreichische Wirtschaft*, Wien.
- [25] Hazeldine, T., Kollamthodi, S., Brannigan, C., Morris, M., and Deller, L. 2009. *Market outlook to 2022 for battery electric vehicles and plug-in hybrid electric vehicles. Final report*. Committee on Climate Change, Harwell.
- [26] Hazeldine, T., Morris, M., Kollamthodi, S., and Deller, L. 2009. *Review of cost assumptions and technology uptake scenarios in the CCC transport MACC model*, Harwell.
- [27] Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der Technische Universität Wien and Energy Economics Group. 2009. *ELEKTRA. Entwicklung von Szenarien der Verbreitung von PKW mit teil- und voll-elektrifiziertem Antriebsstrang unter verschiedenen politischen Rahmenbedingungen*, Wien.
- [28] International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. 2016. *2010 Production Statistics*. <http://www.oica.net/category/production-statistics/2010-statistics/>. Accessed 18 February 2016.
- [29] Kampker, A. 2014. *Elektromobilproduktion*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [30] KPMG. 2013. *Global Automotive Retail Market. From selling cars on the spot to centrally managing the retail grid*.
- [31] Lässig, R., Peters, F., Eisenhut, M., and Kühmann, T. 2012. *Serienproduktion von hochfesten Faserverbundbauteilen. Perspektiven für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau*. Roland Berger Strategy Consultants, München.
- [32] Maiser, E., Michaelis, S., Kampker, A., and Heimes, H. 2015. *Batteriezellenproduktion in Deutschland. Chancen für den Maschinen- und Anlagenbau*, Frankfurt am Main, Aachen.
- [33] Manager Magazin. 2015. *Continental streicht mehr als jeden dritten Job im Werk Gifhorn*.
- [34] Marjelund, J. *Rechargeable Batteries, Battery chemicals & Future Trends*. Kaivosseminari 2010, 02.-04.06.2010.
- [35] McKinsey & Company. 2009. *Roads toward a low-carbon future: Reducing CO2 emissions from passenger vehicles in the global road transportation system*, New York.
- [36] McKinsey & Company. 2009. *Wettbewerbsfaktor Energie. Neue Chancen für die deutsche Wirtschaft*, Frankfurt.
- [37] McKinsey & Company and WZL RWTH Aachen University. 2011. *Boost! Transforming the powertrain value chain - a portfolio challenge*, Frankfurt.
- [38] Mehta, V. and Cooper, J. S. 2003. Review and analysis of PEM fuel cell design and manufacturing. *Journal of Power Sources* 114, 1, 32–53.
- [39] Mohrdieck, C. and Burkert, A. 2013. Chancen einer H2-Infrastruktur. *ATZ Automobiltech Z* 115, 5, 384–389.
- [40] Pehnt, M. and Nitsch, J. 2000. *Ökobilanzen und Markteintritt von Brennstoffzellen im mobilen Einsatz*. VDI-Konferenz "Innovative Fahrzeugantriebe", Dresden.
- [41] PricewaterhouseCoopers International Limited. 2010. *Autofacts. 2010 Automotive Review - Global Automotive Outlook*, New York.

- [42] RWTH Aachen University - Institut für Kraftfahrzeuge, Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen, ISATEC GmbH, and Wirtschaftsförderung Wuppertal. 2014. *Modellierung der zukünftigen elektromobilen Wertschöpfungskette und Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Stärkung des Elektromobilitätsstandortes NRW*. Gemeinschaftlicher Abschlussbericht September 2014, Aachen.
- [43] Sauer, D. U. 2010. *Produktionstechnik für die Batterieproduktion –vom Material zum System*. 1. Aachener Zukunftsforum E-Mobilität, Aachen.
- [44] Schlick, T., Hertel, G., Hagemann, B., Maiser, E., and Kramer, M. 2011. *E-Mobility - a promising field of the future. Opportunities and challenges for the German engineering industries*. Roland Berger Strategy Consultants, München.
- [45] Stadthoewer, F. and Stier-Thompson, E. 2006. *Gesamtinvestition von rund 550 Millionen Euro: Bosch baut neue Halbleiter-Fertigung in Reutlingen bei Stuttgart. Rund 800 Arbeitsplätze für Bosch-Beschäftigte*. <http://www.presseportal.de/pm/60282/835721>. Accessed 25 February 2016.
- [46] Statista. 2016. *Autofahrer in Deutschland nach selbst gefahrenen Kilometern pro Jahr von 2010 bis 2015*.
- [47] Statistik Austria. *Neuzulassungen 2015*. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge/_neuzulassungen/index.html. Accessed 7 March 2016.
- [48] Tagesspiegel. 2015. *Daimler schaltet den Elektro-Smart aus*.
- [49] Utterback, J. M. and Abernathy, W. J. 1975. A dynamic model of process and product innovation. *Omega : the international journal of management science* 3, 6, 639–656.
- [50] Wansart, J. 2012. *Analyse von Strategien der Automobilindustrie zur Reduktion von CO2-Flottenemissionen und zur Markteinführung alternativer Antriebe. Ein systemdynamischer Ansatz am Beispiel der kalifornischen Gesetzgebung*. Techn. Univ., Diss.--Braunschweig, 2012. Research. Springer Gabler, Wiesbaden.
- [51] Wittemann, N. and Feldmann, S. 2011. *Neue Wertschöpfungskette Elektromobilität. Consulting 2011*.
- [52] Zeller, M., Karner, T., and Pock, M., Eds. 2008. *Systematik der Wirtschaftstätigkeiten, ÖNACE 2008*. Verl. Österreich, Wien.