



Nikolas Kordasch, BSc

# Entwicklungsszenarien für Elektromobilität in Europa

## MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Elektrotechnik-Wirtschaft

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**  
(TU Graz)

Betreuer

Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Bachhiesl

Institut für Elektrizitätswirtschaft und

Energieinnovation

Graz, Jänner 2017



## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich gerne beim Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation der Technischen Universität Graz und seinem Leiter Herrn Univ.-Prof. Mag. DI Dr. Stigler für die Möglichkeit bedanken meine Masterarbeit am IEE schreiben zu können. Mein besonderer Dank gilt in diesem Zusammenhang Herrn Assoc. Prof. DI Dr. Udo Bachhiesl der mir als Betreuer meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden ist und mir bestmögliche Unterstützung geboten hat. Weiters gilt mein Dank Hr. Mag. Gerald Feichtinger für die Ausführungen bezüglich seines Modells zur Berechnung der Lastbeeinflussung durch Elektromobilität, welches für die Berechnung der Stromverbräuche in dieser Arbeit verwendet wurde.

Mein Dank gilt weiters all jenen die mich im Laufe meiner Studienzeit mental aber vor allem auch finanziell unterstützt haben, ohne euch wäre diese Zeit nicht möglich gewesen.

Ich bedanke mich weiters bei allen Studienkollegen, mit denen ich im Rahmen meines Studiums gemeinsam lernen und arbeiten durfte. Ohne gegenseitige Unterstützung wäre dieses Unterfangen wohl ein Hoffnungsloses gewesen.

## Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit werden Entwicklungsszenarien für die Elektromobilität in Europa erarbeitet. Die zu Beginn durchgeführte Analyse der Ausgangslage zeigt, dass aktuell wesentliche Faktoren wie der Klimawandel oder die Abhängigkeit von Erdöl im Mobilitätsbereich für eine Forcierung der Elektromobilität in Europa sprechen. Diese Entwicklungsrichtung wird durch die geltenden indirekten und direkten EU-Ziele unterstrichen, welche im Rahmen der Arbeit dargestellt werden. Die Aufarbeitung der Grundlagen umfasst insbesondere die generellen Vor- und Nachteile, die verschiedenen Fahrzeugtypen sowie verwendete Batterietypen inklusive relevanter Aspekte der Ladung. Unter Berücksichtigung aktueller Verkaufszahlen erfolgt eine statistische Aufarbeitung der tatsächlichen Fahrzeugzahlen batterieelektrischer Fahrzeuge (BEV) und Plug-In Hybrid Fahrzeugen (PHEV) in Europa für die Jahre 2011-2015. In weiterer Folge wird der Status quo der einzelnen europäischen Länder näher untersucht und es werden die bestehenden länderspezifischen Förderungs- bzw. Unterstützungsmaßnahmen herausgearbeitet. Ausgehend von publizierten anerkannten globalen Elektromobilitätszielen (IEA2DS, IEA4DS, Paris Declaration) erfolgt eine Umlegung auf europäische Zielwerte und es werden drei verschiedene Szenarien für Europa entwickelt. Diese Szenarien beschreiben die mögliche Entwicklung des europäischen Elektrofahrzeugparks im Zeitraum 2016 – 2030 und werden in weiterer Folge auf die einzelnen europäischen Staaten umgelegt. Basierend auf getätigten Annahmen werden Zusatzstromverbräuche durch Elektromobilität je Szenario und Land ermittelt und diese in Relation zu den abgeschätzten Gesamtstromverbräuchen in den Jahren 2016-2030 gesetzt.

## Abstract

The aim of this thesis consists in developing different scenarios for electric mobility in Europe. The analysis of the initial situation shows that key factors such as climate change or dependence on oil in the mobility sector call for a promotion of e-mobility in Europe. This development is influenced by given targets in the European Union regarding alternative drives. Furthermore, the fundamental aspects of e-mobility, e.g. the advantages and disadvantages of electric cars, the different types of vehicles or the batteries and their different ways of charging are introduced. With the help of recent sales numbers the European electric car market is divided into battery electric vehicles (BEV) and plug-in hybrid electric vehicles (PHEV) and is displayed for each country for the years 2011 to 2015. Based on this data, a detailed research on the countries' promotion and support measures regarding e-mobility is conducted. The global e-mobility targets (IEA2DS, IEA4DS, Paris Declaration) are converted into European targets. In relation to these targets three different scenarios are developed. These scenarios describe the growth of the electric vehicle market from 2016 to 2030 and are based on the actual numbers of electric vehicles between the years 2011 and 2015. Thanks to the mentioned scenarios the numbers of electric vehicles in every country and every year until 2030 can be shown. By using an existing model the power consumption of the electric vehicles is calculated and put in relation to the overall power consumption of the countries for every year until 2030.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	8
1.1	Ziel der Arbeit und Vorgangsweise.....	8
1.2	Ausgangslage.....	9
1.2.1	Klimawandel.....	9
1.2.2	Maßnahmen.....	10
1.2.3	EU-Ziele betreffend Elektromobilität.....	12
1.2.4	Allgemeine Bedeutung Mobilitätssektor.....	13
1.2.5	Erdöl als Basis der heutigen Mobilität.....	14
1.2.6	Auswirkungen auf Automobilindustrie.....	19
1.2.7	Alternative Kraftstoffe bzw. Antriebskonzepte.....	21
2	Grundlagen zur Elektromobilität.....	24
2.1	Vorteile Elektrofahrzeuge.....	24
2.2	Nachteile Elektrofahrzeuge.....	26
2.3	Fahrzeugtypen.....	26
2.3.1	Zweiräder.....	27
2.3.2	PKW.....	28
2.3.3	Elektrobusse.....	32
2.3.4	Elektronutzfahrzeuge.....	33
2.4	Energiespeicher für elektrische Fahrzeuge.....	33
2.4.1.1	Blei-Säure-Batterie.....	35
2.4.1.2	Nickel-Metall-Hydrid-(NiMH-)Batterien.....	35
2.4.1.3	Superkondensatoren (Supercaps).....	36
2.4.1.4	Schwungmassen.....	36
2.4.1.5	ZEBRA-Batterie.....	36
2.4.1.6	Lithium-Ionen-Batterien.....	37
2.4.2	Vergleich der Speichertechnologien.....	39
2.5	Aufladung.....	41
2.6	Ladungssicherheit.....	43
2.7	Stecker und Leistungsaufnahme.....	43
3	Aktueller Stand und Entwicklung der Elektromobilität in Europa.....	44
3.1	Allgemeines.....	44
3.1.1	Vorgehensweise zur Ermittlung des Marktanteils.....	44
3.1.2	Länder für die keine Zahlen erhoben werden konnten.....	46
3.1.3	Darstellung der Marktanteile.....	46
3.2	Länder mit Marktanteil < 0,1%.....	48
3.3	Länder mit Marktanteil ≥ 0,1%.....	49
3.3.1	Österreich.....	50
3.3.1.1	Allgemeines.....	50
3.3.1.2	Gesamtverkehrsplan.....	51
3.3.1.3	Regionale Initiativen.....	52
3.3.2	Belgien.....	56
3.3.3	Dänemark.....	57
3.3.4	Deutschland.....	58
3.3.5	Estland.....	59

3.3.6	Frankreich .....	60
3.3.7	Island .....	61
3.3.8	Luxemburg .....	62
3.3.9	Niederlande.....	63
3.3.10	Norwegen.....	65
3.3.11	Schweden .....	69
3.3.12	Schweiz.....	70
3.3.13	Vereinigtes Königreich .....	71
3.4	Zusammenfassung der länderspezifischen Begünstigungen .....	72
4	Gesamtszenario für Europa.....	73
4.1	Aktueller Stand.....	73
4.2	Szenarien aus der Literatur .....	75
4.3	Szenarienentwicklung .....	78
4.3.1	Szenario LOW.....	79
4.3.2	Szenario MEDIUM .....	81
4.3.3	Szenario HIGH.....	83
4.3.4	Gegenüberstellung der Szenarien.....	84
4.4	Energetische Betrachtung .....	86
4.4.1	Rückrechnung auf die einzelnen Staaten.....	86
4.4.2	Definition Referenzfahrzeug.....	86
4.4.3	Modell zur Berechnung des Stromverbrauchs .....	87
4.5	Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – LOW .....	89
4.6	Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – MEDIUM .....	91
4.7	Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – HIGH.....	93
5	Herausforderungen und Hemmnisse für Umsetzung .....	96
6	Zusammenfassung.....	98
7	Verzeichnisse .....	100
7.1	Literaturverzeichnis .....	100
7.2	Abbildungsverzeichnis.....	102
7.3	Tabellenverzeichnis.....	103
8	Anhang.....	105
8.1	Erläuterungen.....	105
8.2	Tabellen und Abbildungen.....	107

# 1 Einleitung

In diesem ersten einleitenden Kapitel werden kurz die Ziele und die Herangehensweise an die Arbeit erklärt und anschließend wird auf die Ausgangslage der Elektromobilität in Europa eingegangen.

## 1.1 Ziel der Arbeit und Vorgangsweise

Ziel der vorliegenden Arbeit ist einerseits eine umfassende Darstellung des Standes der Elektromobilität in Europa und andererseits eine darauf aufbauende Entwicklung von Zukunftsszenarien. Dafür wird zu allererst in Kapitel 1 auf die Ausgangslage der Elektromobilität in Europa eingegangen. Dabei werden die Ursachen für die Suche nach Alternativen im Mobilitätsbereich erläutert und vorhandene Zielvorgaben in der EU für die Einführung von elektrischen Fahrzeugen berücksichtigt. In Kapitel 2 werden die Grundlagen der Elektromobilität, wie etwa Fahrzeugtypen, Vor- und Nachteile, Batterien oder Aufladung kurz zusammengefasst.

Im Mittelpunkt der Arbeit wird in Kapitel 3 dann der momentane Stand der europäischen Länder an Hand ihrer Elektromobilitäts-Marktanteile einzeln erhoben und dargestellt. Weiters wird mit Hilfe dieser Zahlen eine Gesamtübersicht über den Elektromobilitätsstand in Europa erstellt, und diese Zahlen mit Hilfe von verschiedenen Szenarien in Bezug zu den europäischen Zielen betreffend Elektromobilität gebracht. Für die Betrachtung der Ziele werden aus der vorhandenen Literatur bestehende Szenarien entnommen und analysiert. Zusätzlich werden die ermittelten und die mit Hilfe von Trendlinien gewonnen Zahlen für die Jahre 2016 bis 2030 anhand einer prozentuellen Aufteilung wieder auf die europäischen Länder aufgeteilt. Im nächsten Schritt werden die Auswirkungen auf die Energiewirtschaft betrachtet. Dafür wird anhand eines vorhandenen Excel Modells (Feichtinger, 2011) die ermittelten Zahlen von Elektrofahrzeugen auf Stromverbräuche umgerechnet. Damit dies möglich ist muss für die beiden Fahrzeugklassen BEV und PHEV jeweils ein Standardfahrzeug definiert werden, für das, stellvertretend für diese Klasse, über Verwendung von Durchschnittswerten der Stromverbrauch berechnet werden kann.

Die ermittelten Zahlenwerte sollen in weiterer Folge für zukünftige Arbeiten und weiterführende Simulationen in ATLANTIS verwendet werden. Abschließend wird in der Arbeit noch kurz auf Herausforderungen und Hemmnisse eingegangen und eine Zusammenfassung sowie ein Ausblick erstellt. Im Anhang der Arbeit finden sich alle relevanten Daten die für die in dieser Arbeit ermittelten Zahlen benötigt wurden.

## 1.2 Ausgangslage

Wesentlich für die Ausgangslage der Elektromobilität in Europa sind der Klimawandel, die begrenzte Ressource Erdöl, sowie die definierten Ziele des Weltklimagipfels 1997 in Kyoto und der UN-Klimakonferenz in 2015 in Paris. In den folgenden Unterpunkten soll näher auf diese Faktoren eingegangen werden.

### 1.2.1 Klimawandel

Die Ursachen des Klimawandels liegen im Anstieg der Treibhausgase in der Erdatmosphäre. Das bedeutendste Treibhausgas ist Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), welches durch die Verbrennung fossiler Stoffen wie Kohle, Gas oder Öl entsteht. Die erhöhte Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre lässt sich dabei vor allem auf die Verbrennung fossiler Brenn- & Kraftstoffe in den Sektoren Energieversorgung, Verkehr, Industrie und Haushalte zurückführen. Laut Daten der Internationalen Energieagentur stammen dabei weltweit betrachtet 2012 (siehe Abbildung 1 ) etwa ein Viertel aller CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Sektor Verkehr.

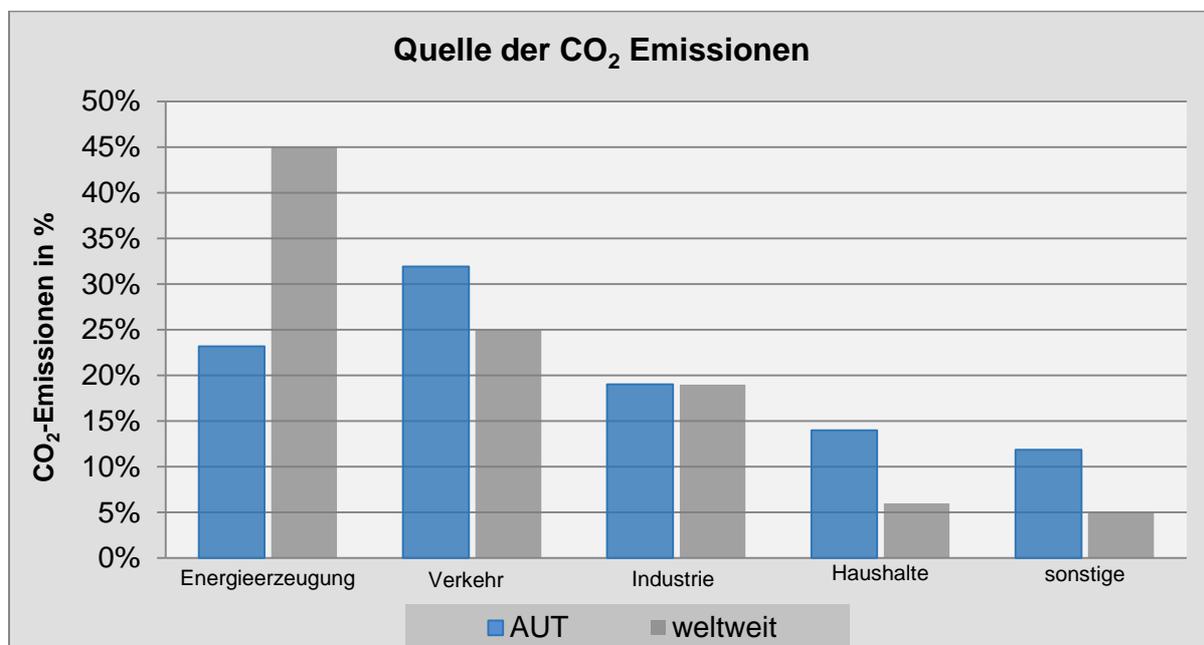


Abbildung 1: Quellen der CO<sub>2</sub>-Emissionen (Datenquellen: IEA, Statistik Austria, eigene Darstellung)

Dieser Sektor ist auch der am schnellsten wachsende aller Endenergiesektoren. Treibhausgasemissionen im Transportbereich werden laut Klimakonferenz Paris (Conference of the Parties - COP21) bis zum Jahr 2030 um etwa 20% und bis zum Jahr 2050 um etwa 50% steigen, wenn keine entsprechenden Aktionen gesetzt werden. (UNFCCC, 2015)

Im Falle von Österreich entfallen bei insgesamt 67,9 Mio. t CO<sub>2</sub> Äquivalente rund 32 Mio. t auf den Verkehrssektor, was in etwa einem Drittel der gesamten CO<sub>2</sub> Emissionen entspricht. (BMFWF, 2015, S. 136)

Abbildung 2 zeigt die Zusammensetzung der Treibhausgase in Österreich im Jahr 2012.

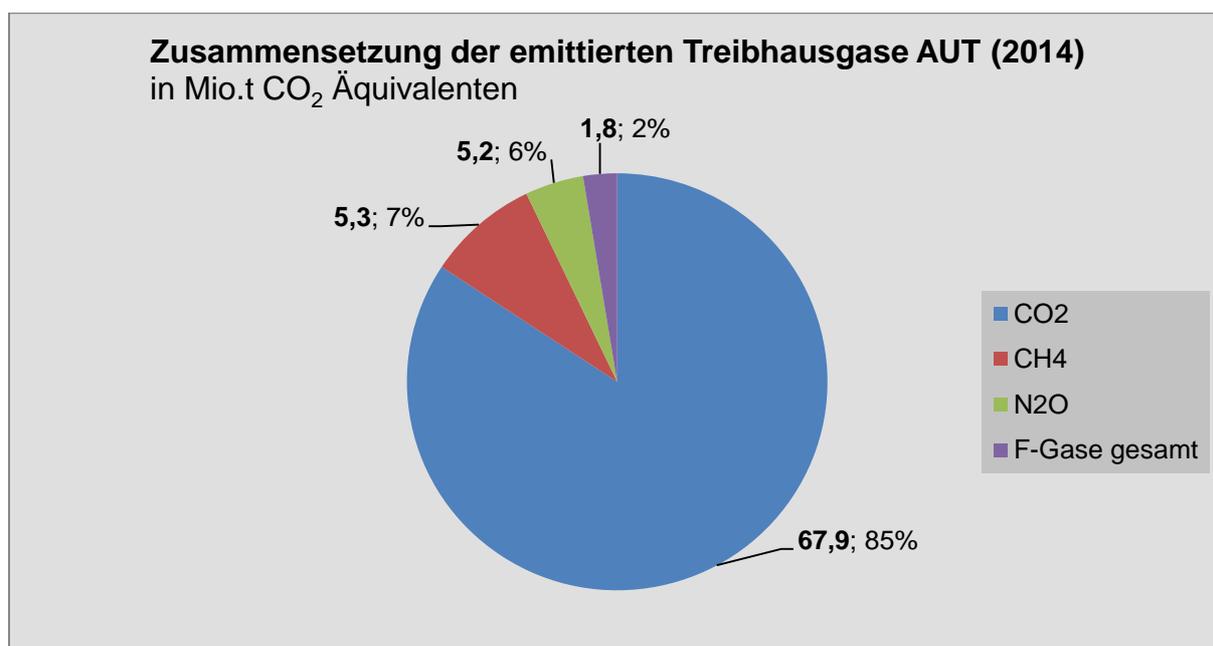


Abbildung 2: Zusammensetzung der Treibhausgasemissionen AUT 2014, (Datenquelle: (BMWFV, 2016, S. 107) eigene Darstellung)

## 1.2.2 Maßnahmen

### Weltklimagipfel Kyoto 1997

Erste Gegenmaßnahmen zum dem sich abzeichnenden Klimawandel wurden bereits bei der ersten Weltklimakonferenz 1979 in Genf gefordert. Nach mehreren Jahren der Diskussion wurde 1992 die Klimakonvention der Vereinten Nationen von den teilnehmenden Staaten unterzeichnet. Damit wurden eine Reduktion der Treibhausgase sowie vorsorgliche Maßnahmen vereinbart, allerdings waren die beschlossenen Maßnahmen nicht verbindlich. Erstmals wurden eine verpflichtende Umsetzung von Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion mit dem Kyoto Protokoll im Jahr 1997 beschlossen. Das Kyoto-Protokoll trat in weiterer Folge im Februar 2005 in Kraft. Die teilnehmenden Industriestaaten verpflichteten sich mit ihrer Unterschrift dazu bestimmte Reduktionsziele für emittierte Treibhausgase einzuhalten. Die Wirksamkeit des Kyoto-Protokolls sollte eigentlich mit 2012 enden, da jedoch zu diesem Zeitpunkt kein adäquater Nachfolger bereitstand, wurde dieses bis zum Jahr 2020 verlängert. (vgl. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 2016)

### Verpflichtungsperioden

Das Kyoto-Protokoll unterteilt sich für die Reduktion der Treibhausgase in zwei Verpflichtungsperioden. Die erste Verpflichtungsperiode (2008-2012) schreibt eine durchschnittliche Senkung der schädlichsten Treibhausgase (Kohlenstoffdioxid, Methan, Distickstoffoxid, Fluorkohlenwasserstoffe, Kohlenwasserstoffe, Schwefelhexafluorid) im Zeitraum 2008 – 2012 um einen gewissen Prozentsatz bezogen auf den Wert des Jahres 1990. Dieser Prozentsatz bezieht sich dabei jeweils auf die Emissionen der Industriestaaten und beträgt etwa für Österreich ca. 13 %. In der zweiten Verpflichtungsperiode (2013-2020) des Kyoto-Protokolls haben sich insgesamt 37 Industriestaaten verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen bis 2020 zu reduzieren. Hier wurde die Liste der schädlichen Treibhausgase um Stickstofftrifluorid erweitert. Österreich hat, gemeinsam mit den anderen EU-

Mitgliedern eine Reduktion von insgesamt 20 Prozent bezogen auf den Basiswert aus 1990 zugesagt. (vgl. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 2016)

### Handel mit Zertifikaten

Das Kyoto-Protokoll sieht einen Handel mit Emissionszertifikaten vor (EU-Emissionshandel EU ETS). Dabei müssen die Teilnehmer für jede ausgestoßene Tonne CO<sub>2</sub> ein Zertifikat erwerben, welches gehandelt werden kann und das zeitlich unbegrenzt gültig ist. Dabei soll es pro Jahr nur eine begrenzte Anzahl an neuen Zertifikaten geben und die Anzahl soll jedes Jahr um etwa 2 % gesenkt werden. Ein Großteil der Zertifikate wird dabei versteigert, der Rest wird gratis vergeben bzw. verteilt. In weiterer Folge kann dann ein Handel mit den Zertifikaten betrieben werden, das bedeutet, dass zum Beispiel Länder die ihren Reduktionszielen nachkommen bzw. Länder die keine Reduktionsziele haben (Entwicklungsländer), ihre Zertifikate an Länder verkaufen können, die den Zielvorgaben nicht nachkommen. (vgl. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 2016)

### Zukünftige Abkommen

Um auch zukünftig weitere Länder in Reduzierungsprogramme bzw. ausgetretene Industriestaaten wie Kanada und die USA wieder in den Klimaschutz einzubinden, wird derzeit an einem neuen umfassenden Klimaschutzabkommen gearbeitet, das das Kyoto-Protokoll absetzen und bis zum Jahr 2020 wirksam werden soll. (vgl. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 2016)

### UN-Klimakonferenz Paris 2015

Im Jahr 2015 fand in Paris eine UN-Klimakonferenz statt, bei der eine neue internationale Klimaschutzvereinbarung beschlossen wurde. Dabei wurde das Übereinkommen von Paris getroffen, welches besagt, dass die globale Erwärmung auf 1,5°C begrenzt werden soll. Um dieses Ziel zu erreichen dürfen im Zeitraum von 2045 bis 2060 keine Treibhausgase emittiert werden. Weiters dürfen ab ca. 2040 keine fossilen Energieträger mehr verbrannt und die Energieversorgung – für die Bereich Verkehr, Strom, Wärme zu 100% auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden. (vgl. Quaschnig, 2016, S. 3)

### Zusammenfassung der Klimakonferenzen

In Tabelle 1 ist eine Übersicht der Ziele des Weltklimagipfels von Kyoto 1997 und der UN-Klimakonferenz aus Paris im Jahr 2015 dargestellt.

Ort	Inhalte
Kyoto 1997	Senkung im Zeitraum 2008 - 2012 im Bezug auf Referenzwert aus 1990
	Senkung der Treibhausgasemission bis 2020
Paris 2015	Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C
	2045 - 2060 keine Treibhausgasemissionen
	ab 2040 keine Verbrennung fossiler Energieträger
	ab 2040 Strom zu 100% aus erneuerbaren Quellen

Tabelle 1: Zusammenfassung Kyoto (1997) und Paris (2015), eigene Darstellung

### 1.2.3 EU-Ziele betreffend Elektromobilität

In der Europäischen Union gelten verschiedene Vorschläge und Richtlinien die das Thema Elektromobilität direkt oder indirekt betreffen. Diese Strategien betreffen dabei verschiedene Generaldirektionen der Union wie in etwa „Environment“, „Energy“, „Research and Innovation“ und „Mobility and Transport“.

#### (1) Indirekte Ziele

Angeführt werden dabei jeweils Ziele für das Jahr 2020 sowie 2030 betreffend Energieeffizienz, Treibhausgase und Anteil erneuerbarer Energieträger. Die Vorschläge und Richtlinien sollen dabei laut (EU, Europäische Kommission, Klima- und Energiepaket 2020) folgend kurz zusammengefasst werden:

#### Erneuerbare Energieträger

In Summe 10% des Endenergieverbrauchs im Transport- bzw. Verkehrssektor sollen bis zum Jahr 2020 mit erneuerbaren Energieträgern abgedeckt werden.

Ein weiteres verbindliches EU-Ziel, dass durch den Rahmen gesetzt wird sieht eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am EU-Energieverbrauch um 27% bis zum Jahr 2030 vor.

#### Energieeffizienz

Bis zum Jahr 2020 soll die Energieeffizienz in Europa um 20% erhöht werden.

Der Europäische Rat hat weiters auf Basis der Energieeffizienzrichtlinie einer Energieeffizienzerhöhung auf 27 % bis zum Jahr 2030 zugestimmt. Im Jahr 2020 soll überprüft werden, ob eventuell auch eine Steigerung auf 30 % denkbar ist.

#### Reduktion der Treibhausgasemissionen

Bis zum Jahr 2020 sollen die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um 20% gesenkt werden. (406/2009/EG)

Bis zum Jahr 2030 sollen die Treibhausgasemissionen um 40% gesenkt werden (im Vergleich zum Ausgangsjahr 1990).

Tabelle 2 zeigt eine Übersicht über die EU-Ziele für die Zeiträume 2020, 2030 sowie 2050.

Zeitraum	Treibhausgas	Erneuerbare Energien	Energieeffizienz
2020	-20%	20%	20%
2030	-40%	27%	27%
2050	-80 bis -95%	-	-

Tabelle 2: Übersicht EU-Ziele (eigene Darstellung)

Zum Erreichen der indirekten Ziele müssten die Wirtschaftszweige die unter das ETS fallen, ihre Emissionen im Vergleich zum Jahr 2005 um insgesamt 43% senken, und es bedarf einer Modernisierung und Stärkung des ETS. Weiters müssten Wirtschaftszweige die nicht unter das ETS fallen ihre Emissionen um 30% im Vergleich zu 2005 senken. Um das Erreichen zu können, müssen mit den einzelnen

Mitgliedsstaaten verbindliche, individuelle Ziele vereinbart werden. Mit dem 40% Emissionsreduktionsziel könnte die EU einen wertvollen Beitrag zum neuen internationalen, 2020 in Kraft tretenden Klimaübereinkommen leisten.

(vgl. EU, Europäische Kommission, Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030)

## **(2) Direkte Ziele**

Unter den direkten Zielen soll hier Ziele verstanden werden, die sich direkt auf Einführungszahlen von Elektrofahrzeugen bis zu einem gewissen Zeitpunkt beziehen.

### Weißbuch Verkehr

Im Weißbuch Verkehr wird als Ziel die Halbierung der Anzahl konventioneller Fahrzeuge in der Stadtlogistik bis 2030. Bis 2050 soll weiters auf konventionelle Fahrzeuge in der Stadtlogistik komplett verzichtet werden. In größeren urbanen Zentren soll es eine CO<sub>2</sub> freie Stadt-Logistik bis 2030 geben (siehe Abbildung 3).

(Europäische Kommission, 2011, S. 10)

*2.5. Zehn Ziele für ein wettbewerbsorientiertes und ressourcenschonendes Verkehrssystem: Orientierungswerte zur Erreichung des Ziels einer Verringerung der Treibhausgasemissionen um 60 %*

#### **Entwicklung und Einführung neuer und nachhaltiger Kraftstoffe und Antriebssysteme**

- (1) Halbierung der Nutzung „mit konventionellem Kraftstoff betriebener PKW“ im Stadtverkehr bis 2030; vollständiger Verzicht auf solche Fahrzeuge in Städten bis 2050; Erreichung einer im wesentlichen CO<sub>2</sub>-freien Stadtlogistik in größeren städtischen Zentren bis 2030<sup>10</sup>.

Abbildung 3: Weißbuch Verkehr Mobilitätsziel (Europäische Kommission, 2011, S. 10)

### Paris Declaration on Electro-Mobility and Climate Change & Call to Action

Wichtigster Anhaltspunkt für eine konkrete Zahl von Elektrofahrzeugen stellt die Paris Deklaration bezüglich Elektromobilität dar. Um das bei der COP21 definierte Temperaturziel zu erreichen, muss laut der Deklaration im Transport- bzw. Verkehrssektor eine Alternative zu den fossilen Energieträgern geschaffen werden. Laut Internationaler Energieagentur müssen bis zum Jahr 2030 global mindestens 20% aller Transportwagen elektrifiziert werden, ansonsten kann das 2 Grad Ziel nicht erreicht werden. Leichtfahrzeuge (Zwei- und Dreiräder) sollen bis zu diesem Zeitpunkt einen Stand von mindestens 400 Mio. erreichen (heute: 230Mio), bei den Automobilen soll der Stand 2030 mindestens 100 Mio. weltweit betragen (heute: in etwa 1 Mio.). Der Gesamtanteil von elektrischen Fahrzeugen am Weltmarkt muss im Jahr 2030 laut IEA bei mindestens 35% liegen, ansonsten wird das Ziel (<2°C Temperaturanstieg) nicht erreicht. (vgl. UNFCCC, 2015)

#### **1.2.4 Allgemeine Bedeutung Mobilitätssektor**

Betrachtet man den energetischen Endverbrauch von Österreich bezogen auf die jeweiligen Wirtschaftssektoren (siehe Abbildung 4), wird ersichtlich, dass in etwa ein Drittel der Energie auf den Verkehr entfällt. „Energetischer Endverbrauch“ bezeichnet in diesem Zusammenhang die gesamtverbrauchte Energie der Endnutzer zum Beispiel im Sektor Verkehr oder Industrie.

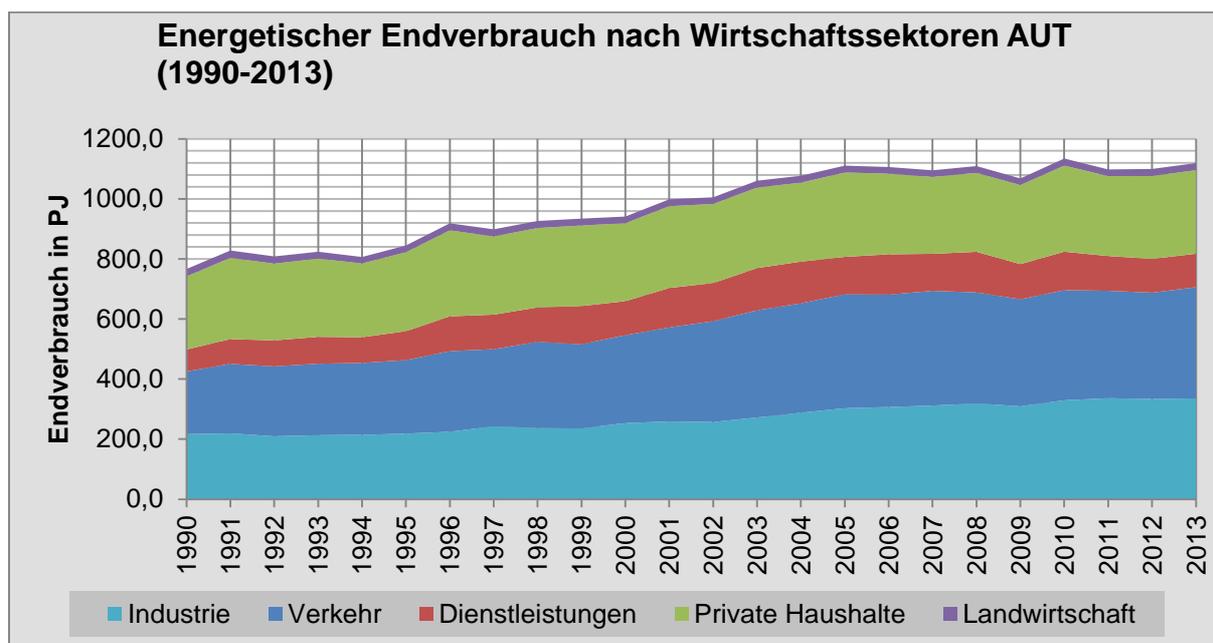


Abbildung 4: Österreichs Energetischer Endverbrauch nach Wirtschaftssektoren (BMWFW, Energiestatus Österreich 2015 - Entwicklung bis 2013, 2015, S. 110) eigene Darstellung

In Abbildung 5 wird der energetische Endverbrauch in Österreich im Jahr 2013 mit dem der EU anhand der Wirtschaftssektoren gegenübergestellt.

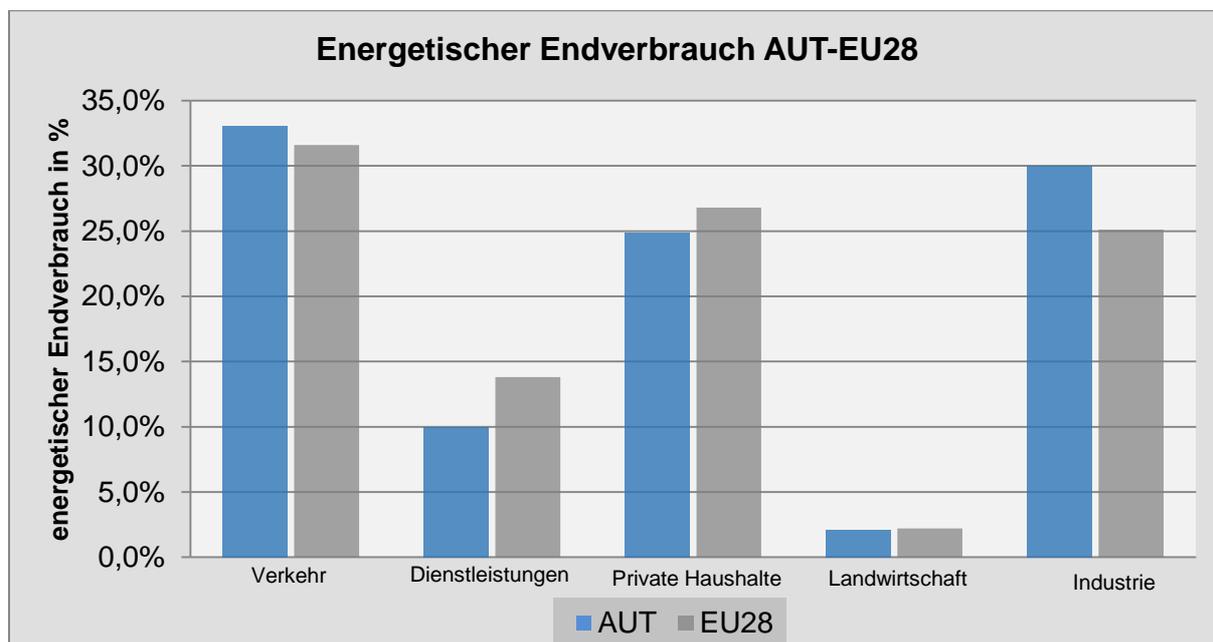


Abbildung 5: Energetischer Endverbrauch 2013 Vergleich AUT-EU28, Quelle: (Eurostat, Final Energy Consumption EU 28 -2013)&Statistik Austria), eigene Darstellung

### 1.2.5 Erdöl als Basis der heutigen Mobilität

Schon seit der Rohstoff Erdöl seine wichtige Bedeutung als Energieträger hat, wird auch die Frage nach seinen weltweiten Reserven gestellt. Trotz großer Erdölvorkommen ist klar, dass die Ressourcen zu einem gewissen Zeitpunkt erschöpft sein werden.

## **Erschöpfung**

Im Zuge dieser Erschöpfung kann zwischen absoluter und relativer Erschöpfung unterschieden werden. Die absolute Erschöpfung bezeichnet hier den Zeitpunkt an dem kein Erdöl mehr vorhanden ist, während bei der relativen Erschöpfung die Erdölvorkommen bereits als ausgeschöpft gelten, wenn die Nachfrage nicht mehr gedeckt werden kann.

Erdöl gilt auf Grund der begrenzten Ressource als sogenannte Brückenenergie, also ein Energieträger der den Übergang der Energieversorgung hin zu erneuerbaren Energieträgern gewährleisten und überbrücken soll.

Für die Abschätzung der restlichen Erdölkapazitäten wird der Begriff der statischen Lebensdauer bzw. Reichweite herangezogen. Diese gibt an wieviele Jahre ein nichterneuerbarer Rohstoff noch verfügbar sein wird. Für die Berechnung wird das Verhältnis aus den aktuell bekannten Reserven und der Jahresproduktion betrachtet. Hier würde man erwarten, dass der Wert der statistischen Lebensdauer kontinuierlich sinkt. Dieser zeigt aber seit ca. 1990 einen konstanten Wert von 40 bis 45 Jahren. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 41)

## **Reservenzuwachs**

Diese Konstanz lässt sich auf den Reservenzuwachs zurückführen, da auch heute noch neue Ölfelder erschlossen werden und auch die Fördertechnologie ständig verbessert wird und das Potential bereits erschlossener Lagerstätten noch ausgebaut werden kann. Dadurch wird allerdings schnell ersichtlich, dass die statistische Lebensdauer nur begrenzt Auskunft über den tatsächlichen Erschöpfungszeitpunkt von Erdöl liefern kann.

Gesichert scheint jedoch, dass mit fortlaufender Zeit und steigender Nachfrage irgendwann der Zeitpunkt kommt, an dem die Ölvorräte verknappen. Die Folge wäre ein sogenannter „Supply Crunch“ mit dem ein deutlicher Preisanstieg für Erdöl einhergehen würde. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 42)

## **Peak Oil**

In diesem Zusammenhang ist der Begriff „Peak Oil“ ein zentraler Begriff. Dieser wurde erstmals vom amerikanischen Geologen Marion King Hubbert bei dessen Schätzungen nach den Kapazitäten der weltweiten Erdölvorräte verwendet. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 43) (siehe Abbildung 6).

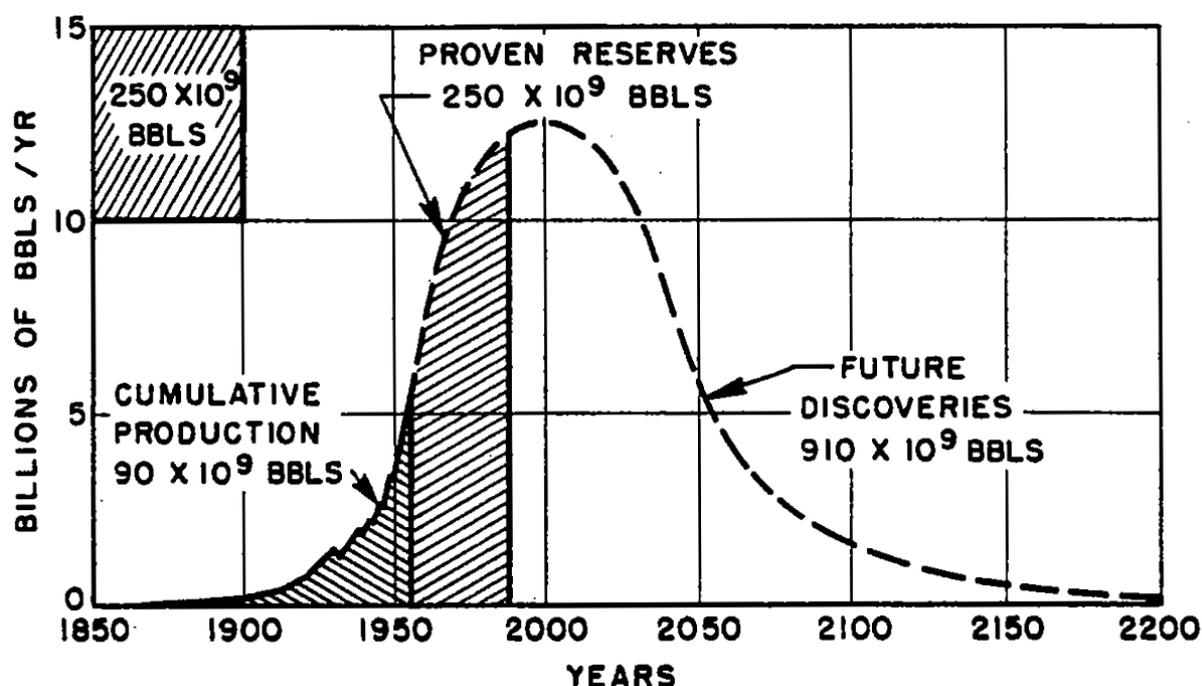


Abbildung 6: Erste Schätzung für weltweite Erdölvorräte-Peak Oil-1956, Quelle: (Hubbert, 1956, S. 22)

Hubbert verwies darauf, dass die Ausbeutung jedes Ölfeldes einem glockenkurvenförmigen Verlauf folgt. Das heißt die Förderung des Öls steigt über Jahrzehnte hinweg an und erreicht dann das Maximum. Zu diesem Zeitpunkt ist die Hälfte der Reserven erschöpft und die Förderung sinkt ab, bis das Ende erreicht ist. Peak Oil bezeichnet hier also den Zeitpunkt an dem das absolute Fördermaximum der Erdölproduktion erreicht wird. Theoretisch gesehen wären damit 50% der ursprünglichen Erdölreserven verbraucht, das bedeutet, dass das Erdöl auch nach Überschreiten dieses Zeitpunktes noch vorhanden wäre, jedoch eventuell in zu geringen Mengen um der weltweiten Nachfrage gerecht zu werden. Für die Berechnung des Peak Oil gibt es verschiedene Modelle, wobei nicht allen dieselbe Berechnung zu Grunde liegt. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 43).

### Vergleich der Peak-Oil Prognosen

Beim Vergleich verschiedener Peak-Oil Prognosen zeigt sich dass der erwartete Zeitraum für den Maximalwert zwischen 2007 und 2034 liegt. Hierbei gilt es zu bedenken, dass laut (Bertram & Bongard, 2014, S. 44) verschiedene Unsicherheitsfaktoren die Prognosen zusätzlich beeinflussen:

- Bewertungsverfahren
- Politische Motivation
- Qualität der verwendeten Daten
- Verbesserung der Fördertechnik
- Reduktion des gefördert Volumens

In Abbildung 7 erfolgt die Gegenüberstellung von 3 verschiedenen Peak-Oil Prognosen.

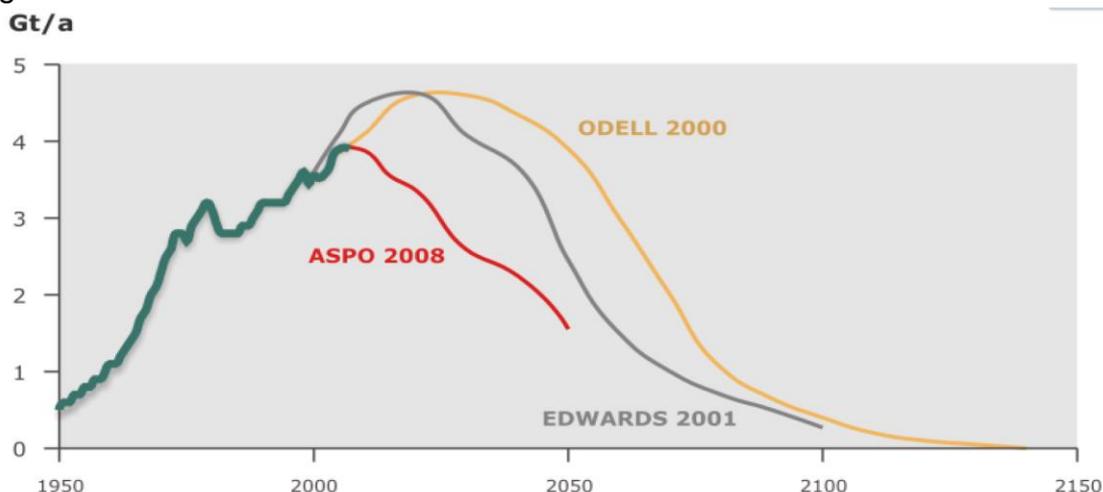


Abbildung 7: Peak-Oil Prognosen für konventionelles Erdöl, Quelle: (BGR, Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, 2009, S. 237)

### Konventionell vs. nicht konventionelles Erdöl

Allgemein kann bei Erdöl zwischen konventionellem und nicht konventionellem Erdöl unterschieden werden. Konventionelles Erdöl bezeichnet hierbei den auf Grund geographischer und geologischer Gegebenheiten verhältnismäßig leicht zu fördernden Teil des Erdöls. Nicht konventionelle Erdöle stellen in diesem Zusammenhang verschiedene Öllagerstätten wie Ölsande, Ölschiefer oder Schwerstöle dar.

Abbildung 8 zeigt den Vergleich der Peak-Oil Prognosen bei Berücksichtigung von konventionellem und nicht konventionellem Erdöl.

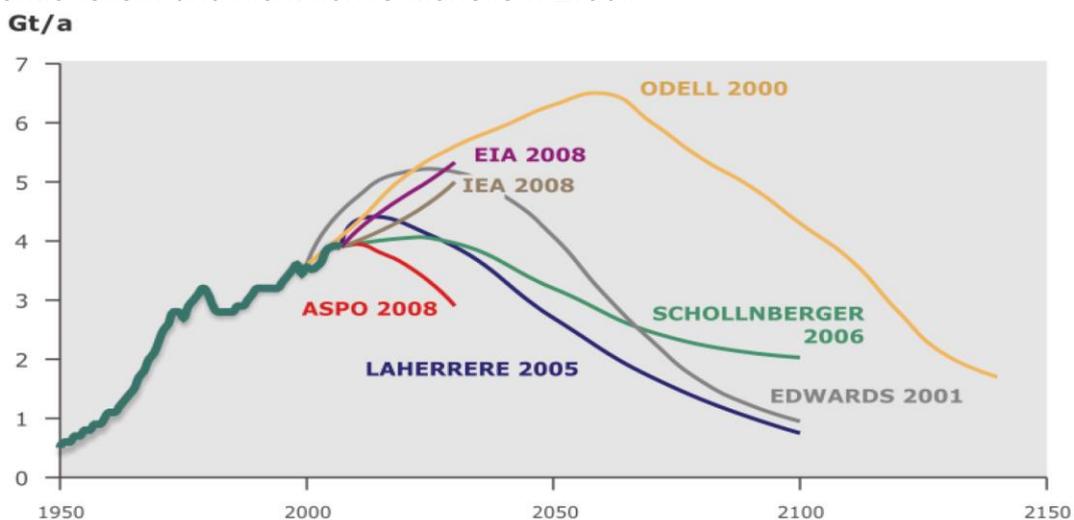


Abbildung 8: Peak-Oil Prognosen für konventionelles und nicht konventionelles Erdöl, Quelle: (BGR, Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, 2009, S. 237)

Die nichtkonventionellen Erdöle hätten das Potential den Peak-Oil um ca. 10-15 Jahre nach hinten zu verschieben, allerdings ist ihre Gewinnung sehr teuer sowie mit

sehr hohem Energie- und Wasserverbrauch verbunden und setzt nachhaltig schädliche Eingriffe in die Umwelt voraus. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 44)

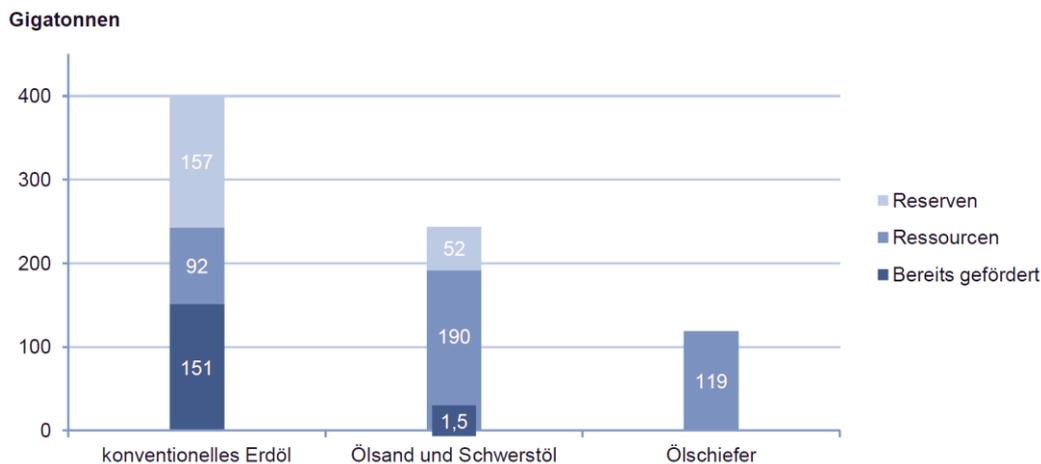


Abbildung 9: Gesamtpotential Erdöl 2007, Quelle: (Bertram & Bongard, 2014, S. 45)

Die deutsche Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) beschreibt verschiedene geologische und geotechnische Aspekte neben der nicht einschätzbaren Dynamik als Hauptfaktoren für die künftige Entwicklung der Ölförderung. Laut BGR wird neben dem Erdölpotential und seiner örtlichen Verteilung auch der Verteilung der großen Felder und Lagerstätten eine bedeutende Rolle zu teil werden. Nahezu 70% der konventionellen Erdöl- und Erdgasreserven liegen dabei in der sogenannten „strategischen Ellipse“ (siehe Abbildung 10). Diese Konzentration auf einen regionalen Bereich lässt laut BGR zukünftig eine voranschreitende Differenzierung zwischen produzierenden und Verbraucherländern erwarten. (vgl. BGR, Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, 2009, S. 253)

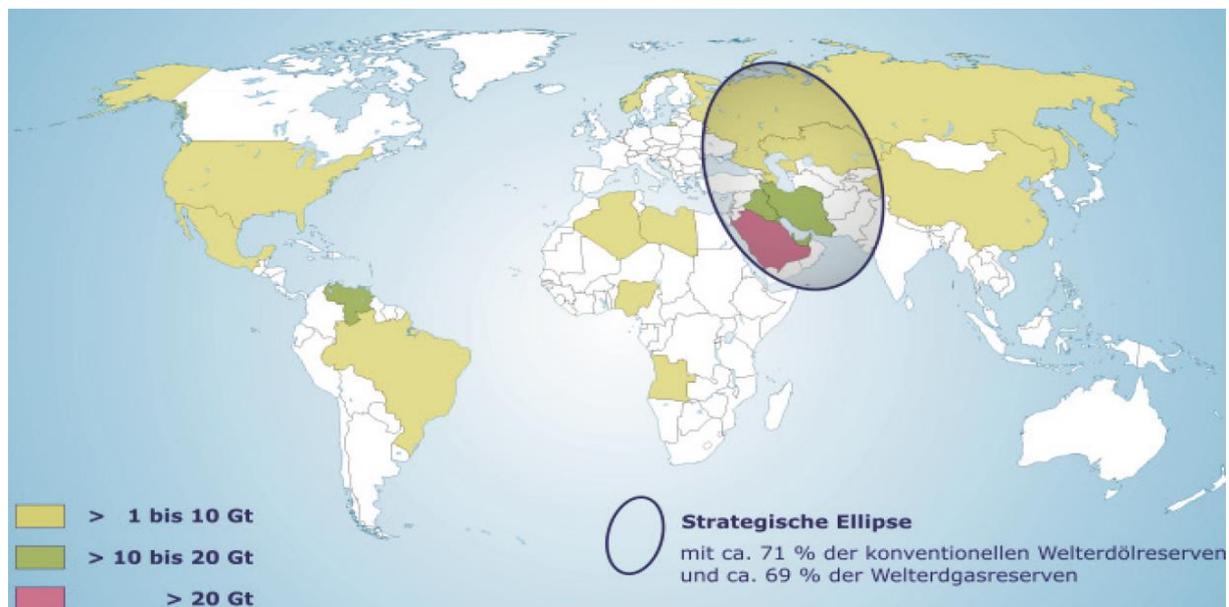


Abbildung 10: Strategische Ellipse, Quelle: (BGR, Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, 2009, S. 253)

Die künftige Entwicklung im Erdölsektor könnte laut (BGR, Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, 2009, S. 253,254) von folgenden Faktoren beeinflusst sein:

- Für das kommende Jahrzehnt kann das verbleibende Erdölpotential selbst bei moderatem Verbrauchsanstieg die Versorgung gewährleisten
- Anteil von Öl aus OPEC-Ländern ( vor allem Golfregion) nimmt zu
- Anteil an nicht-konventionellem Erdöl nimmt ebenfalls zu, wird allerdings bis 2020 einen Gesamtanteil von 5 – 10% nicht übersteigen
- In absehbarer Zukunft kann Produktion nicht beliebig gesteigert werden
- Umstellungen im Energiesektor benötigen lange Zeit deswegen
- Alternativen für Erdöl suchen
- Entwicklung entsprechender Technologien fördern

### 1.2.6 Auswirkungen auf Automobilindustrie

Um den Anteil der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre nicht weiter zu erhöhen und der Klimaerwärmung entgegenzuwirken, wurde in der Europäischen Union im Jahr 2009 eine Verordnung (EG/443/2009) erlassen, die für Fahrzeugflotten einen Kohlendioxidausstoß von 95g CO<sub>2</sub>/km festlegt. Dieser Grenzwert soll für Neuwagen ab dem Jahr 2020 gelten und entspricht umgerechnet auf den Benzin- bzw. Dieserverbrauch der Kraftwagen in etwa einem Verbrauch von 4,1l/km bzw. 3,6l/km. Ab dem bereits vergangenen Jahr 2015 wurde in der Verordnung ein Grenzwert von 130g CO<sub>2</sub>/km festgelegt. In der EU-Verordnung wird weiter festgelegt, dass reine Elektroautos mit einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 0g CO<sub>2</sub>/km („Zero Emission Vehicle“) in die Berechnung der Flottenwerte eingehen. Auch Hybridfahrzeuge haben geringere Grenzwerte beim CO<sub>2</sub>-Ausstoß, es besteht also für die Automobilhersteller ein hoher Anreiz energieeffiziente Fahrzeuge zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. (vgl. Karle, 2015, S. 24)

Bei Betrachtung von Abbildung 11 zeigt sich, dass bereits in den letzten Jahren sowohl österreich- als auch EU-weit die ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Werte pro Kilometer für neuangemeldete Fahrzeuge von etwa 170 g/km im Jahr 2000 auf 130 g/km in 2014 zurückgegangen sind.

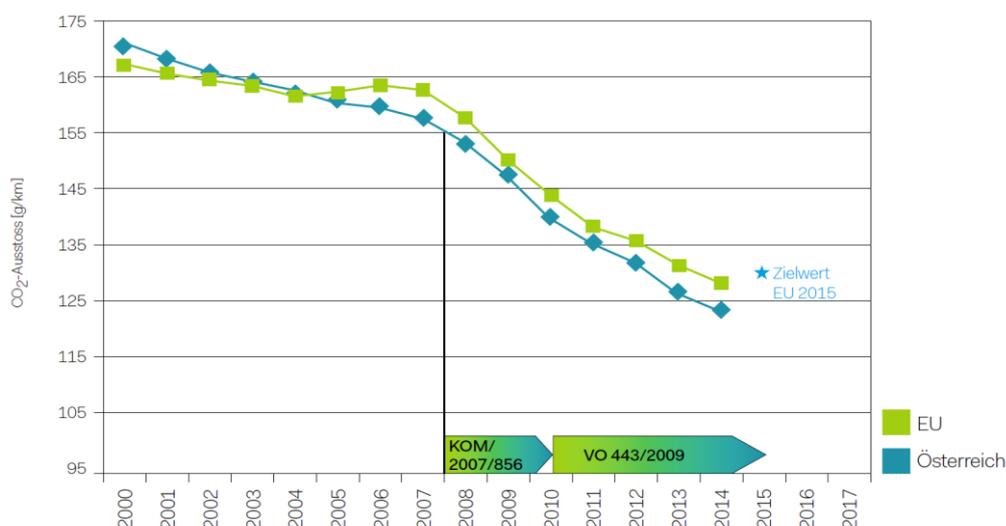


Abbildung 11: Durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen Neuwagen AUT & EU, Quelle: (BMLFUW, CO<sub>2</sub>-Monitoring PKW 2015, 2015, S. 14)

Abbildung 12 zeigt die durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emission für Neuwagen in der Europäischen Union. Die Werte bewegen sich dabei zwischen 101,2 g/km CO<sub>2</sub> (Niederlande) und 137,2 g/km (Estland).

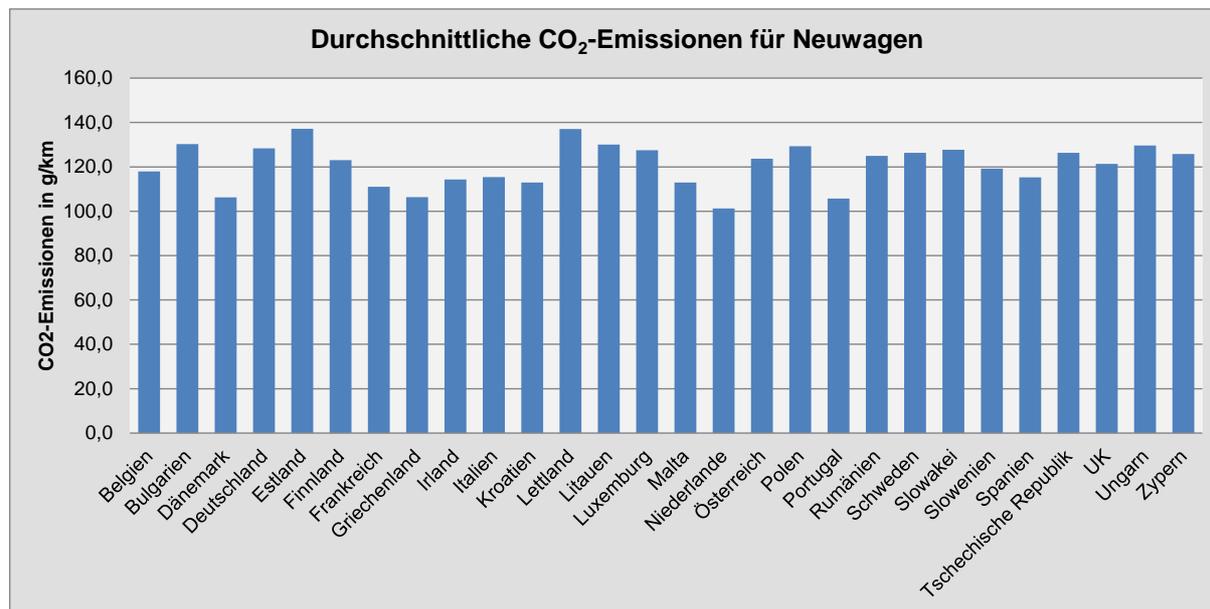


Abbildung 12: Durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen für Neuwagen in EU (Quelle: [ACEA](#), eigene Darstellung)

Abbildung 13 zeigt die durchschnittlichen CO<sub>2</sub> Emissionen für Neuwagen in den Europäischen Staaten.

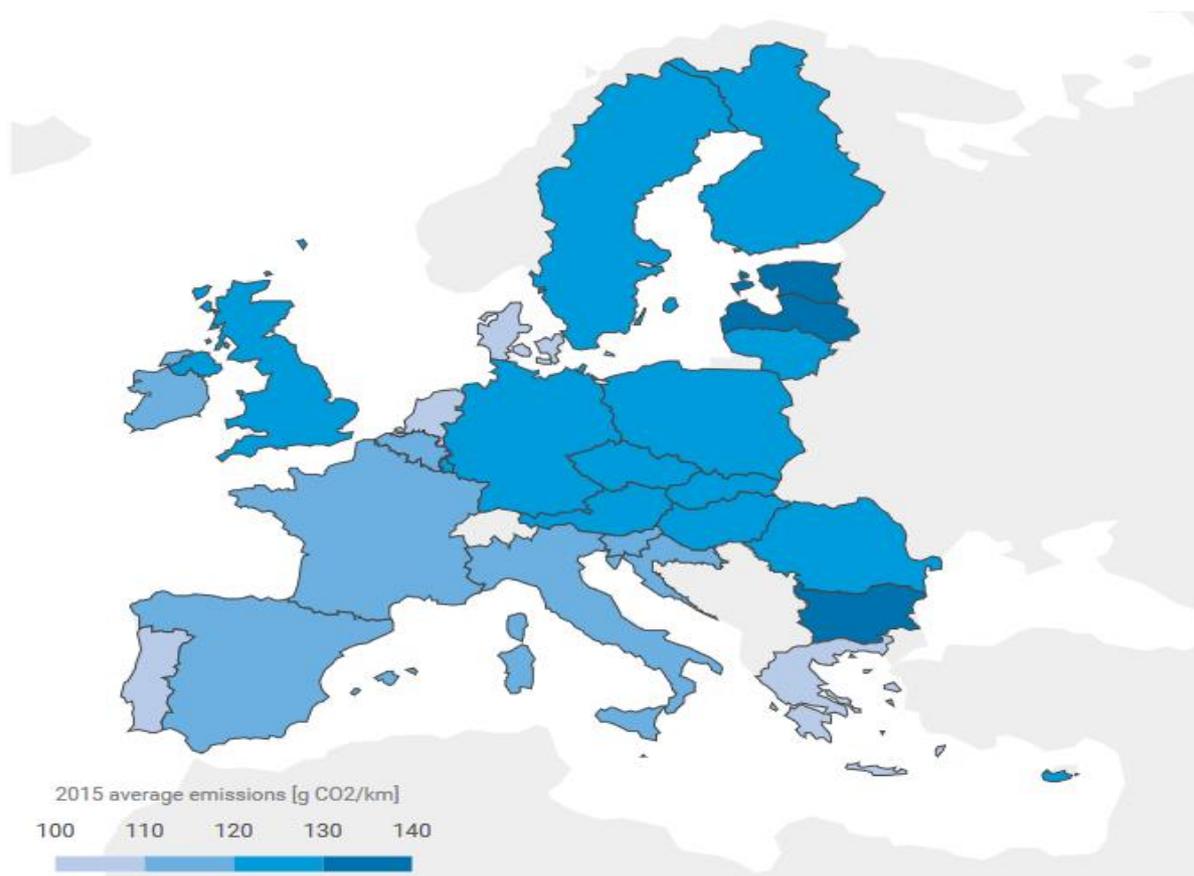


Abbildung 13: Durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen – EU Übersicht (Quelle: [ACEA](#))

## 1.2.7 Alternative Kraftstoffe bzw. Antriebskonzepte

In diesem Kapitel soll eine Übersicht über alternative Kraftstoff bzw. Antriebskonzepte gegeben werden.

### Biokraftstoffe

Biokraftstoffe sind aus Biomasse gewonnene Kraftstoffe die in flüssiger oder gasförmiger Form vorliegen. Sie werden in Verbrennungsmotoren als Alternative zu herkömmlichen Kraftstoffen eingesetzt und aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. Durch die Biokraftstoffrichtlinie 2003/30/EG wurden in Österreich seit dem 1. Oktober 2007 4,3% des Kraftstoffverbrauchs mit Biokraftstoffen substituiert. Im Oktober 2008 waren es bereits 5,75% und mittlerweile liegt der Wert bei etwa 7%. Für diese Substituierung werden überwiegend Biodiesel bzw. Bioethanol zu herkömmlichem Diesel bzw. Benzin gemischt. (vgl. BMLFUW, Alternative Antriebe und Kraftstoffe, 2016)

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über die verschiedenen Biokraftstoffe und ihre jeweiligen Rohstoffe.

Substitut für	Biokraftstoff	Rohstoff	Prozess	Verwendungsform
Benzin	Bioethanol	Weizen, Roggen, Gerste, Mais, Zuckerrohr & -rüben, etc	Fermentation, Destillation, Synthese von Bioethanol	E5, E10, E85, E100
	Biobutanol	Zucker, Stärke, Zellulose, Lignin	Anaerobe, bakterielle Umwandlung	wie oben
Diesel	Biodiesel	Rapsöl, Sojaöl, Palmöl, Alt- und tierische Fette, etc	Umesterung der Öle	B100, B5, B7, B30
	Reines Pflanzenöl	Raps, Soja, Altfette, Algen	Pressung und Aufbereitung der Rohstoffe	P100
	Biomass to Liquid	Cellulosehaltige Biomasse	Umwandlung von aus Biomasse gewonnenen Synthesegas	als Reinkraftstoff
	Hydrierte Öle und Fette	Sämtliche Öle und Fette	Co- & Hydroprocessing	H30, H3 in Vorbereitung
Gas	Biogas (Biomethan)	Energiepflanzen, Gräser, Gülle, Zwischenfrüchte, org. Abfälle	Anaerobe Vergärung, Aufbereitung von Biogas zu Biomethan	Erdgasfahrzeug
	Biowasserstoff	Sämtliche Biomasse	Freisetzung von Wasserstoff bspw. Bei Vergasung von Biomasse	Brennstoffzellenfahrzeug

Tabelle 3: Biokraftstoffe Übersicht (vgl. BMEL, 2009, S. 12, 13) eigene Darstellung

### E85 Superethanol

E85 ist ein Treibstoffgemisch aus Bioethanol (z.B.: E85 ... 85% Ethanol) und herkömmlichem Benzin (15%). Bei geringerem Energiegehalt im Vergleich zu herkömmlichem Benzin bietet Superethanol bedingt durch die höhere Oktanzahl eine Leistungssteigerung, kann allerdings nur in speziell dafür adaptierten Motoren verwendet werden. Der Einsatz von E85 verringert durch das verwendete Bioethanol, welches aus erneuerbaren Rohstoffen gewonnen wird, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Fahrzeuges. (vgl. BMLFUW, Alternative Antriebe und Kraftstoffe, 2016)

### Erd- und Biogas (CNG)

Durch die Verwendung von komprimiertem natürlichem Methangas (Compressed Natural Gas - CNG) in Gasmotoren kann der Ausstoß von Schadstoffpartikeln im Vergleich zu konventionellen Benzin- oder Dieselmotoren deutlich reduziert werden. Weiters ist Erdgas im Vergleich als Treibstoff auch günstiger und auch Biogas bietet deutliche Umweltvorteile verglichen mit herkömmlichen Fahrzeugkraftstoffen. (vgl. BMLFUW, Alternative Antriebe und Kraftstoffe, 2016)

## **Wasserstoff**

Über eine mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzelle wird der Strom erzeugt der für den Antrieb des Motors verwendet wird. Das Fahrzeug emittiert im wesentlichen Wasserdampf, für die Gesamtbilanz müssen hierbei jedoch auch jene Emissionen berücksichtigt werden, die bei der Herstellung des für die Brennstoffzelle benötigten Wasserstoffs entstehen. (vgl. BMLFUW, Alternative Antriebe und Kraftstoffe, 2016)

## **Hybridantriebe**

Unter Hybrid versteht man im Bereich der Automobile die Vermischung zweier Antriebskonzepte. Es soll ein Verbrennungsmotor, angetrieben durch die Verbrennung von Benzin- oder Dieselmotorkraftstoff, mit einem Elektromotor in Kombination betrieben werden.

Es gibt unterschiedliche Konzepte der Hybridisierung, die im Wesentlichen über das Verhältnis der Antriebsleistung des Verbrennungsmotors zu der des Elektromotors definiert werden. Es können bezogen auf die elektrische Antriebsleistung vier verschiedene Funktionalitäten eines Hybridantriebes festgelegt werden:

### (1) Regeneratives Bremsen (Rekuperation)

Die Energie die während des Bremsvorganges entsteht kann je nach Größe des elektrischen Generators genutzt werden und an den Akkumulator rückgeführt werden. Hier gibt es je nach Hybridisierung Unterschiede in der Größe der rückgewinnbaren Energie. Bei Mikrohybriden lässt sich nur ein kleiner Teil der kinetischen Energie rückführen, bei Vollhybriden kann der überwiegende Teil der Energie wieder eingespeist werden.

### (2) Start-Stopp System

Kommt das Fahrzeug zum Beispiel an einer Ampel zum Stehen, wird der Verbrennungsmotor abgeschaltet und erst sobald der Fahrer das Gaspedal berührt wieder aktiviert. Dabei wird ein leistungsstarker Generator verwendet, der den Motor gleich in den notwendigen Drehzahlbereich bringt. Damit lassen sich im Vergleich zu Modellen ohne Start-Stopp-Systemen vor allem im innerstädtischen Bereich einige % an Kraftstoff einsparen.

### (3) Unterstützender Antrieb

Der elektrische Motor wird zur Beschleunigungsunterstützung verwendet, und kann in gewissen Situationen z.B. bei Schaltvorgängen, das Drehmoment glätten. Dadurch kann der Verbrennungsmotor kleiner dimensioniert werden.

### (4) Elektrisches Fahren

Bei dieser Funktionalität kann der Elektromotor das Fahrzeug vollkommen ohne Einsatz des Verbrennungsmotors antreiben und verursacht dabei keine lokalen Emissionen. Je nach Konzept des Fahrzeugs lassen sich damit Strecken von einigen hundert Metern bis zu einigen Kilometern zurücklegen.

### **Reine Elektrofahrzeuge**

Im Gegensatz dazu steht das Antriebskonzept mit einem reinen Elektromotor. Dabei wird auf die Verwendung eines Verbrennungsmotors vollkommen verzichtet.

Hybridfahrzeuge sowie rein elektrische Fahrzeuge sollen den Schwerpunkt dieser Arbeit darstellen, und werden im folgenden Kapitel 2 genauer betrachtet.

## 2 Grundlagen zur Elektromobilität

In diesem Kapitel werden die Vor- und Nachteile, sowie die verschiedenen Typen von elektrischen Fahrzeugen behandelt. Weiters werden die unterschiedlichen Batterietechnologien und die verschiedenen Möglichkeiten der Batterieaufladung aufgezeigt.

### 2.1 Vorteile Elektrofahrzeuge

In den folgenden Unterpunkten soll kurz auf die Vorteile von Elektrofahrzeugen eingegangen werden.

#### Energieeffizienz

Elektromotoren, die in Elektrofahrzeugen Verwendung finden, haben einen sehr hohen Wirkungsgrad. Das bedeutet, dass bei der Umwandlung von elektrischer zu mechanischer Energie sehr wenige Verluste entstehen, die Umwandlung also sehr effektiv ist. Einem Wirkungsgrad von über 90% steht hier ein Wirkungsgrad von maximal 40% bei einem Verbrennungsmotor gegenüber. Zusätzlich gelten die erreichten Maximalwerte beim Verbrennungsmotor auch nur in einem eingeschränkten Drehzahl- bzw. Drehmomentbereich.

Beim Elektromotor besteht zusätzlich die Möglichkeit anhand der sogenannten Rekuperation beim Bremsen den Motor als Generator zu betreiben und die entstehende Bremsenergie dazu zu verwenden die Batterie des Fahrzeugs zu laden. Durch diese Rückführung der Bremsenergie und den hohen Wirkungsgrad verbraucht ein Elektroauto im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen deutlich weniger Energie und somit ergeben sich geringere Betriebskosten für die Fahrzeugnutzer. (vgl. Karle, 2015, S. 21)

#### Emissionen

Während der Fahrt werden vom Elektrofahrzeug keine Schadstoffe freigesetzt und das Fahrzeug wird als sogenanntes „Zero Emission Vehicle“ betrachtet. Daraus ergibt sich auch für Fahrzeughersteller der Vorteil, dass sie durch den Verkauf von Elektrofahrzeugen die Grenzwerte für den CO<sub>2</sub>-Ausstoss ihrer Fahrzeugflotten verringern können. Für die korrekte Betrachtung muss allerdings die Erzeugung des verwendeten Stromes berücksichtigt werden. Idealerweise wird zum Aufladen der Batterien Strom zu 100% aus erneuerbaren Energieträgern bezogen. Dadurch wäre gewährleistet, dass in der kompletten „Well-to-Wheel“ Betrachtung keine CO<sub>2</sub>-Emissionen auftreten. „Well-to-Wheel“ bezeichnet in diesem Zusammenhang die Betrachtung der kompletten Energiekette, ausgehend von der Erzeugung bis zum Verbrauch des elektrischen Stromes. (vgl. Karle, 2015, S. 21,22)

#### Lautstärkeemissionen

Elektroantriebe zeichnen sich weiters durch ihre sehr niedrige Betriebslautstärke aus. Dadurch ergibt sich im Fahrzeug, unabhängig von der Geschwindigkeit, eine angenehme Atmosphäre für die Insassen. Auch außerhalb des Fahrzeugs kommt es

zu keinen hohen Lautstärkeemissionen, was für Anrainer umliegender Gebiete und Verkehrsnutzer durchaus als Vorteil zu werten ist. (vgl. Karle, 2015, S. 22)

### Drehmoment/Fahrweise

Der Elektromotor hat im Vergleich zu Verbrennungsmotoren über einen großen Drehzahlbereich ein sehr hohes Drehmoment, und ist auch verglichen mit Otto- oder Dieselmotoren auf Grund seines relativ einfachen Aufbaus weitestgehend wartungs- und verschleißfrei. Schaltgetriebe, wie sie bei herkömmlichen Fahrzeugen Verwendung finden, wären bei Elektroautos nicht nötig. Daraus resultieren über den gesamten Geschwindigkeitsbereich ein ruckfreies Fahren und eine äußerst dynamische Fahrweise. (vgl. Karle, 2015, S. 22)

Abbildung 14 zeigt den Verlauf einer Drehmomentkennlinie von einem Diesel-Verbrennungsmotor im Vergleich zu einem Elektromotor.

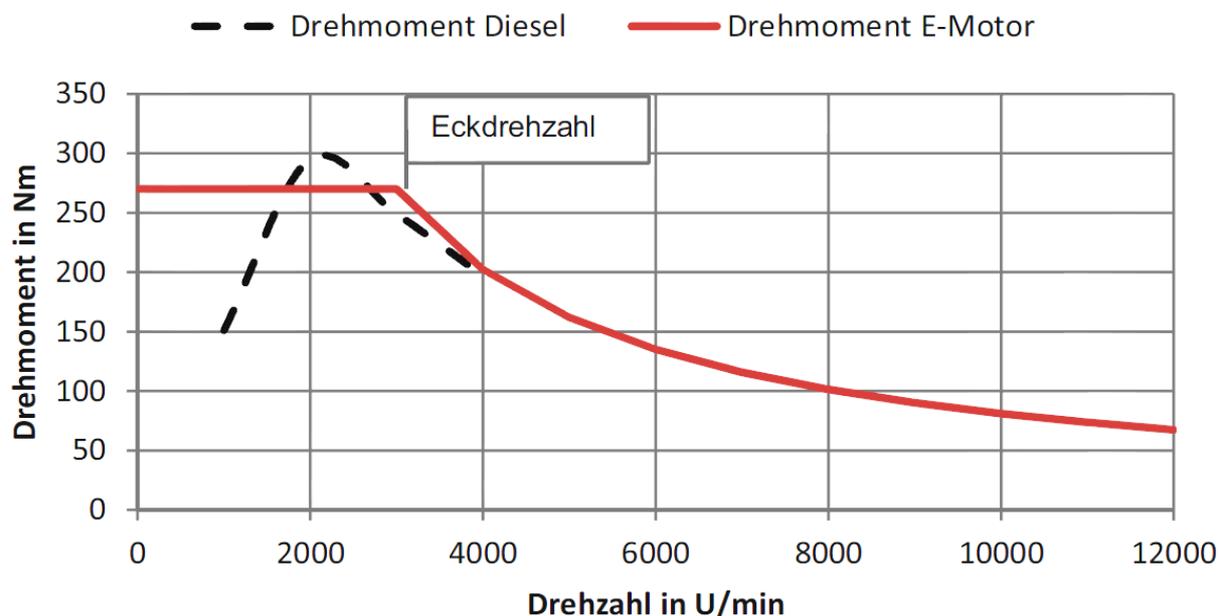


Abbildung 14: Drehmomentkennlinien, Quelle: (Karle, 2015, S. 66)

### Einfacher Aufbau

Verglichen mit Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zeichnen sich Fahrzeuge mit Elektromotoren durch einen wesentlich einfacheren Aufbau aus. Für ähnliche Leistungen lassen sich Elektromotoren wesentlich leichter und kompakter konstruieren und sind auch im wesentlich wartungsfrei. Die Regelung von Elektromotoren ist im Vergleich zu Verbrennungsmotoren ebenfalls relativ einfach, so erfolgt zum Beispiel die Umschaltung von Vorwärts- auf Rückwärtsbewegung rein elektronisch und es wird kein Schaltgetriebe benötigt. Die Steuerungselektronik der Elektroantriebe ist jedoch im Gegensatz zu konventionellen Fahrzeugen auf Grund der hohen Spannungen und Ströme sehr aufwendig. Durch die oben bereits erwähnte Rekuperation werden auch die Bremsen wesentlich weniger beansprucht, wodurch sich weniger Serviceaufwand und –kosten ergeben. (vgl. Karle, 2015, S. 23)

## **2.2 Nachteile Elektrofahrzeuge**

In den folgenden Unterpunkten soll kurz auf die Nachteile von Elektrofahrzeugen eingegangen werden.

### **Anschaffungspreis**

Die teuerste Komponente des Elektrofahrzeugs ist der notwendige Li-Ionen Akku. Für den Elektromotor inklusive Steuerungselektronik würden sich prinzipiell vergleichbare Kosten ergeben wie für einen herkömmlichen Verbrennungsmotor. Für die momentan in Elektroautos verwendeten Akkumulatoren mit Kapazitäten von ca. 20 kWh ergeben sich alleine schon Preise von in etwa 10.000€. Hier ist in den nächsten Jahren auf Grund neuer Entwicklungen mit einer wesentlichen Preisreduktion zu rechnen, erwartet wird in etwa eine Halbierung der momentanen Preise. Da Elektroautos jedoch im Betrieb auf Grund ihrer geringen Wartungsintensität und Energieeffizienz wesentlich weniger Betriebskosten aufweisen, darf nicht nur der Anschaffungspreis auf der einen Seite, sondern auch die jährlichen Ersparnisse auf der anderen berücksichtigt werden. (vgl. Karle, 2015, S. 24)

### **Reichweite / Ladedauer**

Das reichweitenbegrenzende Element bei Elektrofahrzeugen ist der Akkumulator. Die laut Hersteller angegebenen Reichweiten von wenigen hundert Kilometern verringern sich in der Praxis durch z.B. Einsatz von Klimaanlage noch einmal um einige Prozent. Je nach Anwendungsgebiet dürften für die meisten Benutzer solche Reichweiten genügen, bei weiteren Tagesausflügen kann es hier jedoch schon zu Problemen kommen, da bedingt durch die lange Ladedauer der Akkus auch eine schnelle Nachladung nicht möglich ist. Im Normalfall wird das Elektroauto in der heimischen Garage über Nacht aufgeladen, während einer Ausfahrt das Fahrzeug in einer Reisepause mehrstündig aufzuladen, ist jedoch nicht praktikabel. Für diesen Fall gibt es öffentliche Ladestationen, an denen der Akku mit höherer Ladeleistung und kürzeren Ladezeiten von circa 30 Minuten geladen werden kann. (vgl. Karle, 2015, S. 24)

### **Lautstärke**

An dieser Stelle soll zusätzlich auch erwähnt werden, dass es durch den leisen Betrieb der Elektroantriebe auch durchaus zu gefährlichen Situationen mit anderen Verkehrsteilnehmern wie etwa Fußgängern kommen kann, da diese das Fahrzeug eventuell nicht hören. Hier werden von den Herstellern als Maßnahme bereits Möglichkeiten zur Verbesserung der akustischen Wahrnehmung gesucht.

## **2.3 Fahrzeugtypen**

Grundsätzlich lassen sich die verschiedenen Fahrzeuge in unterschiedliche Gruppen aufteilen. Diese sollen anhand der nachfolgenden Punkte kurz angeführt werden.

### **2.3.1 Zweiräder**

Unter dem Begriff Zweiräder werden herkömmliche, elektrisch betriebene Fahrräder und andere motorisierte Zweiräder zusammengefasst. Diese sind vor allem für den innerstädtischen Verkehr sehr praktisch, da sie emissionsarm und leise sind und es in der Regel keine Probleme bereitet einen geeigneten Abstellplatz zu finden.

Wird die „Radverkehr in Zahlen“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie betrachtet, so zeigt sich, dass in Österreich im Jahre 2010 rund 6,4 Mio. Fahrräder in Verwendung waren. Das entspricht umgerechnet auf den damaligen Einwohnerstand (8,39 Mio.) einem Grad von 76%, was in etwa bedeutet dass 3 von 4 Österreichern ein Fahrrad besitzen. Weiters geht aus der Studie hervor, dass am Beispiel Wien im Jahr 2009 die durchschnittlich zurückgelegte Wegstrecke mit dem Fahrrad in etwa bei 3,5 km liegt. (BMVIT, Radverkehr in Zahlen, 2013)

Hemmnisse für den Einsatz der Zweiräder liegen in der Abhängigkeit der Witterung und in den teilweise schlecht ausgebauten infrastrukturellen Gegebenheiten (Radwege). Laut Verkehrsclub Österreich gab es im Jahr 2014 bereits 150.000 Elektrofahrräder in Österreich. Diese würden sich für Wegstrecken bis zu 15 km gut eignen. Im Vergleich dazu liegt die durchschnittlich zurückgelegte PKW-Wegstrecke bei 13 km. (VCÖ, 2014, S. 2)

#### **Aufbau**

Als Antriebe werden vorwiegend bürstenlose Gleichstrommotoren verwendet. Diese sind leicht regelbar und arbeiten bei Betriebsspannungen von 24 bis 48V. Unterschieden werden je nach Ort des Einsatzes Front-, Mittel- oder Heckmotoren.

Für die Akkumulatoren werden hauptsächlich Li-Ionen Akkus verwendet. Die Kosten für die Energiespeicher können hierbei mit etwa 600 – 1000 Euro angegeben werden. Damit stellen die Akkus das teuerste Bauteil von Elektrofahrrädern dar. Weiters haben die Energiespeicher nur begrenzte Lebensdauern, weswegen der Garantie beim Kauf eines Elektrorades große Bedeutung zukommt. Garantieleistungen werden hierbei abhängig vom Herstellern entweder direkt in Monaten angegeben oder in Ladezyklen. Die Kapazität des Akkus darf dabei innerhalb des Garantiezeitraums nicht um mehr als einen vorgegebenen Prozentsatz nachlassen. Die Spannung des Akkus ergibt sich durch Zusammenschaltung von einzelnen Zellen, welche mit Hilfe eines Batteriemanagements beim Laden und Entladen überwacht werden um Überladung oder Tiefenentladung zu vermeiden. (vgl. Karle, 2015, S. 43,44)

#### **Pedelecs**

Pedelec steht hier für eine Zusammensetzung aus den Worten Pedal Electric Cycle und bezeichnet ein Fahrrad das den Benutzer durch einen Elektromotor bis maximal 250 Watt während des Tretens unterstützt. Dabei werden vom Motor nur Geschwindigkeiten bis 25km/h zugelassen. Das Pedelec ist dem herkömmlichen Fahrrad aus straßenverkehrsordnungsseitiger Sicht gleichgestellt. Für die Handhabe wird also keine Fahrzeugversicherung oder Führerschein vorausgesetzt.

(vgl. Karle, 2015, S. 42)

### Schnelle Pedelecs

Bei diesen wird der Fahrer beim Treten von einem maximal 500 Watt starken Elektromotor unterstützt. Dabei sind Geschwindigkeiten bis zu 45 km/h möglich. Aus Sicht der Straßenverkehrsordnung sind diese Fahrzeuge den Mopeds und Kleinmotorrädern zuzuordnen. Es muss also mindestens ein Führerschein für Kleinmotorräder vorhanden sein und eine Zulassung des Elektrofahrzeuges erfolgen. (vgl. Karle, 2015, S. 42)

### E-Bikes

Bei den E-Bikes wird der Fahrer nicht nur während dem Treten unterstützt, sondern das Fahrrad lässt sich auch elektrisch fahren wenn die Pedale nicht betätigt werden. Die Bedienung und Regelung des Elektromotors erfolgt dabei über einen Handschalter. Werden die Motorleistung von maximal 500 Watt und die Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h nicht überschritten, können diese ohne Zulassung und Führerschein betrieben werden. (vgl. Karle, 2015, S. 42)

## 2.3.2 PKW

Im August 2016 waren in Österreich (siehe Tabelle 4) in etwa 6,5 Mio. Kraftfahrzeuge zum Verkehr zugelassen, wobei 4,7 Mio. auf die Gruppe der Personenkraftfahrzeuge entfällt. (lt. Statistik Austria)

Fahrzeugarten	August 2016	Fahrzeugarten	August 2016
Personenkraftwagen Kl. M1	4.805.885	Lastkraftwagen Kl. N1	385.045
Motorräder Kl. L3e	225.848	Lastkraftwagen Kl. N2	11.714
Motorfahrräder Kl. L1e	285.333	Lastkraftwagen Kl. N3	41.181
Vierrädrige Kraftfahrzeuge Kl. L7e	19.631	Zugmaschinen	456.576
Motordreiräder Kl. L5e	2.181	Sattelzugfahrzeuge	16.964
Dreirädrige Kleinkrafträder Kl. L2e	787	Motor- und Transportkarren	12.260
Kleinmotorräder Kl. L3e	2.055	Selbstfahrende Arbeitsmaschinen	20.991
Vierrädrige Leichtkraftfahrzeuge Kl. L6e	12.677	Erntemaschinen	10.015
Leichtmotorräder Kl. L3e	285.778	Wohnmobile	25.114
Omnibusse Kl. M2 und M3	9.799	Sonstige Kraftfahrzeuge	24.702
		<b>Kraftfahrzeuge insgesamt</b>	<b>6.654.536</b>

Tabelle 4: Fahrzeugbestand Österreich August 2016, (Quelle: Statistik Austria)

Für ganz Europa ergab sich für das Jahr 2014 ein Fahrzeugbestand von 382 Mio. Fahrzeugen. Da sich die weitere Entwicklung des Fahrzeugbestandes für die folgenden Jahre nur schwer abschätzen lässt soll für die weiteren Betrachtungen, davon ausgegangen werden, dass der europäische Fahrzeugbestand in den nächsten Jahren konstant bei dieser Zahl bleiben wird.

### Unterschied zum Verbrennungskraftwagen (schematisch)

Im Gegensatz zum Verbrennungskraftwagen entfallen beim Elektroauto folgende Komponenten: (Karle, 2015, S. 23)

- Öltank, Öl
- Tank, Benzinpumpe
- Katalysator
- Auspuffanlage
- Start- & Lichtmaschine

Einfach dargestellt ergeben sich Aufbau und Funktion von Elektro- bzw. Verbrennungsfahrzeuge wie in Abbildung 15 dargestellt.

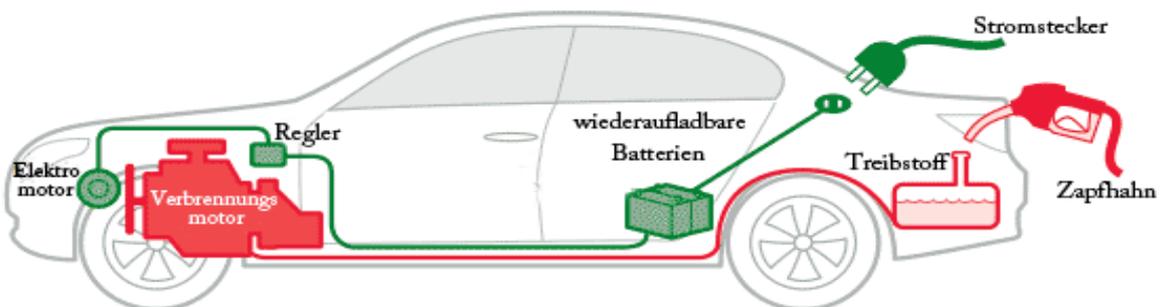


Abbildung 15: Schematik Elektro- und Verbrennungskraftwagen (Quelle [energieinitiative.org](http://energieinitiative.org))

### Kostenunterschied:

Für einen Vergleich zwischen den Kosten eines Elektroautos und eines konventionellen Automobils müssen die „Total Costs of Ownership“ berücksichtigt werden. In diesen werden nicht nur die Anschaffungskosten berücksichtigt, sondern alle Kosten, die sich über die gesamte Lebensdauer des Autos gerechnet ergeben. Gerechnet werden also Anschaffungskosten, Steuern und Versicherungen, laufende und weitere Fixkosten in etwa für Überprüfungen oder Stellplätze, Wartungs- und Betriebskosten sowie Kosten für erhaltende Maßnahmen. Unter Berücksichtigung dieser Parameter, vor allem aber durch Abschätzung der Differenzkosten zwischen den beiden verschiedenen Fahrzeugtypen ergeben sich laut für BEV bzw. PHEV bei einer Durchschnittsanzahl an gefahrenen Kilometern (zwischen 10.000 – 20.000km) höhere Gesamtkosten als für konventionelle Fahrzeuge. Diese Differenz lässt sich mittelfristig durch sinkende Kosten für Akkumulatoren bzw. größere Jahresleistung an gefahrenen Kilometern senken. (vgl. Karle, 2015, S. 171)

### Mild Hybrid Electric Vehicle (MHEV)

Als MHEV werden Fahrzeuge bezeichnet, die während des Bremsvorganges mit Hilfe des verwendeten Elektromotors Bremsenergie in einem Akku speichern können (Rekuperation). Die so gewonnene Energie kann dann bei Bedarf zur Unterstützung des Verbrennungsmotors eingesetzt und somit eine Leistungssteigerung erzielt werden. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 30)

### **Full Hybrid Electric Vehicle (FHEV)**

Das FHEV besitzt im Vergleich zum Mild Hybrid einen stärkeren Elektromotor und einen Akkumulator mit höherer Kapazität. Mit dem Vollhybrid besteht die Möglichkeit kurze Wegstrecken rein mit der Leistung des Elektromotors zurückzulegen. Die Energie für die Ladung des Akkus wird einerseits wie beim MHEV aus der Rekuperation und andererseits direkt aus dem Verbrennungsmotor bezogen. Man bleibt für die Ladung also unabhängig vom Stromnetz. Nachteilig sind bei dieser Bauweise das hohe Gewicht und die hohen Kosten für den verwendeten Akkumulator. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 31)

### **Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV)**

Das PHEV stellt eine Weiterentwicklung des FHEV dar. Der Plug-In Hybrid kann zusätzlich zur Aufladung per Rekuperation und Verbrennungsmotor auch direkt über die Haushaltssteckdose mit Strom aus regenerativen Energiequellen aufgeladen werden und setzt dabei nur etwa die Hälfte an CO<sub>2</sub> frei als der FHEV. Im Vergleich zum FHEV werden der Verbrennungsmotor kleiner sowie der Elektromotor (ca. 50kW) und der Akkumulator größer dimensioniert. Der Verbrennungsmotor kommt bei dieser Anwendung nur zum Einsatz um den Elektromotor in bestimmten Situationen zu unterstützen oder um den Akku aufzuladen. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 32)

### **Elektrofahrzeuge mit Reichweitenverlängerung (Range Extender)**

Im Vergleich mit konventionellen Verbrennungskraftfahrzeugen erreichen rein elektrisch angetriebene Fahrzeuge momentan noch deutlich geringere Reichweiten. Weiters kommt dazu, dass die Aufladung des Akkus an einer herkömmlichen 230V-Haushaltssteckdose mehrere Stunden dauert, da die Leistung für eine schnellere Aufladung zu gering ist. Um diesen Nachteilen entgegenzuwirken, werden in Elektrofahrzeugen sogenannten Range Extender verbaut. Bei dieser Variante besitzen die Fahrzeuge neben einem leistungsfähigen Elektromotor (in etwa 50kW oder mehr) noch einen kleinen Verbrennungsmotor, der allerdings im Vergleich zu den Bauweisen FHEV und PHEV nicht mit dem Antriebsstrang verbunden ist, sondern nur zur Stabilisierung des Ladezustandes verwendet wird. Wenn der Akkustand unter einen gewissen Prozentsatz sinkt, wird vom Verbrennungsmotor ein Generator angetrieben, der den notwendigen Strom zur Aufladung des Akkus erzeugt. So wird es möglich auch längere Strecken zurückzulegen ohne das Fahrzeug in der Zwischenzeit an der Steckdose aufzuladen. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 33,34)

### **Batterieelektrische Fahrzeuge**

Die bisher vorgestellten Systeme stellen alle eine Kombination aus jeweils einem Elektro- und Verbrennungsmotor dar, die je nach Anwendung unterschiedlich dimensioniert werden. In diese Kategorie fallen Fahrzeuge die rein elektrisch betrieben werden und ihre Energie vollständig aus dem Akku beziehen der zu einem früheren Zeitpunkt über das Stromnetz geladen wurde. In diesem Zusammenhang wird also von einem reinen Elektroauto gesprochen. Wird für die Ladung des Autos also Strom aus erneuerbaren Energieträgern verwendet bietet das reine Elektroauto das höchste CO<sub>2</sub>-Einsparungspotential. Zum Einsatz kommen bei diesen

Fahrzeugen Elektromotoren von etwa 50 kW und mehr. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 34,35)

### **Brennstoffzellenfahrzeuge**

Bei den Brennstoffzellenfahrzeugen wird Wasserstoff in elektrische Energie umgewandelt, die in weitere Folge einen Elektromotor antreibt. Auch hier wird auf einen Verbrennungsmotor vollkommen verzichtet. Der Akku wird also über die Energie aus der Brennstoffzelle, sowie über Rekuperation aufgeladen und gibt die Energie direkt weiter an den Elektromotor. Der Hauptvorteil der Brennstoffzelle liegt in der theoretisch unbegrenzten Verfügbarkeit des Wasserstoffs. Dieser setzt auch bei seiner Verbrennung kein CO<sub>2</sub> frei, sondern erzeugt H<sub>2</sub>-Emissionen. Wird für die Erzeugung des Wasserstoffs ebenfalls auf CO<sub>2</sub> freie Stromerzeugung zurückgegriffen, steht dieser Technologie keine Treibhausgasemission gegenüber. Nachteilig im Vergleich zu rein batteriebetriebenen Fahrzeugen ist der Wirkungsgrad der Brennstoffzellenfahrzeuge zu erwähnen. Ergeben sich für batterieelektrische Fahrzeuge bei Betrachtung des gesamten Systems Wirkungsgrade von etwa 77%, so liegen diese bei der Brennstoffzelle bedingt durch den zusätzlichen Umwandlungsschritt nur mehr bei etwa 26%. (vgl. Bertram & Bongard, 2014, S. 35,36)

### **Vergleich der unterschiedlichen Fahrzeugtypen**

In Tabelle 5 sind die unterschiedlichen Fahrzeugtypen mit jeweils einem Vertreter der jeweiligen Fahrzeugklasse sowie einigen spezifischen Daten wie etwa Motorleistung, CO<sub>2</sub>-Emissionen und Kosten dargestellt. Die Daten wurden hierfür direkt den Fahrzeugbeschreibungen der Automobilhersteller entnommen.

Art	Fahrzeug	Motorleistung		Akku	Ladung	Verbrauch	CO <sub>2</sub> Emission	Reichweite		Preis*
		Elektro	Benzin					elektrisch	Gesamt	
		in kW	in kW	in kWh		l / 100 km	g / km	in km	in km	in €
Mild-Hybride (MHEV)	Mercedes S 400	20	225	1	Rekup.	6	139	-	-	98550
Voll-Hybride (FHEV)	Toyota Prius	53	72	1,3	VBM, Rekup.	3	70	2	-	29900
Plug-In Hybrid (PHEV)	Toyota Prius PH	18	72	5	230V, Rekup.	2,1	49	30	-	37920
Range Extender	Opel Ampera	115	63	16,5	230 V, VBM	1,2	27	40 - 80	500	38400
Batterieelektrische	Mitsubishi i-MiEV	49	-	16	230V, Rekup.	-	0*	160	160	34000
	Tesla Roadster	183	-	53	230V, Rekup.	-	0*	200-300	200-300	128000
Brennstoffzelle	Mercedes B (F Cell)	65	-	1,4	BSZ,Rekup.	3,3	0**	400	400	-

\* bei Verwendung erneuerbare Energieträger zur Stromerzeugung

\*\* erzeugt H<sub>2</sub> Emissionen

VBM...Verbrennungsmotor, BSZ...Brennstoffzelle, Rekup...Rekuperation

Tabelle 5: Fahrzeugvergleich (Datenquelle: Herstellerangaben, eigene Darstellung)

Für die später in dieser Arbeit folgenden Fahrzeugzahlenerhebungen sind nur die Plug-In Hybride (PHEV) sowie die batterieelektrischen Fahrzeuge (BEV) interessant, da sie direkt über das Stromnetz aufgeladen werden. Die anderen Fahrzeuge

beziehen die Energie zum Aufladen des Akkumulators entweder über Rekuperation bzw. über den Verbrennungsmotor (siehe Tabelle 5).

Abbildung 16 zeigt die in Tabelle 5 dargestellten CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Ausführungsart des Elektrofahrzeugs.

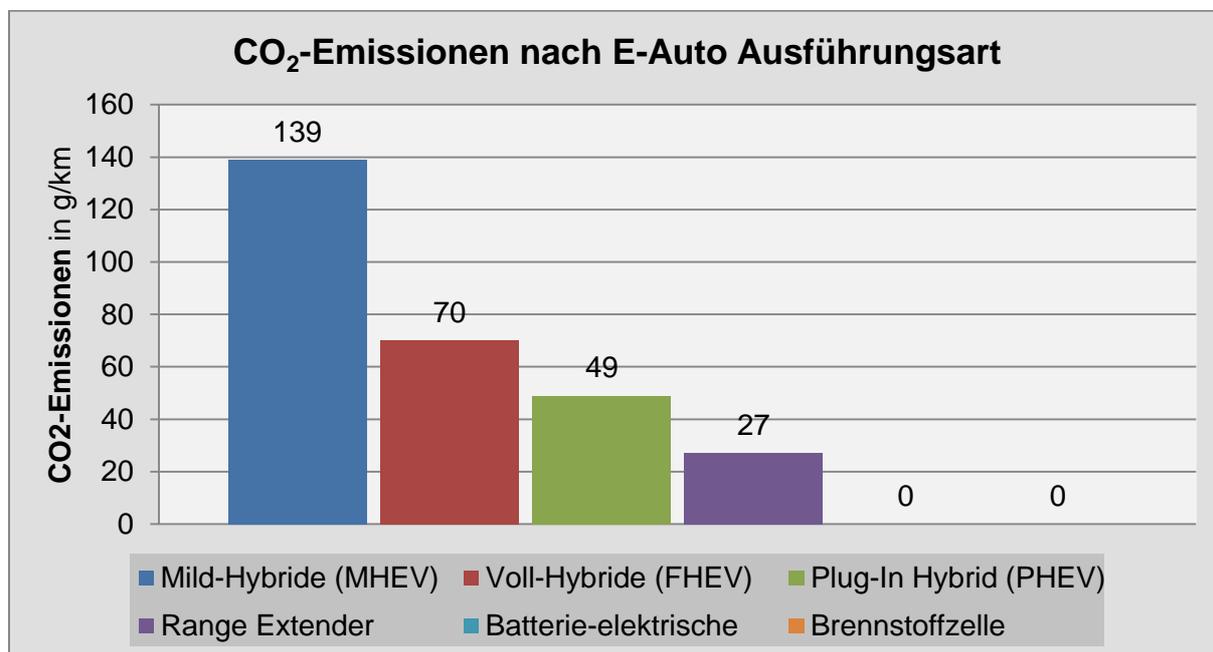


Abbildung 16: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Ausführungsart (Datenquelle: Herstellerangaben, eigene Darstellung)

Für batterieelektrische Fahrzeuge wurde hier vorausgesetzt, dass die Aufladung mit 100% Strom aus erneuerbaren Energieträgern erfolgt.

### 2.3.3 Elektrobusse

Elektrobusse sind im Bereich der Elektromobilität kein neues Thema. Die geringe Geräuschentwicklung und das Ausbleiben von CO<sub>2</sub> Emissionen stellen vor allem in städtischen Bereich einen großen Vorteil dar. Weltweit gibt es zahlreiche Städte in denen bereits Elektrobusse unterwegs sind, welche über eine Oberleitung gespeist werden. Durch die Oberleitungsverorgung ergibt sich allerdings ein hoher Infrastruktur- und Wartungsaufwand. Durch die geringen Reichweiten sind reine Elektrofahrzeuge für Busse nicht sinnvoll, hauptsächlich im Einsatz sind deswegen Hybridbusse. Dabei gibt es entweder einen zusätzlichen Dieselmotor oder es wird eine Brennstoffzelle zur Reichweitenerhöhung eingesetzt. (vgl. Karle, 2015, S. 40)

Elektrobusse die rein über einen Akku versorgt werden, also zu 100% elektrisch fahren, werden für den innerstädtischen Verkehr auch bereits in Österreich getestet. In Graz werden z.B. im Jahr 2016 von der Holding Graz vier Elektrobusse in einem Pilotversuch getestet. Dabei sollen der tägliche Einsatz der Elektrobusse sowie die Akzeptanz gegenüber dieser Mobilitätsart bei den Fahrgästen getestet werden. Die vier Fahrzeuge werden der Holding Graz dabei von der Herstellerfirma inklusive Ladeinfrastruktur zur Verfügung gestellt. (Holding Graz, 2016)

### 2.3.4 Elektronutzfahrzeuge

Ein weitere Klasse elektrisch betriebener Fahrzeuge sind die Elektronutzfahrzeuge. Diese können sich vor allem im Transportbereich die Vorteile des elektrischen Antriebs, wie etwa die lokale Emissionsfreiheit, zu Nutze machen. So können elektrische Nutzfahrzeuge etwa auch für den Betrieb innerhalb von Gebäuden verwendet werden. In einem Bericht der Firma AustriaTech aus dem Jahr 2013 (AustriaTech, 2013) wurden alle in Österreich verfügbaren Elektronutzfahrzeuge zusammengefasst. Zu diesem Zeitpunkt konnten in Österreich 31 verschiedene Elektronutzfahrzeuge erworben werden. Dabei wurden verschiedenste Nutzenkategorien wie Zweiräder, Elektrolieferwägen, Elektro-LKWs oder andere elektrische betriebene Nutzfahrzeuge unterschieden.

## 2.4 Energiespeicher für elektrische Fahrzeuge

Für den Antrieb eines Elektrofahrzeugs wird elektrische Energie benötigt, die innerhalb des Autos in einem Akkumulator gespeichert werden muss. Der Akkumulator ist eine galvanische Zelle, also eine Zelle die chemische Energie in elektrische Energie umwandelt. Der Elektromotor wandelt diese elektrische Energie in weiterer Folge dann in mechanische Antriebsenergie um. Bei konventionellen Verbrennungskraftfahrzeugen erfolgt die Energiespeicherung über die Kraftstoffe Diesel, Benzin oder Gas im Fahrzeugtank.

### Allgemeines

Bei der Auslegung der Batterien werden verschiedene Parameter berücksichtigt. Erster Parameter ist die Höhe der Batteriespannung. Um für hohe Leistungen die auftretenden Ströme und damit die ohmschen Verluste gering zu halten sind hohe Spannungen notwendig. Ein typischer Wert ist hierbei 400V. Es gibt allerdings auch Ausführungen bei denen wesentlich weniger Batteriespannung von Nöten ist, da die Spannung in weiterer Folge durch einen Hochsetzsteller erhöht wird. Dadurch ergeben sich Verbesserungen im Bereich der elektrischen Sicherheit. Der zweite wesentliche Parameter ist die Energiekapazität. Ihre Größe ergibt sich aus der Energiemenge und der Zyklentiefe, die in weiterer Folge die Zyklenlebensdauer bestimmt. Für die Kapazitäten ergeben sich heute Werte von 15-25 kWh, was in etwa einer elektrischen Reichweite von 100-150 km entspricht. Der dritte Auslegungsparameter ist die Fahrzeugleistung. Diese ergibt sich durch die geforderte Leistung für die Beschleunigung und der maximalen Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Typische Werte liegen hier in etwa zwischen 30-70 kW, wobei sich hier etwa für Kleinwagen in der Stadt oder Sportwagen auch wesentlich kleinere bzw. größere Leistungswerte ergeben können. (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 296)

Bei der Lebensdauer von Batterien kann zwischen einer kalendarischen Lebensdauer und einer Zyklenlebensdauer unterschieden werden.

Die kalendarische Lebensdauer gibt den Zeitwert an, den die Batterie ohne Belastung überleben würde. Diese hängt stark von der Temperatur und dem Ladezustand ab. Die Lebensdauer halbiert sich in etwa bei einem Temperaturanstieg

von 10K. Typische Werte für die kalendarische Lebensdauer liegen in etwa zwischen 8 und 12 Jahren. Die Zyklenlebensdauer beschreibt den Ladungsdurchsatz der Batterie und hängt in erster Linie von der Zyklientiefe (Depth of Discharge DOD) ab. Hierbei gilt, dass bei kleiner werdender Zyklientiefe der Ladungsdurchsatz der Batterie steigt. Ein typischer Wert für die Zyklenlebensdauer beträgt in etwa 3000 Vollyzyklen, was bei einer durchschnittlichen Reichweite von 100km einer Gesamtreichweite von 300.000km entsprechen würde. (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 297)

Das Ende der Lebensdauer eine Batterie wird allgemein folgend definiert:

- Abnahme der Kapazität auf 80% des ursprünglichen Nennwertes
- Zunahme des Batterieinnenwiderstandes um 100%

Wobei hierbei der Innenwiderstand bei den Hybridfahrzeugen und die Kapazität bei den rein elektrischen Fahrzeugen die begrenzenden Elemente darstellen. (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 297)

Tabelle 6 zeigt eine Übersicht über die verschiedenen Fahrzeugkonzepte, ihr Zyklenprofil, ihre Lebensdaueranforderung, sowie die Leistungs- bzw. Energieanforderung. Die Abkürzung SOC steht dabei für „state of charge“ und bezeichnet den aktuellen Ladestand bezogen auf die Nennladung.

Fahrzeugkonzept	Typ. Zyklenprofil	Lebensdaueranforderung	Leistungs/Energieanforderung
Mild-Hybrid (MHEV)	40 - 60% SOC, Mikrozyklentiefe 2%	einige 100000 Mikrozyklen	ca. 1 kWh, 5-20kW/kWh
Voll-Hybrid (FHEV)	40 - 60% SOC, Mikrozyklentiefe 5%	einige 100000 Mikrozyklen	0,6-2 kWh, 30-50kW/kWh, 1-3kWh/kg
Plug-In Hybrid (PHEV)	20 - 100% SOC, Mikrozyklentiefe 2%	3000 Vollzyklen, einige 100000 Mikrozyklen	ca. 3-10 kWh, 5-15kW/kWh, >100Wh/kg
Elektrofahrzeug (EV)	20 - 100% SOC, Mikrozyklentiefe <1%	3000 Vollzyklen, einige 100000 Mikrozyklen	ca. 10-30 kWh, 3-5kW/kWh, >150Wh/kg
Brennstoffzellenfahrzeug (FCEV)	vergleichbar mit Plug-In Hybrid (PHEV) oder Voll-Hybrid (FHEV)		

\* SOC...state of charge  
Ladezustand

Tabelle 6: Übersicht Fahrzeugkonzept und Lebensdaueranforderung (Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 9)eigene Darstellung

## Technologien

Im Bereich der elektrisch-betriebenen Fahrzeuge können verschiedene Energiespeicherkonzepte unterschieden werden, welche folgend kurz erläutert werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Lithium-Ionen-Technologie da diese augenscheinlich für den Betrieb in Elektrofahrzeugen das höchste Potential birgt. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass prinzipiell die Bezeichnung Batterie in Bezug auf Elektrofahrzeuge nicht richtig ist. Eine Batterie speichert zwar ebenfalls elektrische Energie und kann diese abgeben, allerdings kann sie nach einmaliger Entladung nicht mehr aufgeladen werden und wird unbrauchbar. Gemeint sind eigentlich Akkumulatoren (Akkus) die mehrmals auf- und entladen werden können. Da bedingt durch den englischen Sprachraum dieser

Unterschied allerdings nicht gemacht und nur der Begriff „battery“ verwendet wird, hat sich auch in der Rückübersetzung der Begriff Batterie etabliert. Für die folgenden Unterpunkte werden also die Begriffe „Batterie“ und „Akkumulator“ synonym verwendet.

Allgemein lassen sich die Elektroenergiespeicher wie in Tabelle 7 ersichtlich, in mechanische, elektrische und elektrochemische unterteilen. Für die nähere Erläuterung sollen folgend nur elektrochemische Elektroenergiespeicher (Akkus) sowie Schwungmassen und Supercaps berücksichtigt werden.

Elektroenergiespeicher	Art	Verwendungsform
mechanisch	Schwungmasse	-
	Druckluft	-
	Pumpspeicher	-
elektrisch	Supercaps	-
	Supraleitende Spulen	-
elektrochemisch	Akkus	Li-Ionen, NiMH, Zebra..
	Flow- & Gasbatterie	RedoxFlow, Hybridflow, Li-Luft
	Wasserstoff	-

Tabelle 7: Übersicht über Energiespeicherarten (vgl. Brand, S. 35) eigene Darstellung

#### 2.4.1.1 Blei-Säure-Batterie

Die günstigste Technologie, die für die Verwendung als Batterie in Elektro- als auch als Startbatterie in konventionellen Fahrzeugen zur Anwendung kommt, sind sogenannte Blei-Säure-Batterien. Günstig bezieht sich hierbei auf die Investitionskosten der Batterie und die verfügbare Speicherkapazität. Blei-Säure-Batterien werden mit flüssigem oder festgesetztem Elektrolyt ausgeführt, verwendet wird dafür Schwefelsäure. Die Elektroden bestehen aus Blei bzw. Bleidioxid. Nachteile ergeben sich bei dieser Batterie durch das hohe Gewicht, die geringe Energiedichte, die Lebensdauer und schlechte Ausnutzung der Kapazitäten bei hohen Strömen. Da die Batterien allerdings in der Herstellung geringe Materialkosten aufweisen, werden auch aktuelle noch verschiedene Konzepte für Kleinfahrzeuge entwickelt und diese auf den Markt gebracht. Im Bereich der Elektroautos stellt die Blei-Säure-Batterie für Mikro-Hybrid Fahrzeuge eine wichtige Alternative dar. (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 297)

#### 2.4.1.2 Nickel-Metall-Hydrid-(NiMH-)Batterien

Die Nickel-Metall-Hydrid-Batterien werden bei nahezu allen MHEV und FHEV verwendet die momentan auf dem Markt sind. Erwähnt wird im Zusammenhang mit NiMH-Batterien eine ausgereifte Technologie mit guter Lebensdauer. Für den Einsatz in PHEV und vollelektrisch batteriebetriebenen Fahrzeugen weisen diese Batterietypen allerdings zu geringe Energiedichten auf und auch aus wirtschaftlicher Sicht ergeben sich auf Grund von hohen Materialkosten hohe Preise. Kurzfristig werden den NiMH-Batterien in den nächsten Jahren noch steigende Absatzzahlen vorhergesagt, mittelfristig wird allerdings erwartet, dass diese Speichertechnologie durch die Lithium-Ionen-Batterien abgelöst wird. (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 298)

#### 2.4.1.3 Superkondensatoren (Supercaps)

Superkondensatoren bezeichnen hierbei eine Weiterentwicklung der elektrochemischen Doppelschichtkondensatoren. Im Vergleich zu herkömmlichen Akkumulatoren weisen sie bei vergleichbarem Gewicht zwar nur etwa ein Zehntel der Energiedichte auf, besitzen aber wesentlich höhere Leistungsdichten, weshalb sie schneller ge- bzw. entladen werden können. Für die Bereitstellung der Leistung und ihre Rückgewinnung mittels Rekuperation sind hohe Leistungsdichten notwendig. Im weiteren Vergleich mit dem Akkumulator zeichnen sich die Supercaps auch dadurch aus, dass sie bezogen auf ihre Lebenszeit wesentlich mehr Schaltzyklen aufweisen. Supercaps kommen in verschiedensten Bereichen zur Anwendung, im Bereich der Elektromobilität werden sie bei Hybridantrieben zur Rückgewinnung der Bremsenergie bei Bussen oder Bahnen verwendet. Für die Anwendung als Hauptenergiespeicher in einem reinen Elektrofahrzeug sind Supercaps technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll, da sie wie oben erwähnt im Vergleich geringe Energiedichten besitzen und die spezifischen Kosten der gespeicherten Energie sehr hoch sind. (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 298)

#### 2.4.1.4 Schwungmassen

Schwungmassen (Schwungräder) werden als Energiespeicher für kinetische Energie verwendet (Rotationsenergie). Es gibt diese in verschiedenen Ausführungen und mit unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten. Der Einsatzbereich ist weitgehend konsistent mit dem der Supercaps, auch die Schwungmassen stellen hohe Leistungen für kurze Zeiten bei hoher Zyklenanzahl zur Verfügung. Für den Einsatz in Elektrofahrzeugen, die einen hohen Energiespeicherbedarf aufweisen, kann auf Grund derselben Nachteile wie bei den Supercaps nicht ausgegangen werden. (vgl. Sauer, Batteriesysteme für Flurförderfahrzeuge, 2009, S. 6)

#### 2.4.1.5 ZEBRA-Batterie

Die ZEBRA- (Zero Emission Battery Research Activities) bzw. Natrium-Nickelchlorid-Batterie ist ein wieder aufladbarer Akkumulator (Sekundärzelle) der zur Gruppe der Hochtemperaturbatterien gehört. Diese unterscheiden sich von konventionellen Batterien dadurch, dass sie anstelle von flüssigem festes Elektrolyt besitzen und die Elektroden als eine Kombination aus fest und flüssig ausgeführt sind.

Hohe Betriebstemperaturen (ca. 300°C) sind bei den ZEBRA-Batterien notwendig um die Elektroden zu verflüssigen. Das Elektrolyt, ausgeführt mit leitfähigem Keramik, besitzt einen festen Aggregatzustand und wird erst ab der Betriebstemperatur leitfähig. Es kann also erst bei flüssigen Elektroden, also bei hohen Temperaturen eine Ladung bzw. Entladung stattfinden. Die negative Elektrode besteht bei der ZEBRA-Batterie aus Natrium, die positive Elektrode aus Nickelchlorid. Aus diesem Grund wird sie auch als  $\text{NaNiCl}_2$ -Batterie bezeichnet. Zusätzlich zum keramischen Elektrolyt wird ein Hilfselektrolyt ( $\text{NaAlCl}_4$ ) verwendet. Dadurch kommt es zu Nebenreaktionen, was den Vorteil mit sich bringt, dass die ZEBRA-Batterien überladen werden können. Nachteilig bei dieser Batterieform sind die thermische Selbstentladung und die begrenzte Leistungsfähigkeit, die durch einen hohen Innenwiderstand verursacht wird. Weiters ist es bei dieser Batterie nicht möglich auf direktem Weg den Ladezustand zu messen. Die hohen Betriebstemperaturen führen

zu einer hohen Belastung des Elektrolyts, die bei mechanischen Brüchen die Batterie unbrauchbar machen. Eingesetzt wird die ZEBRA-Batterie zum Beispiel im Flottenbetrieb mit dem Smart Fortwo (Electric Drive).

Für den Einsatz in Privatfahrzeugen hat sich die ZEBRA-Batterie auf Grund der vielen Nachteile nicht durchgesetzt. (vgl. Sauer, Batteriesysteme für Flurförderfahrzeuge, 2009, S. 7)

#### 2.4.1.6 Lithium-Ionen-Batterien

Unter der Lithium-Ionen Batterie kann eine Vielzahl von Kombination mit verschiedenen Materialien zusammengefasst werden. Die Materialien besitzen jedoch alle die Eigenschaft, dass eine Elektrode im geladenen Zustand Lithium enthält und dass die Verbindung zwischen den Elektroden über Lithium-Ionen hergestellt wird. (vgl. Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 12ff)

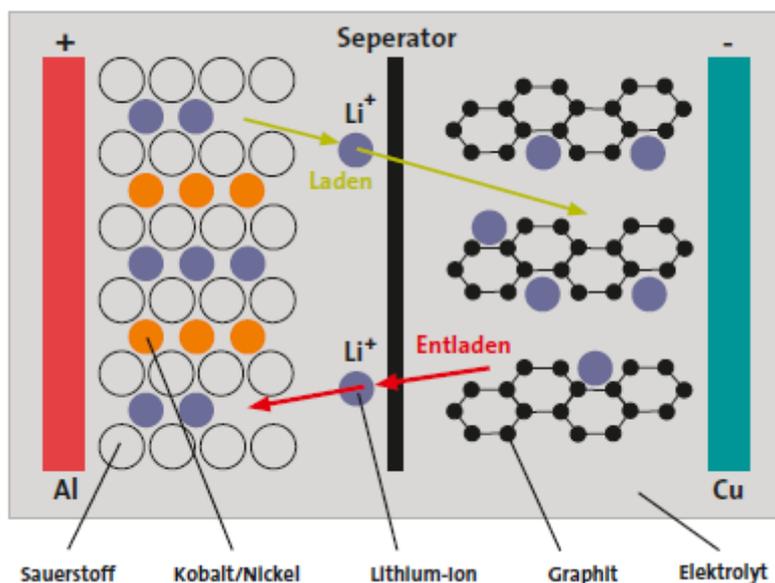


Abbildung 17: Schema Lithium-Ionen Akku, Quelle: (Karle, 2015, S. 77)

Die Zelle besitzt für den Stromanschluss jeweils eine leitfähige Schicht aus Aluminium (Al) bzw. Kupfer (Cu) (siehe Abbildung 17). Jeweils hinter diesen leitfähigen Schichten befinden sich die Elektroden. Je nach Typ (für Leistungs- oder Energiedichte) wird die negative Elektrode (Anode) aus Kohlenstoff oder Graphit ausgeführt. Die positive Elektrode (Kathode) besteht in der Regel aus Lithium Metalloxyd, wobei auch andere chemische Kombinationen möglich sind. Je reiner und gleichmäßiger dieses Lithium Metalloxyd ist, umso höher sind Leistung und Lebensdauer der Batterie. Damit die Lithium-Ionen sich frei in der Zelle bewegen können befindet sich zwischen den beiden Elektroden ein möglichst reines, wasserfreies Elektrolyt. Getrennt werden die beiden Elektroden durch den sogenannten Separator, der für Lithium-Ionen durchlässig ist, für Elektronen aber nicht. So können Kurzschlüsse innerhalb der Batterie verhindert werden. Beim Aufladen wandern die positiv geladenen Lithium Ionen von der Kathode durch den Separator in die Graphitschicht der Anode. Wird Energie aus der Batterie

entnommen wandern die Lithium Ionen von der Anode durch den Separator zurück zur Kathode. (vgl. Karle, 2015, S. 77)

Allgemein lässt sich zwischen Lithium-Ionen und Lithium-Metall Batterien unterscheiden. Bei den Lithium-Ionen Batterien liegt das Lithium als Elektrode in ionischer Form vor, während Lithium-Metall-Batterien metallische Lithiumelektroden verwenden. Die Lithium-Metall-Batterien würden prinzipiell höhere Energiedichten erreichen, da es jedoch bei ihrer Verwendung auf Grund von Nebenreaktion mit dem metallischen Lithium zu Problemen kommen kann, haben sich für den Einsatz in Elektrofahrzeugen hauptsächlich die Lithium-Ionen-Batterien durchgesetzt. Lithium besitzt ein sehr hohes Potential und auf sein Gewicht bezogen eine sehr hohe Kapazität. In den heute genutzten Materialkombinationen verfügen die Batterien über keinen Mechanismus der bei einer Überladung der Batterie den Strom aufnehmen kann. Dadurch gibt es im Betrieb das Risiko einer Überladung, hat aber gleichzeitig den Vorteil, dass der Coulombsche Wirkungsgrad bei nahezu eins liegt, da fast die gesamte Ladung, die vom Akku aufgenommen wurde, von diesem auch wieder abgegeben wird. Treten Reaktionen auf, setzen diese den Coulombschen Wirkungsgrad herab und führen zu einem Verlust der Batteriekapazität. (vgl. Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 12ff)

Lithium-Ionen Batterien werden im Fahrzeugbereich hauptsächlich als Hochleistungsbatterien in Hybridfahrzeugen oder als Hochenergiespeicher in Elektrofahrzeugen eingesetzt. Bei den Hybridfahrzeugen sind hohe Leistungsdichten, bei den Elektrofahrzeugen hohe Energiedichten notwendig. Hochleistungszellen besitzen in etwa Energiedichten von 80 – 100 Wh/kg, während diese bei Hochenergiespeichern in etwa zwischen 150 und 180 Wh/kg liegen. Unterschiede ergeben sich zwischen den beiden Typen vor allem in den Dicken der verwendeten Elektrodenmaterialien. Für Hochleistungszellen ergibt sich ein wesentlich höherer Einsatz an Materialien, was sich vor allem in den Kosten nieder schlägt. (vgl. Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 12ff)

Tabelle 8 zeigt eine Übersicht über die verschiedenen Lithium-Ionen Zellen. Die Abkürzung DOD steht dabei für „depth of discharge“ und bezeichnet den momentanen Entladegrad bezogen auf die Nennladung.

Lithium-Ionen-Zellen	Anwendung	Leistungsdichte	Energiedichte	Wirkungsgrad	Selbstentladung	Lebensdauer
		W/kg	Wh/kg	%	%/Monat	Zyklen
Hochleistung	Hybrid-FZ	2000 - 4000	80 - 100	~90	<5	106 (~3% DOD)
Hochenergie	Elektro-FZ	200 - 400	150 - 180	~95	<5	bis zu 5000

\* DOD...Depth of Discharge  
Entladungsgrad

Tabelle 8: Lithium-Ionen Zelltypen (vgl. Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 17) eigene Darstellung

## 2.4.2 Vergleich der Speichertechnologien

Tabelle 9 zeigt einen Überblick über die verschiedenen Fahrzeugkonzepte, ihre Funktionalität und die verwendete Speichertechnologie.

Fahrzeugkonzept	Funktionalität	typ. Spgswerte	Kapazität	Leistung	Batterietechnologie
		V	kWh	kW	
Mild-Hybrid (MHEV)	Start-Stopp, Rekuperation, Beschleunigungsunterstützung, kein elektrisches Fahren	42	0,6 - 1,2	5 - 20	Blei-Säure, NiMH, Li-Ionen
Voll-Hybrid (FHEV)	Start-Stopp, Rekuperation, Beschleunigungsunterstützung, elektrisches Fahren (Kurzstrecke)	200 - 400	0,8 - 2	30 - 50	NiMH, Li-Ionen
Plug-In Hybrid (PHEV)	Start-Stopp, Rekuperation, Beschleunigungsunterstützung, elektrisches Fahren	200 - 400	3 - 10	30 - 70	Blei-Säure, ZEBRA, Li-Ionen
Elektrofahrzeug (EV)	Rekuperation, elektrisches Fahren	200 - 400	10 - 30	30 - 70	ZEBRA, Li-Ionen
Brennstoffzellenfahrzeug (FCEV)	vergleichbar mit Plug-In Hybrid (PHEV) oder Voll-Hybrid (FHEV)				

Tabelle 9: Übersicht Fahrzeugkonzept und Batterietechnologie (Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 7) eigene Darstellung

Tabelle 10 zeigt weiters einen Überblick über die erwähnten Elektroenergiespeicher, ihre verschiedenen Ausführungen sowie ihre Vor- bzw. Nachteile.

Elektroenergiespeicher	Art	Vorteile	Nachteile	
elektrisch	Supercaps	hohe Zyklenfestigkeit	niedrige spezifische Energie	
		hohe Leistung	hohe spezifische Kosten je Speicherkapazität	
elektrochemisch	Akkus	Pb	sicher	wenig Energie
			Massenprodukt	Lebensdauer
			preiswert	
		NiMH	sicher	Selbstentladung
			höhere Lebensdauer	Ladung mit kleinen Strömen nicht effizient
			preiswert	
		ZEBRA	Überladungsfähig	hohe Betriebstemperaturen notwendig
		Li-Ionen	hohe Leistungsdichte	Anzahl der Ladezyklen begrenzt
			hohe Energiedichte	Batterie muss klimatisiert werden
			kein Memoryeffekt	begrenzter Ladestrom
			geringe Selbstentladung	keine Überladung möglich
geringer Innenwiderstand	keine Tiefenentladung			
hoher Wirkungsgrad	Energiedichte im Vergleich zu Diesel klein			
Hohe Zyklenlebensdauer				

Tabelle 10: Vergleich Elektroenergiespeicher und ihre Vor- und Nachteile (vgl. Brand, S. 13ff) eigene Darstellung

Abbildung 18 zeigt das Ragone-Diagramm. Dieses bietet die Möglichkeit unterschiedliche Energiespeichertechnologien miteinander zu vergleichen. Es wird die spezifische Leistungsdichte (y-Koordinate) über der spezifischen Energiedichte (x-Koordinate) aufgetragen.

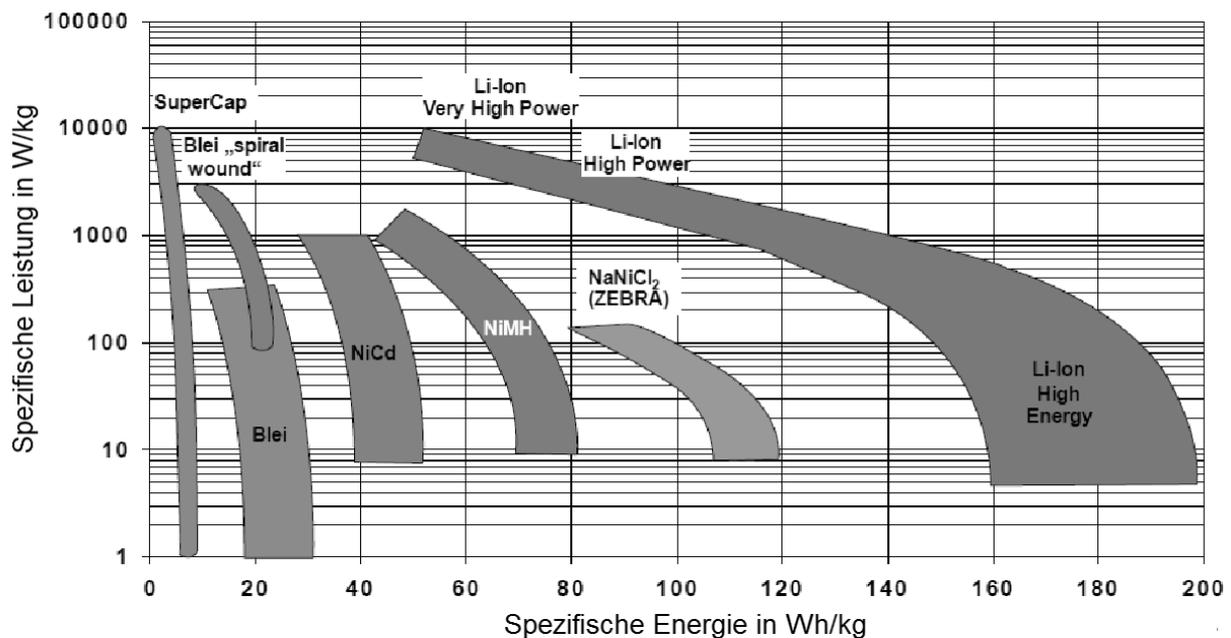


Abbildung 18: Ragone Diagramm (Quelle: Saft S.A.)

Nickel-Metallhydrid-Akkus finden vor allem bei Hybridfahrzeugen (nicht bei Plug-Ins) Anwendung, konnten sich aber trotz ihrer vergleichsweise günstigeren Preise auf Grund ihrer geringen Energiedichte im restlichen Elektrofahrzeugbereich nicht durchsetzen. Die ZEBRA-Batterie findet bei Flottenfahrzeugen Anwendung, konnte sich allerdings auch auf Grund der Tatsache, dass ihre Betriebstemperaturen sehr hoch sind, nicht auf dem Markt etablieren. Die Li-Ionen-Technologie ist die bedeutendste im Zusammenhang mit der Fahrzeugelektrifizierung. Der momentane Optimismus im Zusammenhang mit der weitreichenden Einführung von Elektrofahrzeugen lässt sich auch mit dem hohen Potential dieser Technologie begründen. Die große Anzahl an Herstellern solcher Lithium-Ionen Akkus führen zu einem weltweiten Wettbewerb, der in den nächsten Jahren auf dynamische Preisentwicklungen und damit sinkende Kosten für Elektroautos hoffen lässt.

Für die Hersteller der Li-Ionen-Zellen ergeben sich laut (Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 22) in der Zukunft folgende Herausforderungen und Entwicklungsziele:

Herausforderungen:

- Kostenreduktion bei gleichbleibender Qualität
- Kapazitätsausbau für Lithiumgewinnung
- Weiterentwicklung der Recyclingprozesse zur Rückführung des Lithiums

Entwicklungsziele:

- Erhöhung der Energiedichte
- Erhöhung des Kapazitätsbereiches
- Kostenreduktion durch economy of scale und Materialauswahl
- Sicherheit und Zuverlässigkeit maximieren
- Systemkosten und -technik optimieren
- Wärmemanagement optimieren

Der amerikanische Elektromobilhersteller Tesla-Motors baut seit 2014 an einer Fabrik für Lithium-Ionen Akkus, die ab Fertigstellung im Jahr 2017 in Kooperation mit der Firma Panasonic preisgünstige Akkumulatoren für ca. 500.000 Elektroautos jährlich herstellen soll. Dabei sollen sich laut Firmenangaben Preisreduktionen für die Akkus in der Höhe von bis zu 30 % ergeben und somit in weiterer Folge der Absatz von Elektroautos gesteigert werden. Die sogenannte „Giga Factory“ soll dabei laut Tesla nur mit erneuerbaren Energien betrieben werden. (vgl. [Tesla](#) )

## **2.5 Aufladung**

Die verschiedenen Auflademodi und Fahrzeugsteckertypen werden von der International Electrotechnical Commission (IEC) verwaltet und sind in der Norm IEC 62196-1 zusammengefasst. Es lassen sich dabei folgende Gruppen unterscheiden: (Schmülling Benedikt, 2013) und (Karle, 2015, S. 93ff)

### **Lademodus Klasse 1**

Dieser Lademodus bezieht sich auf eine Ladung über die Haushaltssteckdose, die mittels Fehlerschutz (FI-Schalter) abgesichert werden muss. Das Ladegerät wird direkt im Fahrzeug verbaut und es besteht zwischen dem Fahrzeug und der Stromquelle kein Kommunikationszweig. Die über die Steckdose bezogene Leistung ist bei einem Maximalstrom von 16A auf 3,7 kW begrenzt. Da es nur schwer gewährleistet werden kann, dass der hohe Strom auf Dauer zugelassen wird, stellt der Lademodus 1 eher eine selten verwendete Lademöglichkeit dar, bei der nur mit reduzierten Ladeleistungen aufgeladen wird. (vgl. Karle, 2015, S. 93)

### **Lademodus Klasse 2**

Unter Lademodus 2 wird die Aufladung an einer Haushaltssteckdose mit einphasig 3,7kW (max.16A) bzw. dreiphasig 22kW (max.32A) verstanden. Auch bei diesem Lademodus wird das Ladegerät direkt im Fahrzeug verbaut, geladen wird das Fahrzeug über ein spezielles Kabelsystem („ICCB“-In Cable Control Box) mit Steuerungs- und Schutzeinrichtung. Zwischen dem Fahrzeug und dem Ladesystem gibt es eine Kommunikationsverbindung mittels Pulsweitmodulation. (vgl. Karle, 2015, S. 93)

### **Lademodus Klasse 3**

Lademodus 3 bezeichnet die Aufladung bei (öffentlichen) Ladepunkten mit einer Einrichtung nach IEC 61851. Dabei ergeben sich bei Wechselströmen bis max. 63A Leistungen von in etwa 44kW. Die Ladeeinrichtung besitzt eine direkt installierte Steuerungs- und Schutzeinrichtung und kommuniziert wie auch bei Lademodus 2 mit Hilfe von pulsmodulierten Signalen mit dem Fahrzeug. Das Ladegerät selbst ist auch hier direkt im Fahrzeug verbaut, weiters wird ein spezielles Kabel nach IEC 62196-2 benötigt. Für die Ladezeiten ergeben sich für diesen Modus Zeit von weniger als einer Stunde. (vgl. Karle, 2015, S. 94)

### Lademodus Klasse 4

Lademodus 4 bezeichnet die Aufladung an einer DC-Ladestation (Gleichstrom). Steuerungs- und Schutzeinrichtung sind direkt in der Ladestation verbaut, ebenso das Ladegerät und das Ladekabel. Durch diesen Unterschied zu anderen Lademodi ergeben sich höhere Investitionskosten für DC-Ladestationen. Prinzipiell wird noch zwischen einer fahrzeugseitigen DC-Ladung nach Steckertyp 2 mit max. 38kW Leistung und einem erweiterten Ladesystem mit zusätzlichen Steckerkontakten unterschieden. Beim erweiterten System sind Ladeleistungen von bis zu 170kW möglich. Hier kommen das sogenannte „Combo System“ bzw. der „CHAdeMO Standard“ zum Einsatz. Mit Lademodus 4 können Fahrzeuge innerhalb von etwa 30min schnellgeladen werden. (vgl. Karle, 2015, S. 95)

MODUS	ECKDATEN
Lademodus 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselspannung 230V</li> <li>• 16A Wechselstrom</li> <li>• FI-Schutzschalter</li> <li>• Keine Kommunikation</li> </ul>
Lademodus 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselspannung</li> <li>• 16 bzw. 32A Wechselstrom</li> <li>• Ein- oder dreiphasig</li> <li>• Kommunikation mittels PWM</li> <li>• FI-Schutzschalter muss im Kabel verbaut werden</li> <li>• Stecker nach IEC 60309</li> <li>• Spezielles Kabel</li> </ul>
Lademodus 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentliche Ladesäule oder Wallbox (zu Hause)</li> <li>• Wechselspannung</li> <li>• Bis 63A Wechselstrom</li> <li>• Pilotkontakt zum Start zwingend erforderlich</li> <li>• Kommunikation mittels PWM</li> </ul>
Lademodus 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladung mit Gleichstrom</li> <li>• Schnellladung mit bis zu 400A</li> <li>• Externe Ladegeräte</li> </ul>

Tabelle 11: Zusammenfassung Lademodi, (Quelle: eigene Darstellung)

Abbildung 19 zeigt eine graphische Übersicht über die oben erwähnten Lademodi und ihre Ladeorte bzw. -zeiten.

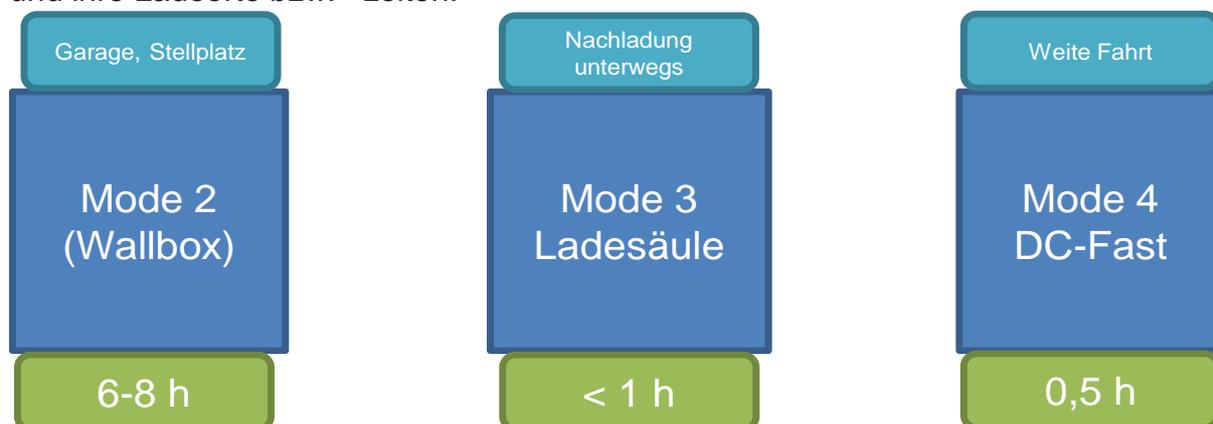


Abbildung 19: Übersicht Lademodi, in Anlehnung an (Karle, 2015, S. 95)

Für Modus 2 ergeben sich Ladezeiten von in etwa 6-8 Stunden. Diese Aufladart kommt also für Garagen oder Stellplätze für Übernachtsaufladungen in Frage. Für das Nachladen während der Fahrt kommen die Lademodi 3 oder 4 zum Einsatz, wobei die Aufladung über Gleichstrom in etwa doppelt so schnell funktioniert. Es kann also bei Voraussetzung derselben Ladezeit bei Modus 3 nur nachgeladen werden, während Modus 4 eine Vollladung ermöglicht. (vgl. Karle, 2015, S. 95)

## 2.6 Ladungssicherheit

Da es während der Aufladung zu hohen Spannungen und Strömen kommt, gibt es verschiedene Schutzmechanismen während des Ladens. Vorgeschrieben sind ein Fehlerstromschutzschalter bei Modus 1 bzw. eine entsprechende FI-Einrichtung bei Modus 2. Während der Fahrt ist es weiters nicht möglich das Fahrzeug zu bewegen, da eine Wegfahrsperr aktiv ist. Bei Modus 3 wird das Kabel im Fahrzeug sowie in der Steckdose verriegelt. Strom fließt erst, sobald der Stecker richtig eingesteckt wurde, und der Schutzleiter mit dem Fahrzeug verbunden ist. Weiters sind die Kabel und Stecker mechanisch gegen Überfahren und aus elektrischer Sicht gegen Überlast während der Aufladung geschützt. (vgl. Karle, 2015, S. 98)

## 2.7 Stecker und Leistungsaufnahme

Tabelle 12 zeigt eine Übersicht über die verschiedenen Ströme und Spannungen sowie die Leistungsaufnahme bei unterschiedlichen Lademöglichkeiten. In der Tabelle unter Symbolik ist eine schematische Darstellung der Stecker ersichtlich (The Mobility House, 2017)

Lademodus	Spannungsart	Quelle	weitere Informationen	Spannung in V	Strom in A	Leistung in kW	Symbolik
1	Wechselspannung	Schukosteckdose	vergleichbar Lademodus 2 ohne ICCB-Kabel	230	10	2,3	
				230	16	3,6	
2	Wechselspannung	Schukosteckdose	über ICCB-Kabel	230	10	2,3	 
	Wechselspannung	Steckdose nach CEE	Ausführung blau "Camping" Ausführung rot	230	16	3,6	
				400	32	22	
3	Wechselspannung	Wallbox		400	16	11	
				400	32	22	
				400	63	43	
	Wechselspannung	halböffentliche / öffentliche Ladestationen		230	16	3,6	
				400	16	11	
				400	32	22	
4	Gleichspannung	CHAdeMO	Japan	-	-	22/50	   
	Gleichspannung	CCS Combo 1	USA	-	-	-	
	Gleichspannung	CCS Combo 2	Europa	-	-	50	
	Gleichspannung	Tesla Supercharger	für Tesla Fahrzeuge	-	-	135	

Tabelle 12: Übersicht über Strom-, Spannungs- und Leistungsaufnahme (Quellen: Herstellerangaben bzw. (The Mobility House, 2017) eigene Darstellung)

## **3 Aktueller Stand und Entwicklung der Elektromobilität in Europa**

### **3.1 Allgemeines**

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem aktuellen Stand der Elektromobilität in Europa. Es soll zu allererst ein Überblick über die allgemeine Vorgangsweise zur Ermittlung der Daten gegeben werden. Anschließend sollen jene Länder kurz einzeln analysiert werden, bei denen es schon einen gewissen Fortschritt in der Einführung von Elektrofahrzeugen gibt. Dieser Fortschritt soll anhand des Marktanteils von EV im jeweiligen Land bestimmt werden. Dabei werden die Länder in drei Kategorien unterteilt. Eine Gruppe für die keine Zahlen erhoben werden konnten, eine Gruppe mit Marktanteil  $< 0,1\%$  und eine dritte Gruppe mit Marktanteil  $\geq 0,1\%$ .

#### **3.1.1 Vorgehensweise zur Ermittlung des Marktanteils**

Aus dem Bericht „Global Electric Vehicle Outlook 2016“ der internationalen Energieagentur konnten die Bestandszahlen von elektrischen Fahrzeugen auf dem Fahrzeugmarkt für Deutschland, Frankreich, Italien, Niederlande, Norwegen, Portugal, Schweden, Spanien und das Vereinigte Königreich für die Jahre 2011-2015 direkt entnommen werden.

Weiters wurden in einer Kategorie die Zahlen für Belgien, Bulgarien, Dänemark, Estland, Finnland, Griechenland, Irland, Island, Kroatien, Lettland, Liechtenstein, Litauen, Luxemburg, Malta, Österreich, Polen, Rumänien, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Tschechien, Türkei, Ungarn und Zypern zusammengefasst.

Mit Hilfe der Homepage der European-Alternative Fuels Observatory (EAFO) (<http://www.eafo.eu>) konnten genauere Zahlen für die im „Global Electric Vehicle Outlook 2016“ zusammengefassten Länder ermittelt werden.

Dabei wurden Statistiken genutzt, die für die einzelnen Länder jeweils die Top 10 der verkauften Elektrofahrzeuge aufgeteilt in BEV bzw. PHEV ausweist.

Für die Ermittlung der Gesamtzahlen wurde dann jeweils die Summe der im Land verkauften EV von 2011-2015 gebildet. Für die Ermittlung der Gesamtzahlen wurden also erst Verkäufe ab dem Jahr 2011 berücksichtigt, Verkäufe für frühere Jahre sind in den folgenden Betrachtungen nicht berücksichtigt.

Anhand veröffentlichter KFZ-Neuzulassungszahlen der European Automobile Manufacturer Association (<http://www.acea.be> , siehe (ACEA, New Passenger Car Registrations by alternative fuel type, 2016) & (ACEA, New Passenger Car Registrations by market, 2016)

konnten die oben gebildeten Summen in Relation zu den Gesamtanmeldungen des jeweiligen Landes gebracht werden und somit ein Marktanteil für Elektrofahrzeuge für das Jahr 2015 für die einzelnen europäischen Länder ermittelt werden.

Für die Länder mit Marktanteil  $\geq 0,1\%$  wurde in weiterer Folge jeweils eine graphische Übersicht der Fahrzeuge im Betrieb („Vehicles in Use“) im Vergleich zu Gesamteuropa dargestellt.

Weiters sind jeweils die Aufteilung des Endenergieeinsatzes (Final Energy Consumption – in der Folge in den Diagrammen mit FEC abgekürzt) nach Wirtschaftssektoren für das jeweilige Land dargestellt, um einen kurzen Einblick zu bekommen wie viel Prozent der Endenergie jeweils im Verkehrssektor verbraucht wird.

FEC ergibt sich dabei als Summe der Sektoren „industry“, „transport“, „others“ und „non energy consumption“. Die hier erwähnten Sektoren sind im Anhang dieser Arbeit unter 8.1 genauer definiert. Die Daten für diese Erhebungen wurden dabei der europäischen Statistikseite EUROSTAT entnommen. (Eurostat, Simplified Energy Balances, 2016)

Abbildung 20 zeigt als Beispiel folgend in einem Sankey-Diagramm dargestellt den finalen Energieverbrauch (FEC) für Österreich (2013) aufgeteilt in die oben näher erläuterten Sektoren.

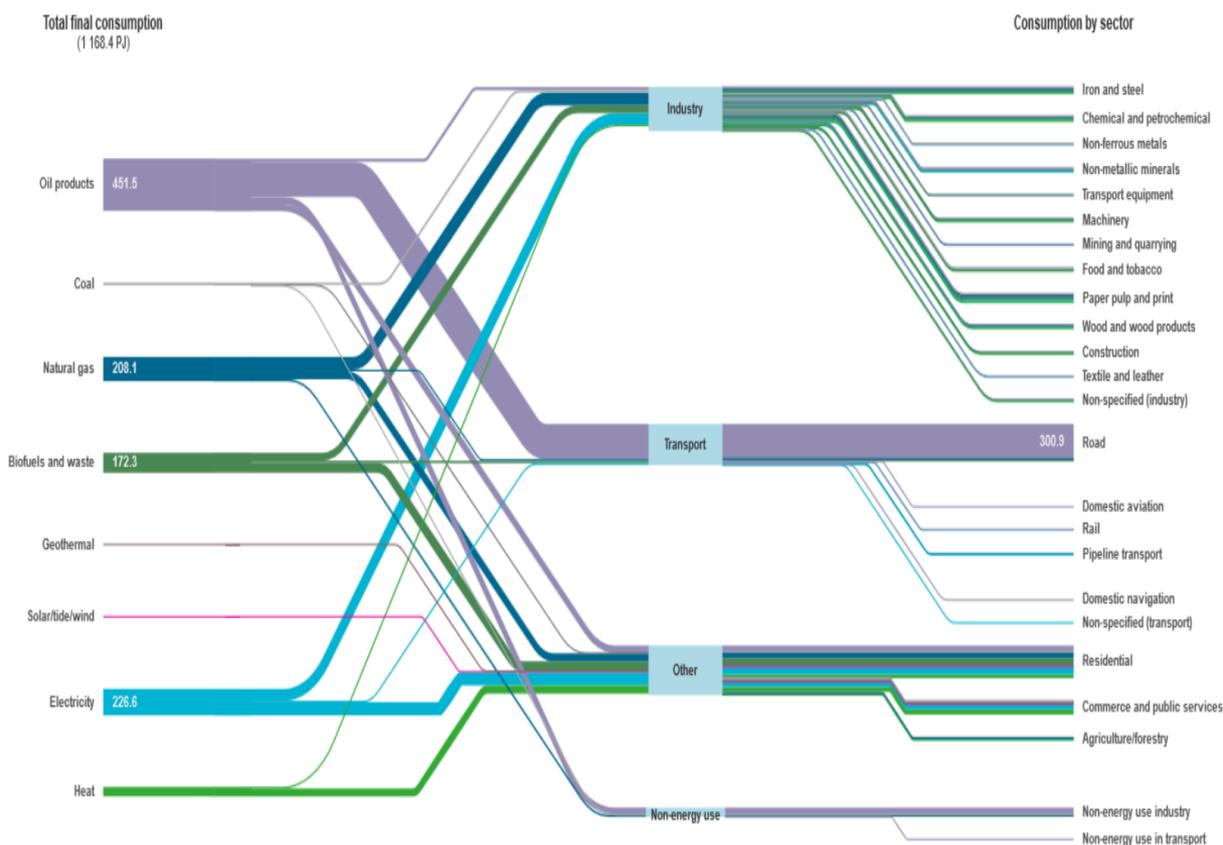


Abbildung 20: Sankey Diagramm Österreich (2013) (Quelle: (IEA, Internationale Energie Agentur, 2016)

### 3.1.2 Länder für die keine Zahlen erhoben werden konnten

Für die folgenden europäischen Länder konnten keine zuverlässigen Zahlen bezüglich des Elektromobil- Fahrzeugstandes erhoben werden:

Albanien, Andorra, Bosnien-Herzegowina, Kosovo, Mazedonien, Moldawien, Monaco, Montenegro, Russland, San Marino, Serbien, Ukraine, Vatikan, Weißrussland. Es wird davon ausgegangen werden, dass in den erwähnten Ländern die Umsetzung von Verbrennungskraftfahrzeugen zu Elektrofahrzeugen noch nicht wirklich gestartet ist und das gesamteuropäische Szenario durch das Fehlen dieser Zahlen im Wesentlichen nicht beeinflusst wird.

### 3.1.3 Darstellung der Marktanteile

In Tabelle 13 sind die Marktanteile der 33 europäischen Staaten für das Jahr 2015 dargestellt, für welche Marktanteile bestimmt werden konnten. Dabei wurden die Zahlen der Länder wie in 3.1.1 erläutert, ermittelt. Für die in der Tabelle nicht angeführten Länder, konnten keine Zahlen erhoben werden. (siehe 3.1.2)

EUROPA	2015				Marktanteil
	BEV	PlugIN	Gesamt EV	Zulassungen	
Liechtenstein	0	0	0	0	0,00%
Ungarn	0	0	0	3671663	0,00%
Bulgarien	10	7	17	3605000	0,00%
Rumänien	31	47	78	5915630	0,00%
Türkei	119	108	227	15143756	0,00%
Polen	157	249	406	24476852	0,00%
Litauen	29	20	49	2151813	0,00%
Zypern	4	29	33	583692	0,01%
Griechenland	126	252	378	6423343	0,01%
Lettland	59	13	72	764422	0,01%
Kroatien	113	48	161	1605927	0,01%
Italien	3802	1256	5058	41905560	0,01%
Tschechien	623	179	802	5766175	0,01%
Slowakei	193	144	337	2343922	0,01%
Malta	56	5	61	324360	0,02%
Spanien	4045	1434	5479	26954473	0,02%
Slowenien	193	67	260	1174723	0,02%
Portugal	1215	711	1926	5635860	0,03%
Finnland	507	988	1495	3853008	0,04%
Irland	837	135	972	2265940	0,04%
Deutschland	29374	18519	47893	48202108	0,10%
Belgien	3582	3924	7506	6391644	0,12%
Österreich	4380	1765	6145	5209228	0,12%
Vereinigtes Königreich	20875	28117	48992	37608358	0,13%
Frankreich	43863	9023	52886	38521667	0,14%
Estland	1053	25	1078	780016	0,14%
Luxembourg	541	224	765	425571	0,18%
Schweiz	6120	3965	10085	4916609	0,21%
Dänemark	6697	532	7229	2815552	0,26%
Schweden	4766	10890	15656	5253288	0,30%
Island	682	235	917	261710	0,35%
Niederlande	9970	78260	88230	9342400	0,94%
Norwegen	58097	10154	68251	3189187	2,14%
	202119	171325	373444	317483456	

Tabelle 13: Marktanteile von EV in europäischen Ländern 2015

In den folgenden Unterpunkten soll eine Unterscheidung in Länder mit Marktanteil kleiner bzw. größer gleich 0,1% getroffen und diese Länder genauer diskutiert werden. Abbildung 21 zeigt eine Übersicht über die in Tabelle 13 dargestellten Werte. Die Länder sind dabei abhängig von ihren Marktanteilen einfärbt.

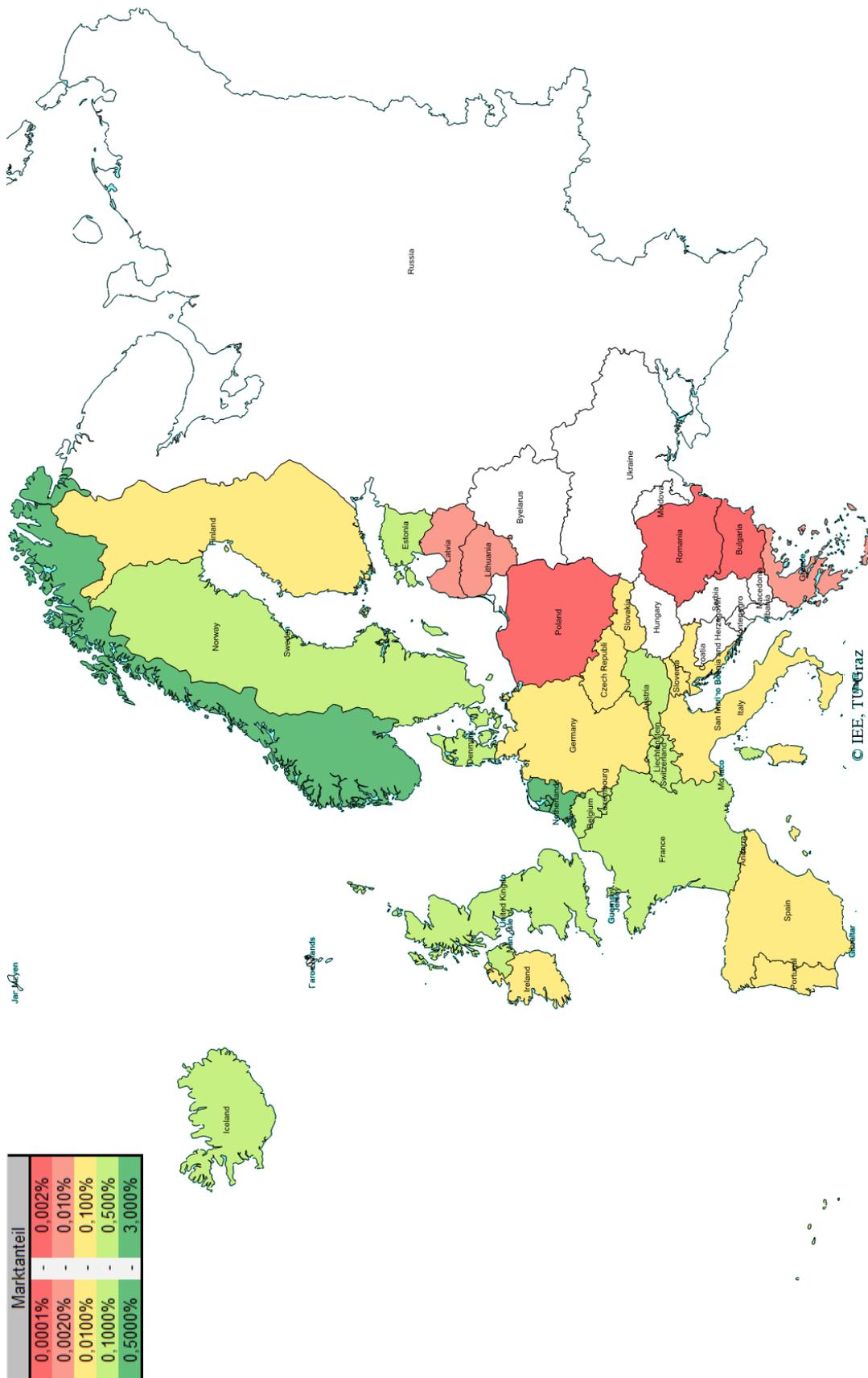


Abbildung 21: Europakarte mit Darstellung der Marktanteile (© IEE, TU Graz)

### 3.2 Länder mit Marktanteil < 0,1%

In diesem Unterpunkt sollen jene Länder kurz angeführt werden, bei denen der Marktanteil an Elektroautos in Bezug auf die Gesamtanzahl an angemeldeten Fahrzeugen im Land im Jahr 2015 bei weniger als 0,1% lag. Zutreffend ist dies für die folgend in Tabelle 14 angeführten Länder. In derselben Tabelle erfolgt die Darstellung der Länder aufgeteilt nach BEV und PHEV, der Gesamtsumme der elektrische Fahrzeuge EV und den Zulassungen im Land. Anhand des Verhältnisses von Gesamt EV zu den zugelassenen Fahrzeugen wird der Marktanteil berechnet.

EUROPA < 0,1%						
2015						
	Code	BEV	PlugIN	Gesamt EV	Zulassungen	Marktanteil
Liechtenstein	LIE	0	0	0	0	0,000%
Ungarn	HUN	0	0	0	3671663	0,000%
Bulgarien	BN	10	7	17	3605000	0,000%
Rumänien	ROU	31	47	78	5915630	0,001%
Türkei	TR	119	108	227	15143756	0,001%
Polen	POL	157	249	406	24476852	0,002%
Litauen	LTU	29	20	49	2151813	0,002%
Zypern	CYP	4	29	33	583692	0,006%
Griechenland	GR	126	252	378	6423343	0,006%
Lettland	LVA	59	13	72	764422	0,009%
Kroatien	CR	113	48	161	1605927	0,010%
Italien	ITA	3802	1256	5058	41905560	0,012%
Tschechien	CZE	623	179	802	5766175	0,014%
Slowakei	SK	193	144	337	2343922	0,014%
Malta	MT	56	5	61	324360	0,019%
Spanien	ESP	4045	1434	5479	26954473	0,020%
Slowenien	SVN	193	67	260	1174723	0,022%
Portugal	PT	1215	711	1926	5635860	0,034%
Finnland	FIN	507	988	1495	3853008	0,039%
Irland	IRL	837	135	972	2265940	0,043%
		12119	5692	17811	154566117	

Tabelle 14: Länder mit Marktanteil < 0,1%

Die ermittelten Marktanteile dieser Länder sind weiters in Abbildung 22 dargestellt:



Abbildung 22: Länder mit Marktanteil < 0,1%

### 3.3 Länder mit Marktanteil $\geq 0,1\%$

In diesem Unterpunkt sollen jene Länder genauer beschrieben werden, bei denen der Marktanteil an Elektroautos in Bezug auf die Gesamtanzahl an angemeldeten Fahrzeugen im Land im Jahr 2015 bei mindestens 0,1% lag. Zutreffend ist dies für die in Tabelle 15 angeführten Länder. In derselben Tabelle erfolgt die Darstellung der Länder aufgeteilt nach BEV und PHEV, der Gesamtsumme der elektrische Fahrzeuge EV und den Zulassungen im Land. Anhand des Verhältnisses von Gesamt EV zu den zugelassenen Fahrzeugen wird der Marktanteil berechnet.

EUROPA $\geq 0,1\%$						
2015						
	Code	BEV	PlugIN	Gesamt EV	Zulassungen	Marktanteil
Deutschland	DE	29374	18519	47893	48202108	0,10%
Belgien	BE	3582	3924	7506	6391644	0,12%
Österreich	AUT	4380	1765	6145	5209228	0,12%
Vereinigtes Königreich	UK	20875	28117	48992	37608358	0,13%
Frankreich	FR	43863	9023	52886	38521667	0,14%
Estland	EST	1053	25	1078	780016	0,14%
Luxembourg	LUX	541	224	765	425571	0,18%
Schweiz	CH	6120	3965	10085	4916609	0,21%
Dänemark	DK	6697	532	7229	2815552	0,26%
Schweden	SWE	4766	10890	15656	5253288	0,30%
Island	ISL	682	235	917	261710	0,35%
Niederlande	NL	9970	78260	88230	9342400	0,94%
Norwegen	NOR	58097	10154	68251	3189187	2,14%
		190000	165633	355633	162917338	

Tabelle 15: Länder mit Marktanteil  $\geq 0,1\%$

Die ermittelten Marktanteile dieser Länder sind weiters in Abbildung 23 dargestellt:

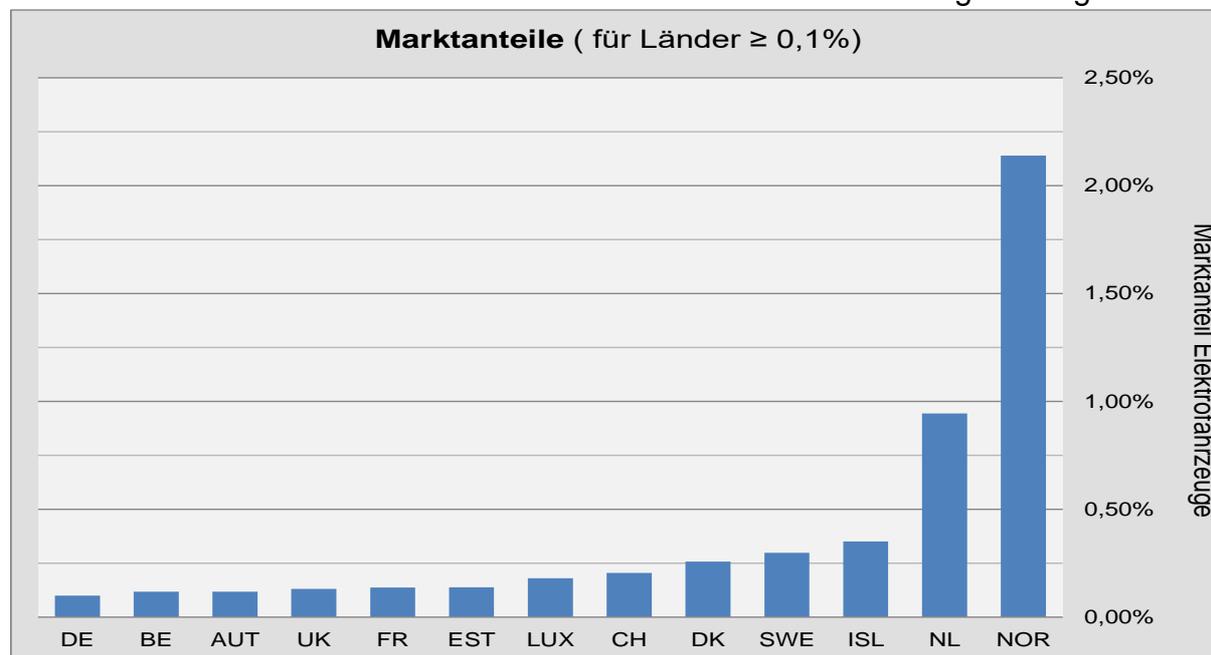


Abbildung 23: Länder mit Marktanteil  $\geq 0,1\%$

Für diese Länder wird in den folgenden Unterpunkten die Anzahl angemeldeter Fahrzeuge im Vergleich zu Gesamteuropa sowie die FEC, aufgeteilt in die unter 8.1 näher definierten Wirtschaftssektoren, dargestellt.

### 3.3.1 Österreich

In diesem Kapitel werden allgemeine Aspekte zur Elektromobilität in Österreich betrachtet, sowie der österreichische Gesamtverkehrsplan und regionale Initiativen wie die steirische Landesstrategie für Elektromobilität.

#### 3.3.1.1 Allgemeines

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in Österreich beträgt ca. 30%. Österreich hatte im Jahr 2015 bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 5 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 6200 was einem Marktanteil von 0,12% entspricht. Für das Jahr 2016 (siehe Tabelle 16) ergibt sich bei in etwa 4,8 Mio. Fahrzeugen und einem EV-Anteil von 7.700 bereits ein Marktanteil von 0,16%.

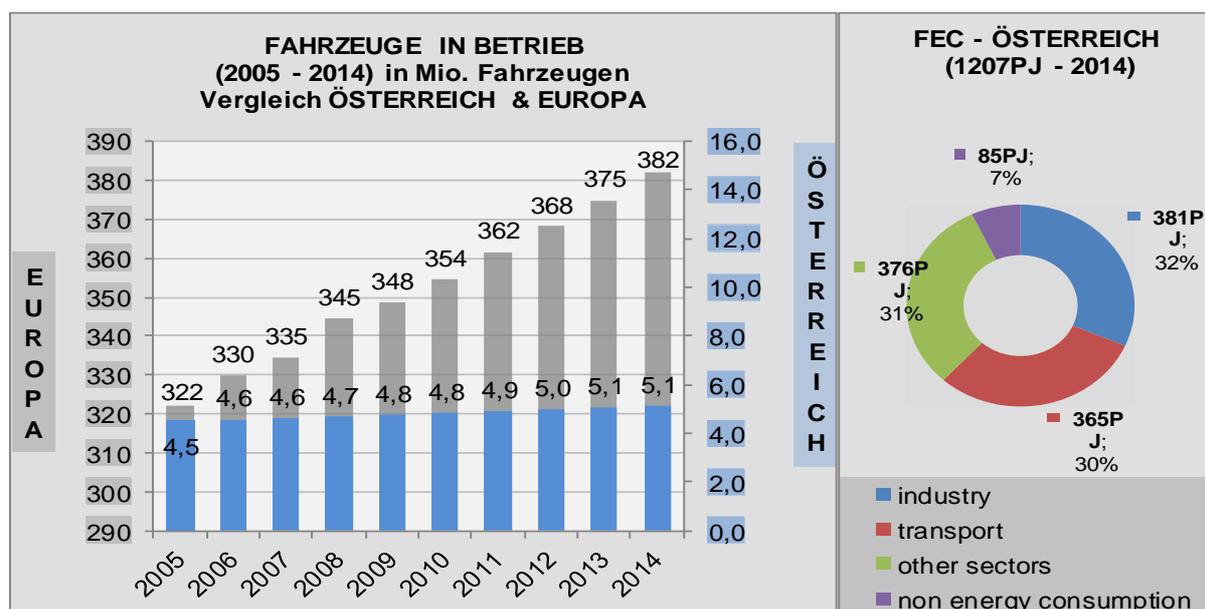


Abbildung 24: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Österreich

Tabelle 16 zeigt einen Auszug der Fahrzeugstatistik 2016 der Statistik Austria.

Kraftstoffarten bzw. Energiequelle	August 2016	Anteile in %
Benzin inkl. Flex-Fuel	2.036.501	42,4
darunter Flex-Fuel	6.177	0,3
Diesel	2.738.029	57,0
Elektro	7.710	0,2
Flüssiggas	1	0,0
Erdgas	2.466	0,1
Benzin/Flüssiggas (bivalent)	333	0,0
Benzin/Erdgas (bivalent)	2.512	0,1
Benzin/Elektro (hybrid)	17.066	0,4
Diesel/Elektro (hybrid)	1.254	0,0
Wasserstoff (Brennstoffzelle)	13	0,0
<b>Insgesamt</b>	<b>4.805.885</b>	<b>100,0</b>

Tabelle 16: PKW-Typen in Österreich 08-2016 (Quelle: (SA, 2016, S. 2))

Tabelle 17 zeigt eine Übersicht über die momentane Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in Österreich. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
Geförderter Erwerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>250€ - 20000€ direkte Unterstützung für Unternehmen, Behörden etc.</li> </ul>
Zulassungskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>BEV's sind von der Zulassungskosten ausgenommen</li> </ul>
KFZ-Steuer Einzelkunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>BEV's sind von der Motorbezogenen Steuer ausgenommen</li> </ul>
KFZ-Steuer Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steuervergünstigungen für Unternehmen die Anschaffungskosten für Fahrzeuge bis zu 80000€ vorweisen können</li> </ul>
Weitere finanzielle Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Privatverwendung von elektr. Firmenfahrzeugen wird steuerlich begünstigt</li> </ul>
Lokale Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenloses Parken in Stadtzentren</li> <li>Anpassung von Bauvorschriften für einfachere Installation von Ladeinfrastruktur</li> <li>Förderungen für Projekte im Bereich der Elektromobilität</li> </ul>
Infrastruktur Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Förderung für Installation von Ladepunkten</li> </ul>

Tabelle 17: Förderungsübersicht Österreich (2016)

In Tabelle 18 sind die installierten Ladestationen in Österreich für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Österreich						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	-	1060	1160	1449	2283	1327
Hi-Power	-	0	0	66	380	364

Tabelle 18: installierte Ladestationen Österreich

### 3.3.1.2 Gesamtverkehrsplan

Österreichs Gesamtverkehrsplan setzt sich als Ziel, bis zum Jahr 2025 die Transportemissionen (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>,...) zu verringern, den Anteil an Frachttransporten per Zug sowie die Nutzung elektrischer Fahrzeuge zu erhöhen. Weiters soll auch die öffentliche Verkehrsnutzung ständig weiter forciert werden. (vgl. BMVIT, Gesamtverkehrsplan für Österreich, 2012, S. 4) Die Einführung von nachhaltigen Antriebskonzepten wird in Österreich von verschiedenen Ministerien auf nationaler Ebene unterstützt und vorangetrieben. So veröffentlichten etwa im Jahr 2012 das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (BMLFUW), das Bundesministerium für Transport, Innovation und Verkehr (BMVIT) sowie das Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (BWFJ) den Umsetzungsplan „Electromobility in and from Austria“, der die Förderung von sauberen Fahrzeugen und nachhaltigem Transport genauer spezifizieren soll. (siehe BMLFUW, Electromobility in and from austria, 2012)

### **Paket zur Förderung der E-Mobilität**

Im November 2016 wurde durch die Ministerien für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) und Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) sowie den Autoimporteuren ein neues Mobilitätspaket vorgestellt, welches ab dem 01.03.2017 gültig sein wird.

Das Mobilitätspaket soll den Grundstein für eine beschleunigte Einführung der Elektromobilität in Österreich legen. Im Bereich der Förderungen soll das Paket bis zum Ende des Jahres 2018 gelten, in allen anderen Bereichen bis Ende 2020. In Tabelle 19 zusammengefasst sind die wichtigsten Eckpunkte des Mobilitätspakets: (vgl. BMVIT, Aktionspaket zur Förderung der Elektromobilität, 2016)

Kategorie	Beschreibung
Förderung Elektro PKW	<p><u>Privat</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4000€ BEV und FCEV</li> <li>• 1500€ PHEV und Fahrzeuge mit Range Extender</li> <li>• Max. 50000€ Listenpreis</li> <li>• Hybride mit Dieselantrieb sind ausgeschlossen</li> <li>• 100% Strom aus EE</li> <li>• Zeitraum 2017-2018</li> </ul> <p><u>Betriebe</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3000€ BEV und FCEV</li> <li>• 1500€ PHEV und Fahrzeuge mit Range Extender</li> <li>• 100% Strom aus EE</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitraum 2017-2018</li> <li>• Fördervolumen von maximal 48 Mio. €</li> <li>• ( 50:50 zwischen Bund und Autoimporteuren)</li> </ul>
Förderung für Zweiräder, Elektromobilitätsprojekte und Elektroflotten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderung für E-Zweiräder (Mopeds, Motorräder) 375€</li> <li>• Leichte Elektronutzfahrzeuge Klasse M2, N1 bis zu 20000€</li> <li>• E-Busse bis zu 60000€</li> <li>• Fördervolumen max. 7 Mio. €</li> </ul>
Auf- und Ausbau der Ladeinfrastruktur	<p><u>Öffentliche Ladestationen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bis zu 10000€ für Schnellladestationen</li> </ul> <p><u>Private Ladestationen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 200€ für Wallbox oder intelligentes Ladekabel</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fördervolumen von max. 5 Mio. €</li> </ul>
Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene (grüne) Nummerntafeln für Zero-Emission Fahrzeuge</li> <li>• Anpassung der StVO (Verkehrsschilder)</li> <li>• Führerscheinanpassung max. Gewicht für E-Fahrzeuge bei 4,25t statt 3,5t (Nachteilsausgleich Akku)</li> <li>• Verbraucherinformationsgesetz novellieren für erweiterte Information bezüglich E-Mobilität</li> </ul>

Tabelle 19: Aktionspaket für Elektromobilitätsförderung (ab 2017), Quelle: (BMVIT, Aktionspaket zur Förderung der Elektromobilität, 2016)

### 3.3.1.3 Regionale Initiativen

Weiters gibt es auch regionale Initiativen, welche die Umsetzungsaktivitäten auf verschiedene Weise fördern, und somit vorantreiben. Dabei reicht das Spektrum von Aktivitäten in Bezug auf Forschung und Entwicklung, bis zu Steuervergünstigungen und Förderungen bei der Anschaffung von Elektrofahrzeugen sowie Unterstützung für Start-Up Unternehmen in diesem Bereich. (vgl. [EAFO](#))

## **Steiermark – Elektromobilitäts Landesstrategie 2030**

Im Jahr 2015 entfielen 1,4% der Gesamtneuzulassungen in der Steiermark auf Elektrofahrzeuge (557 Fahrzeuge). Damit konnte der Wert von 0,7% aus dem Vorjahr verdoppelt werden. Die Gesamtanmeldezahl für Elektrofahrzeuge lag im Jahr 2015 bei 1109 Fahrzeugen, wobei hierbei 731 auf batterieelektrische Fahrzeuge und 378 auf Plug-In-Hybrid Fahrzeuge entfällt. Beim Fahrzeugstand ergibt sich, dass 0,15% des steirischen Fuhrparks aus Elektrofahrzeugen besteht.

(vgl. Abteilung15, 2016, S. 6)

Schon seit mehreren Jahren gibt es in der Steiermark Konzepte zur Umstellung auf elektrische Fahrzeuge (z.B. Landesfuhrpark). Weiters werden verschiedene bewusstseinsbildende Maßnahmen angeboten, sowie Förderungen für Elektro-Carsharing und private Elektroautos und –taxis. Ende 2015 wurde eine Förderung eingeführt, die E-Carsharing Angebote von Unternehmen, Gemeinden und Vereinen ermöglichen bzw. erleichtern soll. 2016 wurde ein Förderprogramm für den Erwerb bzw. das Leasing von Elektrotaxis (BEV) für 2016 und 2017 beschlossen. Darüber hinaus gibt es verschiedene stadt- bzw. gemeindeabhängige Förderungen.

Im Jahr 2016 (Stand Mai) wurden in der Steiermark insgesamt 192 Ladepunkte betrieben. Bis zum Ende des Jahres 2017 soll in einem mehrstufigen Plan der Ausbau des E-Tankstellennetzes entlang der Hauptverkehrsrouten vorangetrieben werden. Im Großraum Graz gibt es die Modellregion Elektromobilität, deren Ziel es ist das innerstädtische Verkehrssystem zu optimieren (<http://www.emobility-graz.at>).

Weiters wurde aktuell (2016) die Landesstrategie Elektromobilität Steiermark veröffentlicht. Mit dieser soll der Elektromobilitätsmarkt in der Steiermark effektiv langfristig belebt werden und sie zielt speziell auf den Bereich des motorisierten Individualverkehrs ab. Betroffen sind dadurch einspurige (Elektrofahrräder, Elektrolastenräder, Elektromotorräder, etc.) als auch zweispurige Fahrzeuge (BEV, PHEV). (vgl. Abteilung15, 2016, S. 7)

Laut der Landesstrategie liegt der Fokus dabei auf den Anwendungsgebieten Flotten (öffentlich bzw. betrieblich), Taxis, Stadt-Logistik, Berufsverkehr individuell, Privatverkehr, Linien- und Reisebusse sowie Güter-Straßenverkehr.

### **Ziele der Landesstrategie**

Mit der Landesstrategie Elektromobilität werden laut ihren Autoren weiters folgende 4 Ziele verfolgt: (siehe Tabelle 20)

- (1) Steigerung des Anteils und der Anzahl an E-Fahrzeugen
  - Erhöhung des Fahrzeugbestandes
  - bis 2024 moderater Anstieg
  - ab 2025 durch breitere Elektroautomobilpalette stärkerer Anstieg

Indikator	HEUTE	2020	2030
Anzahl der E-Fahrzeuge	1.109	10.000	225.000
Anteil der EFZ am Fahrzeugbestand	0,15%	1,4%	~ 33%
Anteil der EFZ an Neuzulassungen	1,5%	8%	~ 95%
Anteil der E-Fahrzeuge in der Landesflotte	< 1%	10%	80%

Tabelle 20: Landesstrategie EM, Ziele für Fahrzeugbestand, Quelle: (Abteilung15, 2016, S. 16)

- (2) Ausbau der Ladeinfrastruktur (siehe Tabelle 21)
- Aufbau bedarfsgerechter und intelligenter Ladeinfrastruktur
  - privater als auch öffentlicher Zugang
  - Normal- und Schnellladestationen (vor allem öffentlich)

Indikator <sup>3</sup>	HEUTE <sup>4</sup>	2020	2030
Private Ladepunkte und Ladepunkte für betriebliche Flotten	51	> 9.000	> 200.000
Öffentlich zugängliche Normalladepunkte (bis 22kW)	113	> 500	> 10.000
Öffentlich zugängliche Schnellladepunkte (ab 22 kW)	~ 30	> 75	> 450

Tabelle 21: Landesstrategie EM, Ziele für Ladeinfrastruktur, Quelle: (Abteilung15, 2016, S. 17)

- (3) Steigerung der Anzahl intermodaler Schnittstellen mit Elektromobilität
- Schnittstelle zwischen öffentlichem Verkehr und Individualmobilität
  - Pilot Anlagen sind bereits im Betrieb
- (4) Stärkung des Bewusstseins für Elektromobilität
- Positives Image
  - Wissensverbreiterung

### **Maßnahmen zum Erreichen der Ziele der Landesstrategie**

Zum Erreichen der definierten Ziele ergeben sich laut Autoren der Landesstrategie vier Schwerpunkte in denen Handlungen gesetzt werden müssen:

(vgl. Abteilung15, 2016, S. 19)

- (1) Vorbildwirkung: Das Land Steiermark kann durch seine Vorbildwirkung ein Umdenken in der Mobilität beeinflussen. Es sollen die fossilen Fahrzeuge des Landes sukzessive durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden. Weiters soll der Ausbau der Ladeinfrastruktur an den Landesdienststellen vorangetrieben werden
- (2) Baurechtliche Maßnahmen: Durch Schaffung der rechtlichen Bedingungen soll der Ausbau von Ladeinfrastruktur erleichtert und vorangetrieben werden. Eine Nachrüstung von Ladeeinrichtungen in Wohneinrichtungen soll dadurch baurechtlich einfach ermöglicht werden. In Bereichen mit großen Abstellflächen sollen Ladeeinrichtungen von Beginn an eingeplant und errichtet werden.
- (3) Zielgruppen unterstützen: Es sollen umstiegsunterstützende Handlungen für die verschiedenen Zielgruppen getroffen werden. Weiters soll Elektromobilitätsangebote wie etwa im Bereich der Schnittstellen mit dem öffentlichen Verkehr geschaffen und/oder ausgebaut werden.
- (4) Bewusstseinsbildung: Wissen und Kompetenzen der teilnehmenden Partner sollen ausgebaut und ein positives Image für die Elektromobilität geschaffen werden. Technologien und Trends sollen durch Wissensaustausch und Vernetzung frühzeitig erkannt werden.

### Entwicklung des Fahrzeugbestandes in der Steiermark

Abbildung 25 zeigt die Entwicklung des Fahrzeugbestandes in der Steiermark in den Jahren 2011 -2015. Die Daten stammen von der Statistik Austria, die Abbildung wurde der Landesstrategie entnommen.

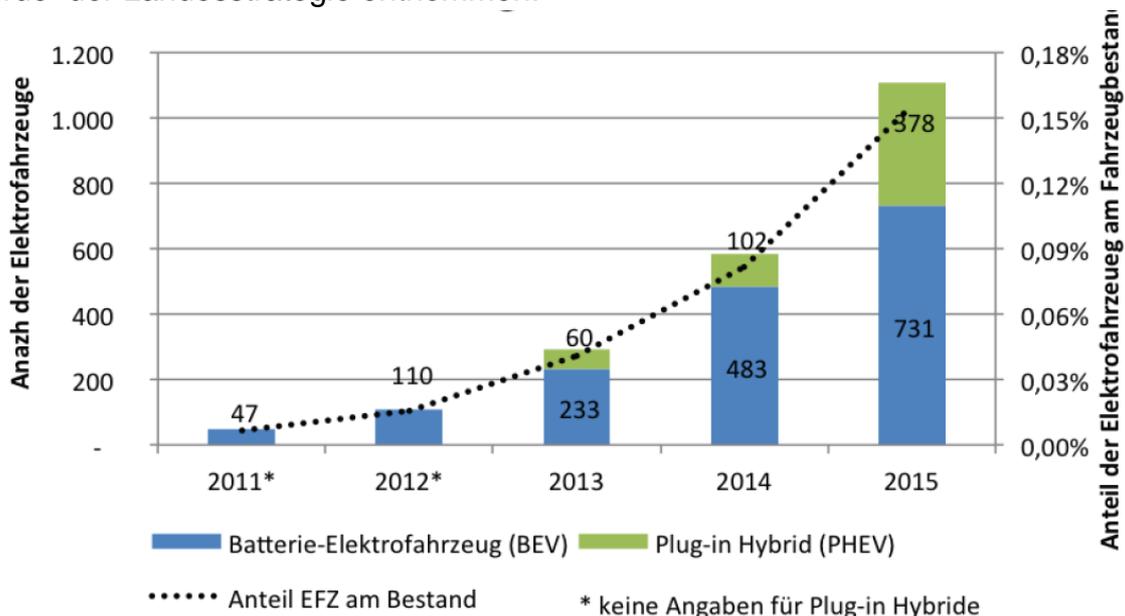


Abbildung 25: Elektrofahrzeugbestand Steiermark, Quelle: (Abteilung15, 2016, S. 2)

### 3.3.2 Belgien

Der Anteil des Transportsektors am belgischen Endenergieeinsatz beträgt ca. 24%. Belgien hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 6,3 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 7.500 was einem Marktanteil von 0,12% entspricht. (siehe Abbildung 26)

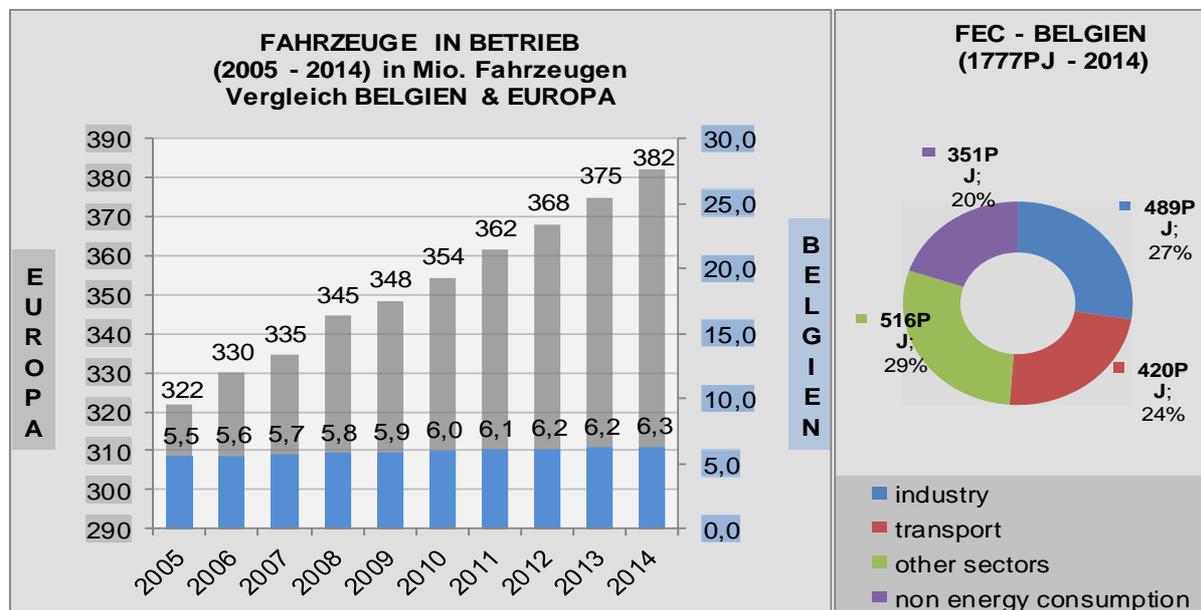


Abbildung 26: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Belgien

Tabelle 22 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in Belgien. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
Geförderter Erwerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>5000€ Förderung in der Flämischen Region</li> </ul>
Zulassungskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>BEV und PHEV sind von den Zulassungskosten in der Flämischen Region ausgenommen</li> </ul>
KFZ-Steuer Einzelkunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steuerliche Begünstigung für BEV (niedrigste Steuerstufe)</li> </ul>
KFZ-Steuer Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Firmenfahrzeuge sind steuerlich absetzbar</li> <li>Unterscheidung in verschiedene Stufen, je nach Emissionsausstoß</li> </ul>

Tabelle 22: Förderungsübersicht Belgien

In Tabelle 23 sind die in Belgien installierten Normal- bzw. Schnellladestationen (Hi-Power) für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Belgien						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	-	-	331	559	1335	1335
Hi-Power	-	-	3	42	451	451

Tabelle 23: installierte Ladestationen Belgien

In Belgien wird momentan, wie es in der Richtlinie 2014/94 festgelegt wurde, an den nationalpolitischen Rahmenbedingungen für die Einführung alternativer Kraftstoffe gearbeitet. Die drei belgischen Regionen sind zuständig für die Umsetzung der oben erwähnten Richtlinie. (vgl. [EAFO](#))

### 3.3.3 Dänemark

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in Dänemark beträgt ca. 36%. Dänemark hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 2,8 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 7.300 was einem Marktanteil von 0,26% entspricht (siehe Abbildung 27).

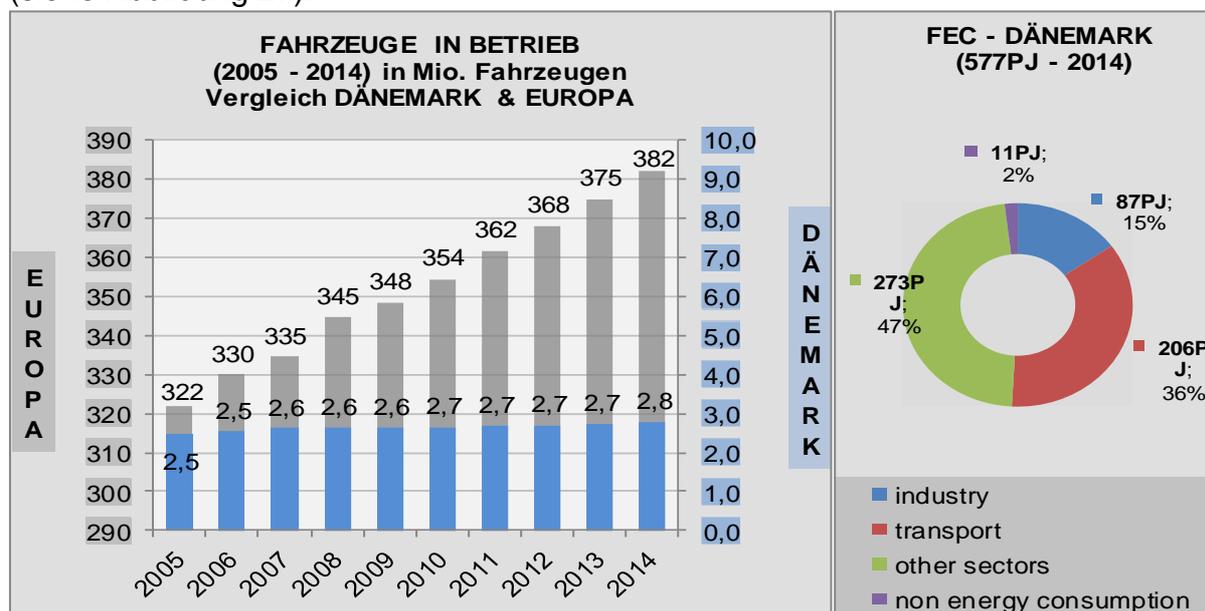


Abbildung 27: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Dänemark

Tabelle 24 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in Dänemark. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
Geförderter Erwerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die dänische Energieagentur (<a href="https://ens.dk/en">https://ens.dk/en</a>) vergibt Förderungen in der Höhe von ca. 1500€ bis 3700€</li> <li>Weiters Unterstützung beim Erwerb von EV-Bussen</li> </ul>
Steuern	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steuerliche Begünstigungen bei Erwerb und Anmeldung</li> <li>BEV zahlen keine Zulassungskosten</li> </ul>
Lokale Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verschiedene Vergünstigungen abhängig von Gemeinden</li> <li>Schaffung von Parkplätzen wird gefördert</li> <li>Förderung für den Kauf energieeffizienter Fahrzeuge</li> </ul>
Infrastruktur Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steuerliche Vergünstigungen für Installation von Ladeinfrastruktur</li> <li>50% Ermäßigungen für Benützung öffentlicher Ladestationen</li> </ul>

Tabelle 24: Förderungsübersicht Dänemark

In Tabelle 25 sind die installierten Ladestationen in Dänemark für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Dänemark						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	-	449	496	813	1043	1398
Hi-Power	-	-	3	145	376	376

Tabelle 25: installierte Ladestationen Dänemark

### 3.3.4 Deutschland

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in Deutschland beträgt ca. 27%. Deutschland hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 48 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 48.000 was einem Marktanteil von 0,1% entspricht (siehe Abbildung 28).

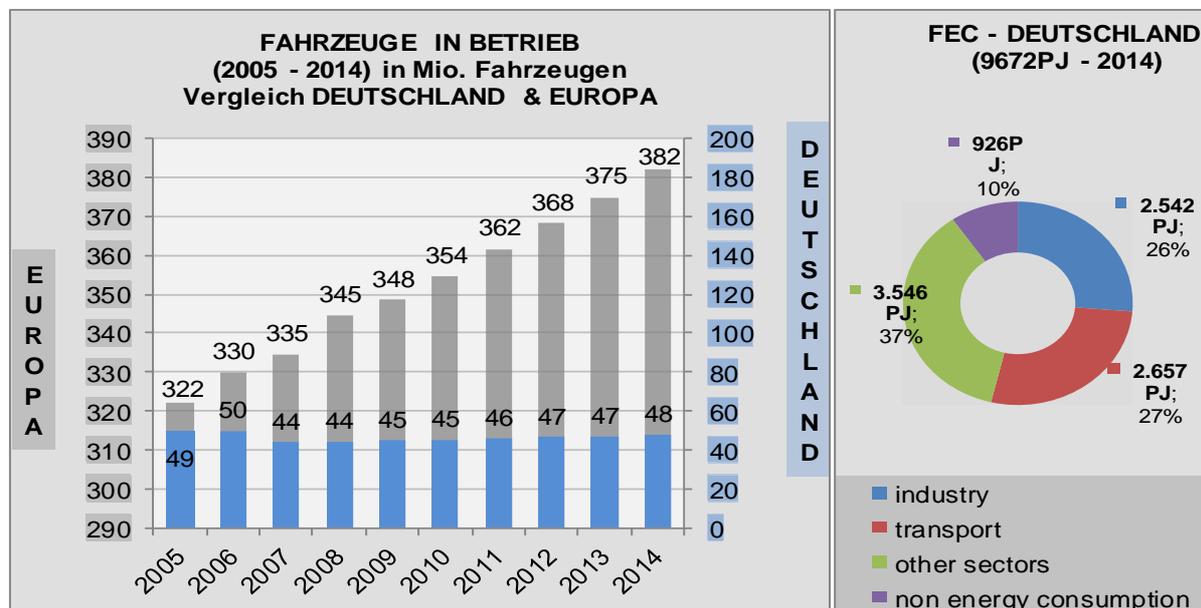


Abbildung 28: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Deutschland

Tabelle 26 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in Deutschland. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
Geförderter Erwerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gefördert werden BEV (4000€) HEV (3000)</li> <li>Nur für Fahrzeuge mit Listenpreis &lt; 60000€</li> <li>Die Kosten werden zwischen Bund und Automobilherstellern aufgeteilt. Insgesamt stehen 1.2 Milliarden € zur Verfügung</li> <li>Laufzeit bis 2020</li> </ul>
KFZ-Steuer Einzelkunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>bis 31-12-2015 angemeldet: 10 Jahre steuerlich befreit</li> <li>bis 31-12-2020 angemeldet: 5 Jahre steuerlich befreit.</li> </ul>
KFZ-Steuer Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Firmenfahrzeuge sind steuerlich absetzbar</li> </ul>
Lokale Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenloses Parken – reservierte Parkplätze</li> <li>BEV dürfen Busspuren verwenden</li> </ul>

Tabelle 26: Förderungsübersicht Deutschland

In sind Tabelle 27 die installierten Ladestationen in Deutschland für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Deutschland						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	-	1500	2400	2606	4587	13027
Hi-Power	-	18	109	335	984	1121

Tabelle 27: installierte Ladestationen Deutschland

### 3.3.5 Estland

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in Estland beträgt ca. 27%. Estland hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 0,7 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 1.100 was einem Marktanteil von 0,14% entspricht (siehe Abbildung 29).

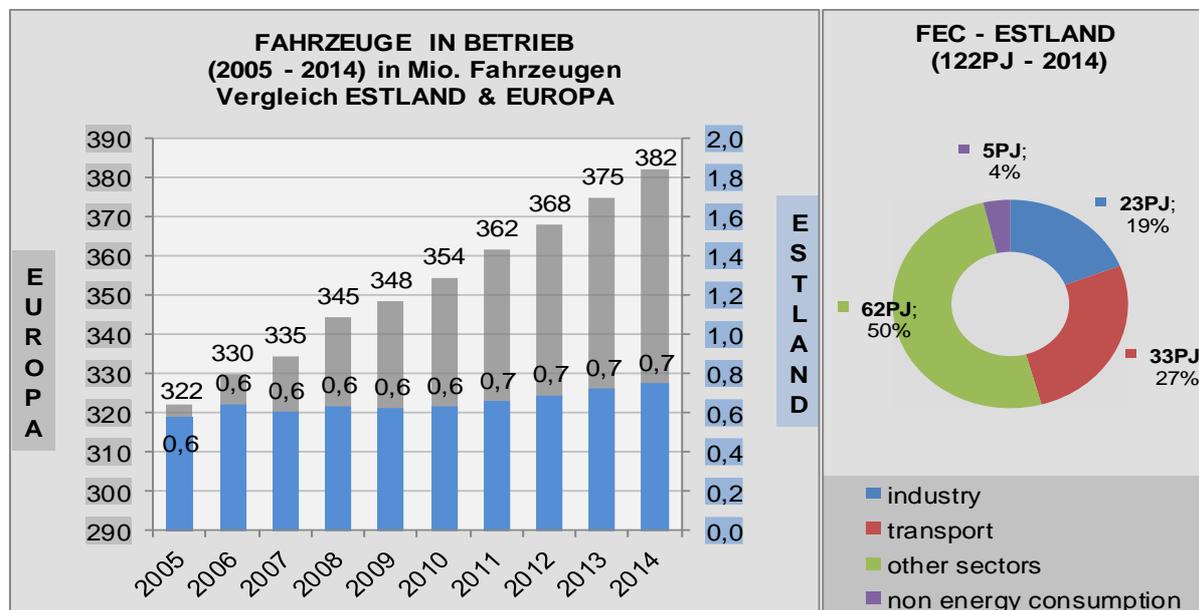


Abbildung 29: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Estland

Für Estland war es nicht möglich bestehende Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen zu ermitteln.

In Tabelle 28 sind die installierten Ladestationen in Estland für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Estland						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	-	-	-	15	25	25
Hi-Power	-	163	163	163	164	167

Tabelle 28: installierte Ladestationen Estland

### 3.3.6 Frankreich

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in Frankreich beträgt ca. 32%. Frankreich hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 38 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 53.000 was einem Marktanteil von 0,14% entspricht (siehe Abbildung 30).

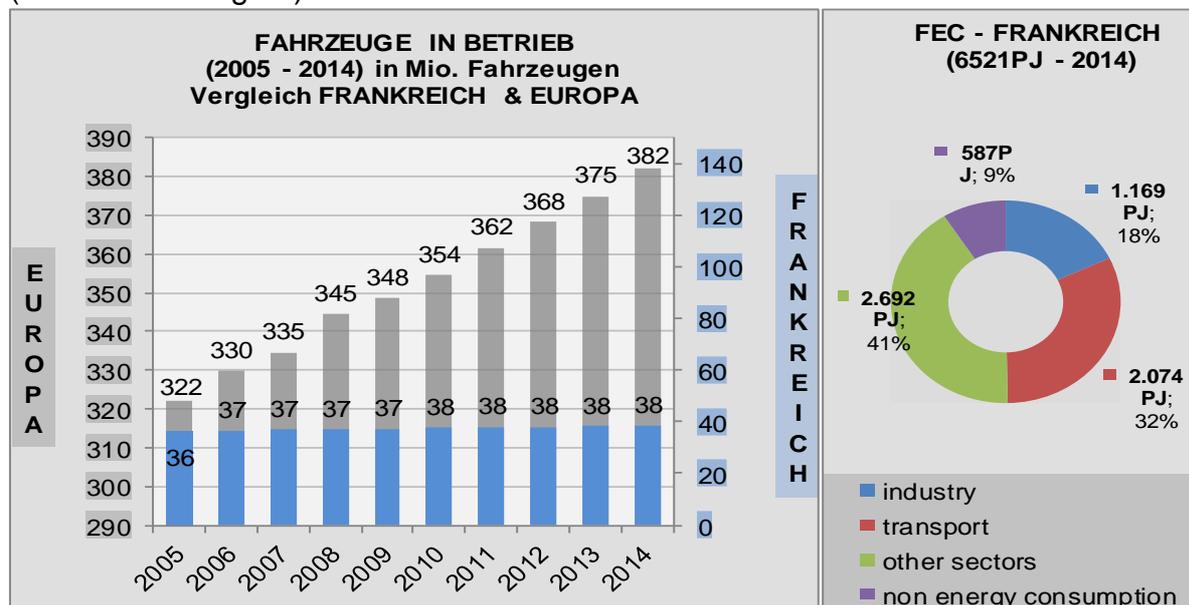


Abbildung 30: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Frankreich

Tabelle 29 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in Frankreich. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
<b>Geförderter Erwerb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EV mit CO<sub>2</sub>-Ausstoß &lt; 20 g/km 6.300€</li> <li>EV mit CO<sub>2</sub>-Ausstoß zwischen 20 und 60 g/km 1.000€</li> <li>EV mit CO<sub>2</sub>-Ausstoß zwischen 61 und 110 g/km 750€</li> <li>Bei Tausch von &lt;10 Jahre altem Dieselfahrzeug zu EV gibt es                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 6.300€ bei Erwerb von BEV</li> <li>➢ 2.500€ bei Erwerb von PHEV</li> </ul> </li> </ul>
<b>Zulassungskosten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausnahme bzw. Reduzierung je nach Typ</li> </ul>
<b>KFZ-Steuer Einzelkunde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausnahme bzw. Reduzierung je nach Typ</li> </ul>
<b>KFZ-Steuer Unternehmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EV ausgenommen von Unternehmensfahrzeugsteuer</li> <li>Hybrid mit &lt; 110 g/km für zwei Jahre befreit</li> </ul>
<b>Lokale Anreize</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lokale Begünstigungen (Parken, etc.)</li> </ul>

Tabelle 29: Förderungsübersicht Frankreich

In Tabelle 30 sind die installierten Ladestationen in Frankreich für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Frankreich						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	0	800	1700	1700	9865	12111
Hi-Power	0	0	9	134	800	1321

Tabelle 30: installierte Ladestationen Frankreich

### 3.3.7 Island

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in Island beträgt ca. 16%. Island hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 260000 einen EV-Anteil von in etwa 1.000 was einem Marktanteil von 0,35% entspricht (siehe Abbildung 31).

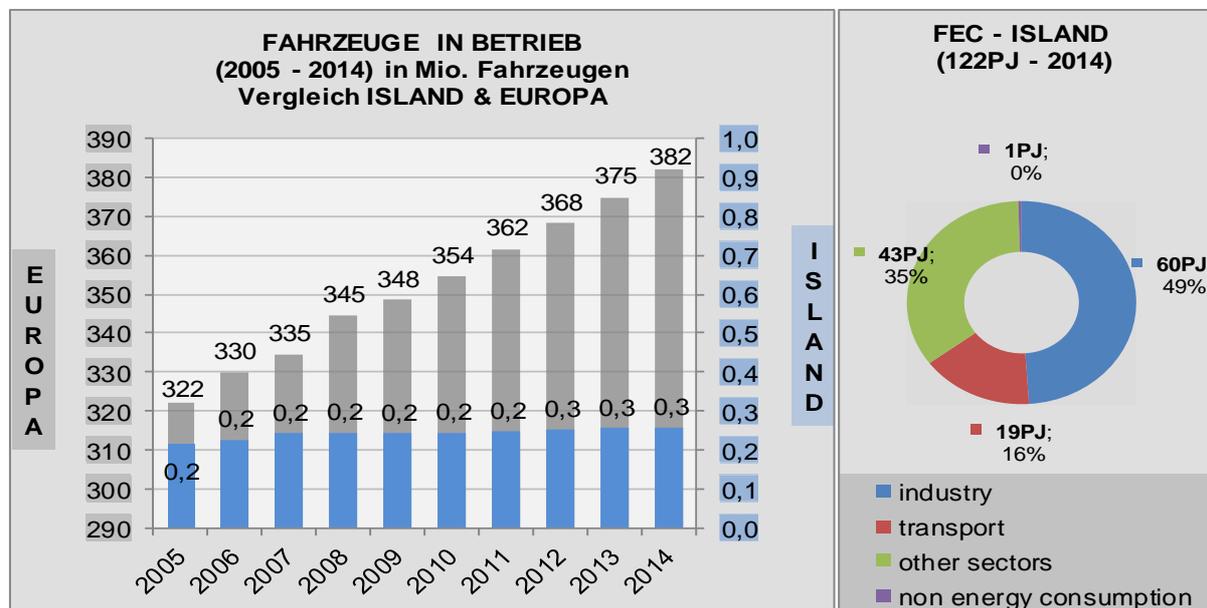


Abbildung 31: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Island

Tabelle 31 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in Island. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
Geförderter Erwerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine MwSt. für BEV bei Erwerb</li> </ul>
KFZ-Steuer Einzelkunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine KFZ-Steuer für BEV</li> </ul>
Lokale Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Freies Parken für 2 Stunden im Stadtzentrum von Reykjavik</li> </ul>
Infrastruktur Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterstützung für Schaffung von Ladeinfrastruktur</li> </ul>

Tabelle 31: Förderungsübersicht Island

In Tabelle 32 sind die installierten Ladestationen in Island für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Island						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	-	-	-	5	11	11
Hi-Power	-	8	8	8	11	12

Tabelle 32: installierte Ladestationen Island

### 3.3.8 Luxemburg

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in Luxemburg beträgt ca. 62%. Luxemburg hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 430000 einen EV-Anteil von in etwa 800 was einem Marktanteil von 0,18% entspricht (siehe Abbildung 32).

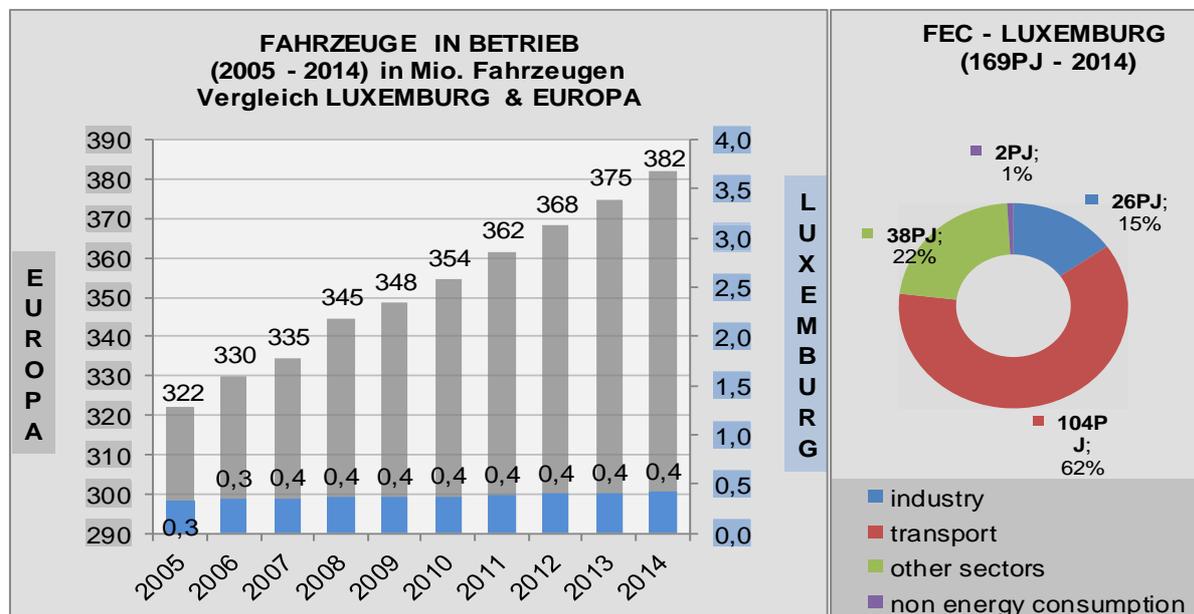


Abbildung 32: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Luxemburg

Tabelle 33 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in Luxemburg. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
KFZ-Steuer Einzelkunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>KFZ Steuer Vergünstigungen betreffend CO<sub>2</sub>-basierender Steuer</li> </ul>

Tabelle 33: Förderungsübersicht Luxemburg

In Tabelle 34 sind die installierten Ladestationen in Luxemburg für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Luxemburg						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	-	-	-	70	202	202
Hi-Power	-	-	-	1	9	10

Tabelle 34: installierte Ladestationen Luxemburg

In Luxemburg wird momentan, wie in der Richtlinie 2014/94 festgelegt wurde, an den nationalpolitischen Rahmenbedingungen betreffend der Einführung alternativer Kraftstoffe gearbeitet. Diese Rahmenbedingungen sollen bis zum Ende des Jahres 2016 an die europäische Kommission übermittelt werden.

Bis zum Jahr 2020 sollen in Luxemburg 1600 öffentlich zugängliche Ladepunkte entstehen. Diese sollen zur Hälfte in sogenannten Park- and Ride Anlagen und zur anderen Hälfte im innerstädtischen Bereich installiert werden. Ziel ist die Schaffung einer gleichmäßig verteilten Ladeinfrastruktur, die Elektromobilbesitzer und

potentielle Kunden in ihrer Entscheidung stärken und ihnen leichten Zugang zu Ladepunkten gewährleisten soll.

Für das Jahr 2017 sind weitere Anreize, wie etwa Steuerrückzahlungen und Absetzbarkeit für Firmenfahrzeuge, für die sogenannten Zero- und Low-Emission Fahrzeuge angedacht.

(vgl. [EAFO](#))

### 3.3.9 Niederlande

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in den Niederlanden beträgt ca. 23%. Die Niederlande haben momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 9,2 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 88.000 was einem Marktanteil von 0,94% entspricht (siehe Abbildung 33).

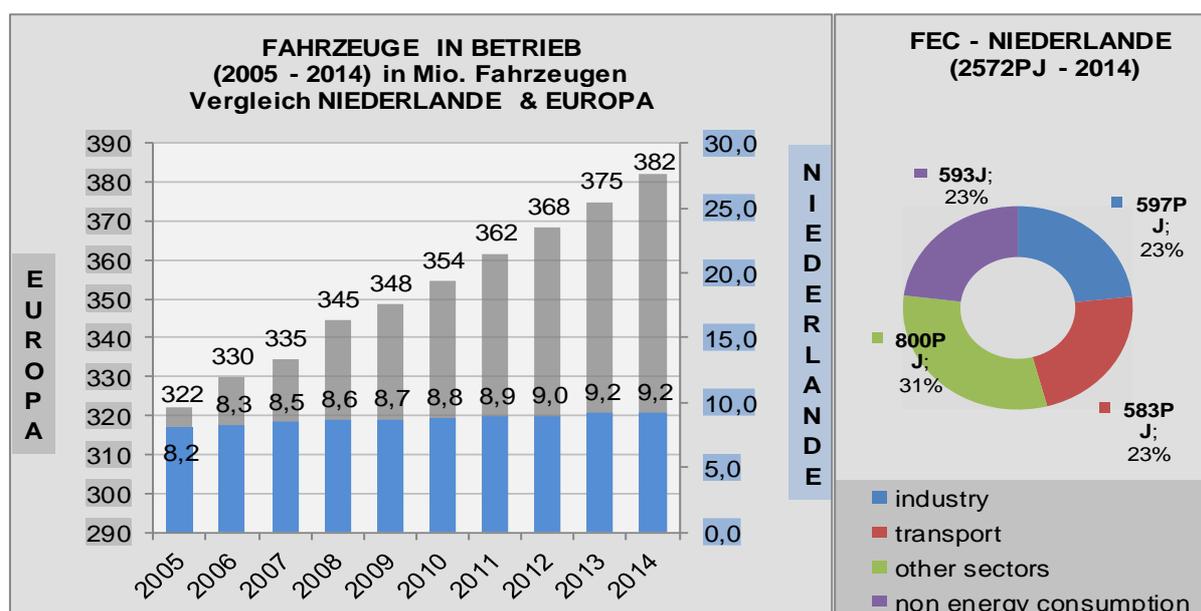


Abbildung 33: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Niederlande

Tabelle 35 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in den Niederlanden. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
Zulassungskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Je nach CO<sub>2</sub>-Ausstoß Staffelung der Kosten (Level 1 – 5)</li> </ul>
KFZ-Steuer Einzelkunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>BEV zahlen keine Steuern, Hybridfahrzeuge bekommen 50% Rabatt</li> </ul>
KFZ-Steuer Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steuerbegünstigungen</li> </ul>
Lokale Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verschiedene Regionen die die Anschaffung elektrischer Fahrzeuge sowie die Installation von Ladepunkten fördern</li> </ul>
Infrastruktur Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regionale Förderungen für Installation von Ladepunkten</li> </ul>

Tabelle 35: Förderungsübersicht Niederlande

In Tabelle 36 sind die installierten Ladestationen in den Niederlanden für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Niederlande						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	1250	2782	5770	11860	17786	22963
Hi-Power	0	0	0	173	465	493

Tabelle 36: installierte Ladestationen Niederlande

Der Hauptgrund für den Anstieg elektrischer Fahrzeuge in den Niederlanden ist die steuerliche Begünstigung. Seit 2015 bzw. 2016 wird der Fokus verstärkt auf Zero Emission Vehicles gelegt, und es wird in den Jahren 2017-2020 mit einigen Neuerungen im niederländischen Steuersystem gerechnet. Dabei sollen vor allem die Begünstigungen für Hybridfahrzeuge zurückgestellt werden, und hauptsächlich Fahrzeuge ohne Emissionen gefördert werden.

Zahlreiche verschiedene Parteien, darunter in etwa öffentliche Behörden, Marktteilnehmer, etc. haben in den Niederlanden ein nationales Energieabkommen unterschrieben, welches nachhaltiges Wachstum als Ziel hat. Dieses Abkommen besitzt ein eigenes Mobilitätskapitel, in dem festgelegt wird, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors bis zum Jahr 2030 um 17% und bis zum Jahr 2050 um 60% reduziert werden sollen. Um diese Ziele zu erreichen, sollen in den Niederlanden ab dem Jahr 2035 als Neuwagen nur noch emissionsfreie Fahrzeuge verkauft werden dürfen. Durch die Elektrifizierung des Transports kommt es zu einer Verbesserung der Lebensqualität in den Städten, und die Niederlande schaffen sich durch den E-Mobilitätssektor eine Stärkung ihrer wirtschaftlichen Position (Green Growth).

Unternehmen, NGOs, verschiedene wissenschaftliche Einrichtungen und die Regierung arbeiten zusammen am Ausbau der Elektromobilität in den Niederlanden und ihren wirtschaftlichen Möglichkeiten. Die Anzahl elektrischer Fahrzeuge hat sich genauso wie die Anzahl an Ladepunkten in den letzten Jahren weiter gesteigert und das gleiche gilt für den Beschäftigungsgrad im Bereich der Elektromobilität. Seit dem Jahr 2008 (350) haben sich die Anstellungszahlen im Bereich E-Mobilität bis zu Jahr 2014 (3200) annähernd verzehnfacht. Auch die Anzahl an Unternehmen, die dem Bereich Elektromobilität zuzurechnen sind, ist weiter gestiegen und niederländische Unternehmen sind in allen Bereichen der Elektromobilitätswertschöpfungskette sehr aktiv. (vgl. [EAFO](#)).

### 3.3.10 Norwegen

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in Norwegen beträgt ca. 26%. Norwegen hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 3,1 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 68.000 was einem Marktanteil von 2,14% entspricht (siehe Abbildung 34). Damit besitzt Norwegen im Vergleich mit den anderen europäischen Ländern den größten Marktanteil.

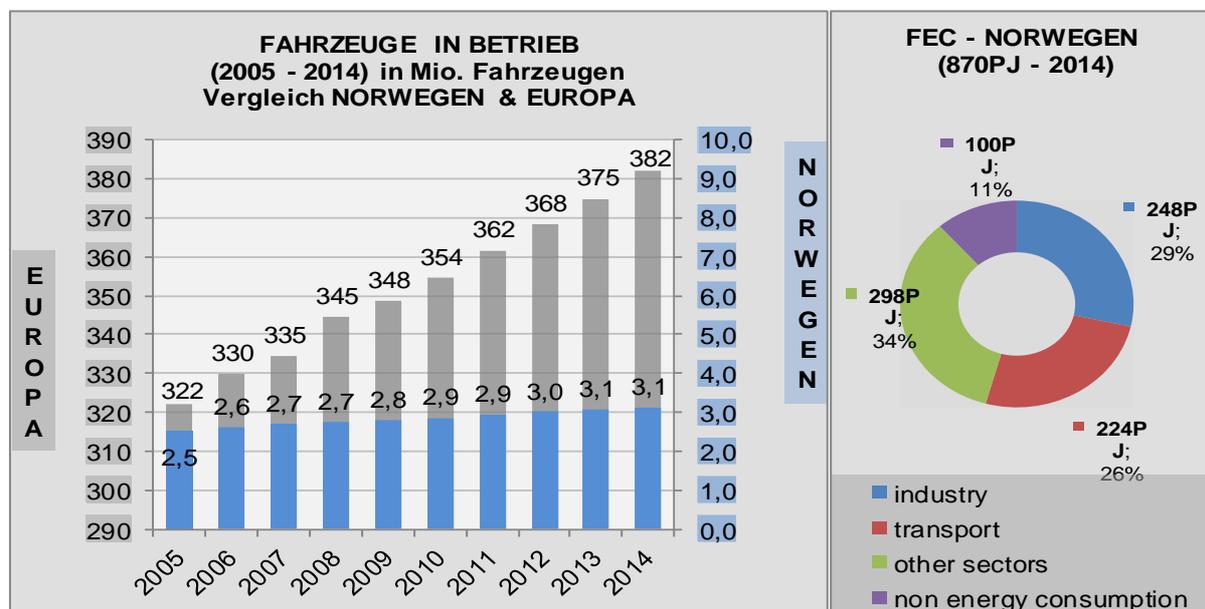


Abbildung 34: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Norwegen

Tabelle 37 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in Norwegen. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
<b>Geförderter Erwerb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volle Mehrwertsteuerersparnis bei Erwerb von BEV</li> <li>• Begünstigung von bis zu 10.000€ bei Erwerb von PHEV</li> </ul>
<b>Zulassungskosten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerbegünstigungen</li> </ul>
<b>KFZ-Steuer Einzelkunde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerbegünstigungen</li> </ul>
<b>KFZ-Steuer Unternehmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerbegünstigungen</li> </ul>
<b>Lokale Anreize</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgenommen von städtischen Mautgebühren</li> <li>• Ausgenommen von Autobahnmauten</li> <li>• Freies Parken</li> <li>• Verwenden der Busspur</li> <li>• Ladestationen in Wohnhäusern, Einkaufszentren und Parkgaragen</li> </ul>
<b>Infrastruktur Anreize</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentliche Fördermittel für Schnellladestationen auf Hauptstraßen in Entfernung von 50km</li> </ul>

Tabelle 37: Förderungsübersicht Norwegen

In Tabelle 38 sind die installierten Ladestationen in Norwegen für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Norwegen						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	3105	3688	4511	5185	5185	6635
Hi-Power	0	58	131	249	802	938

Tabelle 38: installierte Ladestationen Norwegen

### **Frühe Initiative**

Schon seit den frühen 1990er Jahre wurde in Norwegen ein Initiativen-Programm für Verkehr durch eine Koalition verschiedener politischer Parteien vorgestellt. Diese „Zero Emission“ Initiativen-Programm umfasst neben den ob erwähnten Punkten folgende:

- Kein Beschaffungs-/Importsteuer (1990)
- Bei Beschaffung 25% Nachlass auf MwSt. (2001)
- Vergünstigung KFZ-Steuer (1996)
- Kein Maut- bzw. Fähregebühren (1997 und 2009)
- Freies Parken (1999)
- Verwendung der Busspuren (2005)
- 50% Nachlass der Fahrzeugsteuer für Unternehmen (2000)
- 25% Nachlass der MwSt. für Leasingfahrzeuge (2015)

Das Initiativen-Programm wurde dabei in den letzten Jahren ständig angepasst und mit den Marktentwicklungen abgeglichen. Die steuerlichen Begünstigungen bleiben bis zum Jahr 2018 wie sie momentan sind, und werden anschließend an die aktuellen Entwicklungen angepasst werden. Die Mautbefreiung wird unter Umständen in den nächsten Jahren durch ein System ersetzt, bei dem Kostenstaffelungen je nach CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Fahrzeuge zum Einsatz kommen. Wichtig ist den politischen Parteien, dass sich ein wirtschaftlicher Vorteil ergeben soll wenn Fahrzeughalter sich statt eines High-Emissions-Fahrzeuges für ein Low-Emission-Fahrzeug entscheiden. Die Umsetzung funktioniert also nach dem Verursacherprinzip („polluter pays principle“), bei dem für Fahrzeuge mit hohen Emissionswerten hohe Steuern zu zahlen sind, und für Fahrzeuge mit niedrigen CO<sub>2</sub>-Ausstoßwerten niedrige Steuern. Durch die hohen Steuereinnahmen können somit Vergünstigungen finanziert werden, ohne dass es zu Einkommensverlusten kommt. (vgl. [EAFO](#))

Norwegen nimmt in der EU eine Vorreiterrolle ein, was den Weg hin zu emissionsfreien elektrischen Fahrzeugen betrifft. Im Jahr 2016 lagen die KFZ-Neuanmeldungszahlen elektrischer Fahrzeuge (BEV+PHEV) bereits bei etwa 28% des Gesamtmarktes (siehe Abbildung 35). (EAFO)

**PEV (M1) market share in Norway**

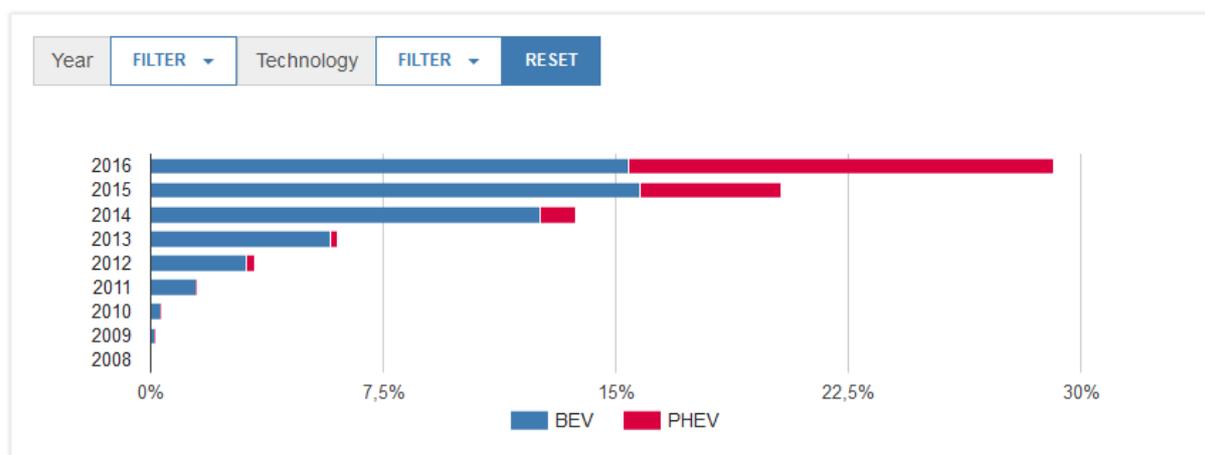


Abbildung 35: Neuanmeldezahlen in Norwegen – Darstellung des Marktanteils (2008-2016) (Quelle: [EAFO](#))

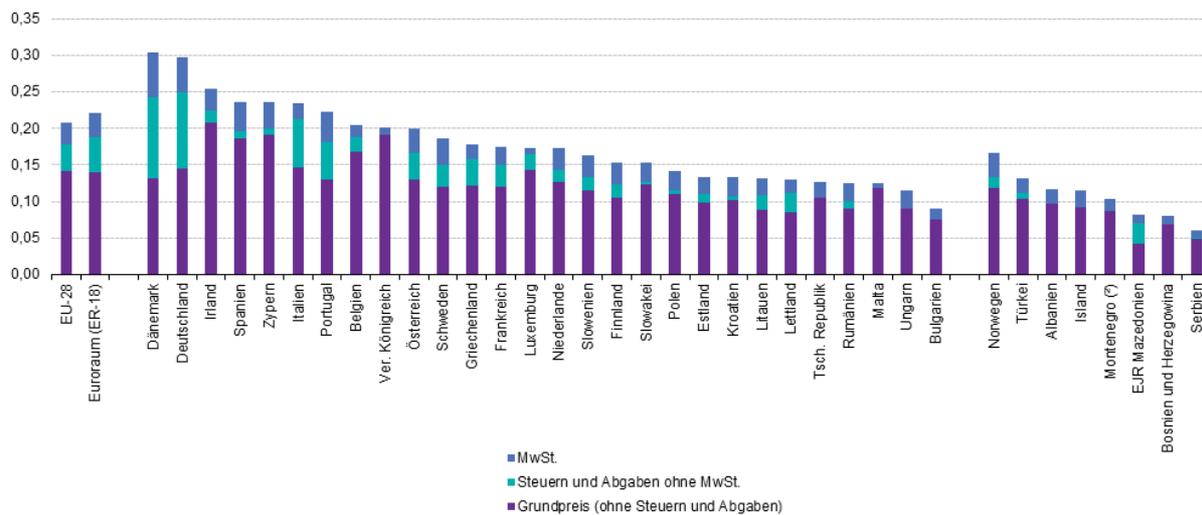
**Ladeinfrastruktur**

Bis zum Jahr 2020 soll es in Norwegen für umgerechnet 10 Elektrofahrzeuge jeweils eine öffentlich verfügbare Ladestation geben. Laut Prognosen soll der norwegische EV-Car-Stock im Jahr 2020 in etwa 250.000 betragen, was einer Ladestationsanzahl von 25.000 entsprechen würde. Weiters hat die norwegische Regierung ein Programm gestartet, das eine Realisierung von Schnellladestationen auf wichtigen Hauptstraßen in Entfernung von 50 km zueinander bis 2017 umsetzen soll. (vgl. [EAFO](#))

**Stellung der Energiewirtschaft**

Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Punkt ist die besondere Stellung der Energiewirtschaft in Norwegen. Norwegen ist in der Lage seinen Energiebedarf nahezu vollständig mit Hilfe der Wasserkraft abzudecken. Weiters gibt es keine Kern- oder Kohlekraftwerke im Land. Das im Land geförderte Erdöl und –gas wird nicht zur Erzeugung elektrischer Energie verwendet. (vgl. [Norwegen.no](#), 2016)

Die Energiepreise für Haushalte liegen unter dem europäischen Schnitt (siehe Abbildung 36), der Stromverbrauch pro Kopf ist in Norwegen einer der höchsten weltweit (siehe Abbildung 37). Dies lässt sich auch damit erklären, dass viele Gebäude in Norwegen direkt mit elektrischer Energie geheizt werden.



(\*) Jährlicher Verbrauch: 2 500 kWh < Verbrauch < 5 000 kWh.

(\*) Die Steuern und Abgaben (ohne MwSt.) sind leicht negativ, daher ist der Gesamtpreis geringfügig niedriger als im Balken dargestellt.

Quelle: Eurostat (Online-Datencode: nrg\_pc\_204)

Abbildung 36: Energiepreise im Europavergleich (2014) (Quelle: [EuroStat](#))

Abbildung 37 zeigt den Jahresstromverbrauch ausgewählter Länder für die Jahre 2000-2012. Dabei wird ersichtlich, dass Norwegen im Vergleich mit in etwa Schweden, Österreich, Deutschland oder dem europäischen Durchschnitt mit in etwa 24000 kWh/Kopf einen sehr hohen pro Kopf Stromverbrauch aufweist.

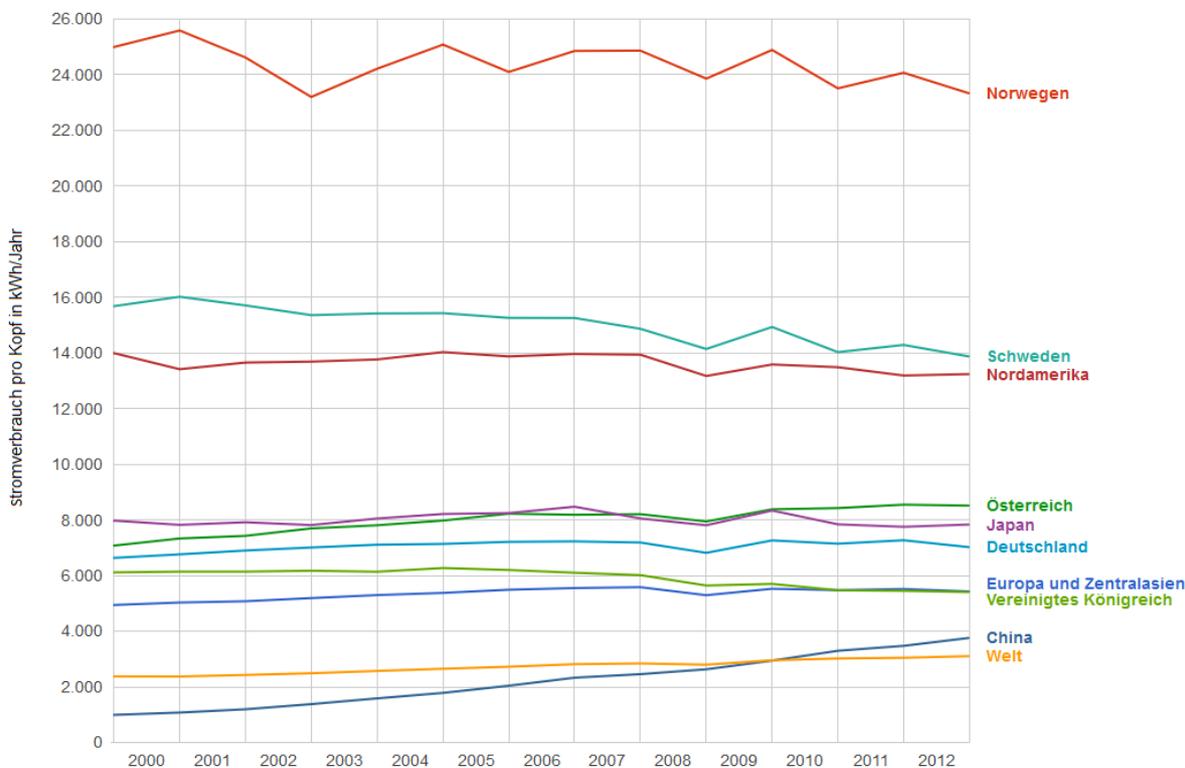


Abbildung 37: Jahresstromverbrauch pro Kopf verschiedener Länder (2000-2012) (Quelle: [Worldbank](#))

### 3.3.11 Schweden

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in Schweden beträgt ca. 26%. Schweden hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 5,2 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 16.000 was einem Marktanteil von 0,3% entspricht (siehe Abbildung 38).

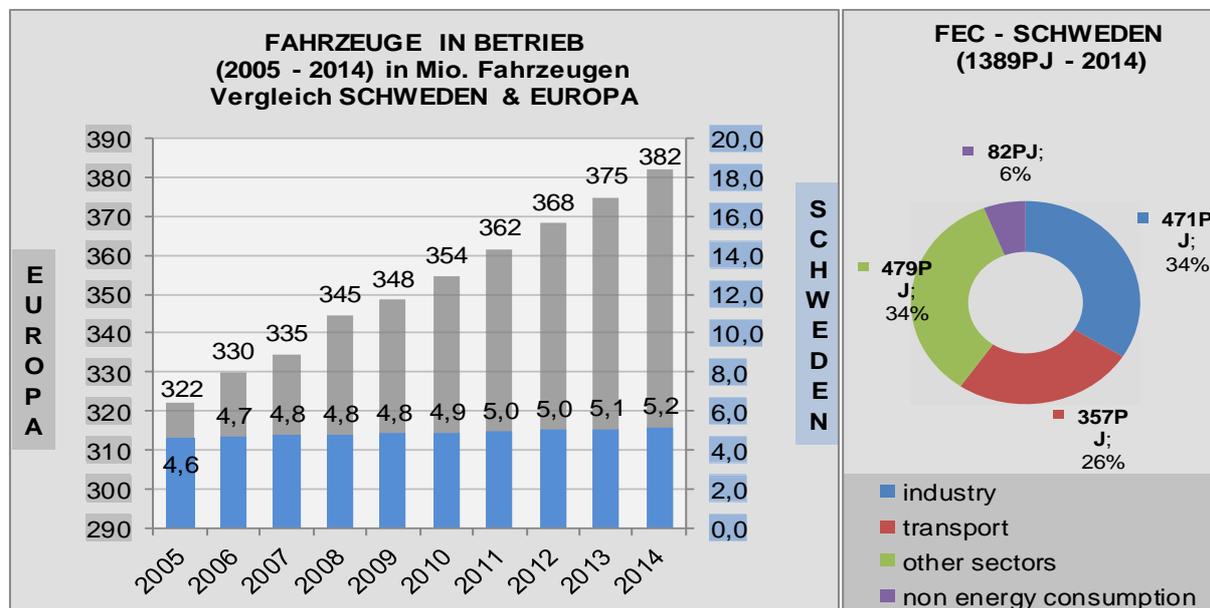


Abbildung 38: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Schweden

Tabelle 39 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in Schweden. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
Geförderter Erwerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sogenannte „Super Green Car“-Prämie „Supermiljöbilspremie“ in der Höhe von ~ 2000 Euro für PHEV ~4000 Euro für BEV Für Fahrzeuge mit maximal 50g CO<sub>2</sub>/km</li> </ul>
KFZ-Steuer Einzelkunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>5 Jahre ausgenommen von KFZ-Steuer</li> </ul>
KFZ-Steuer Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steuervergünstigungen für Firmenfahrzeuge</li> </ul>

Tabelle 39: Förderungsübersicht Schweden

In Tabelle 40 sind die installierten Ladestationen in Schweden für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Schweden						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	-	500	1000	1000	1600	1654
Hi-Power	-	-	5	205	567	1016

Tabelle 40: installierte Ladestationen Schweden

### 3.3.12 Schweiz

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz in der Schweiz beträgt ca. 32%. Die Schweiz hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 4,8 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 10.000 was einem Marktanteil von 0,21% entspricht (siehe Abbildung 39).

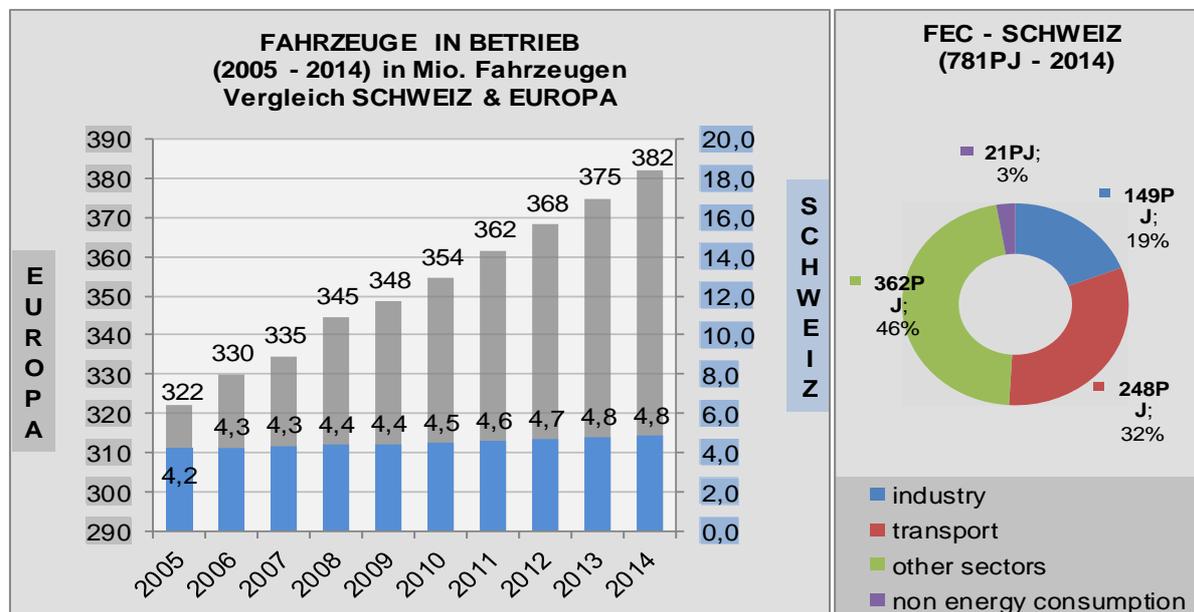


Abbildung 39: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014), Schweiz

Tabelle 41 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in der Schweiz. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
KFZ-Steuer Einzelkunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängig vom Kanton verschiedene Steuervergünstigungen</li> </ul>
Andere finanzielle Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Importsteuer für BEV</li> </ul>

Tabelle 41: Förderungsübersicht Schweiz

In Tabelle 42 sind die installierten Ladestationen in der Schweiz für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - Schweiz						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	-	400	600	1300	3399	3399
Hi-Power	-	4	14	99	413	431

Tabelle 42: installierte Ladestationen Schweiz

### 3.3.13 Vereinigtes Königreich

Der Anteil des Transportsektors am Endenergieeinsatz im Vereinigten Königreich beträgt ca. 37%. UK hat momentan bei einem Gesamtfahrzeugstand von ca. 37 Mio. einen EV-Anteil von in etwa 49.000 was einem Marktanteil von 0,13% entspricht (siehe Abbildung 40).

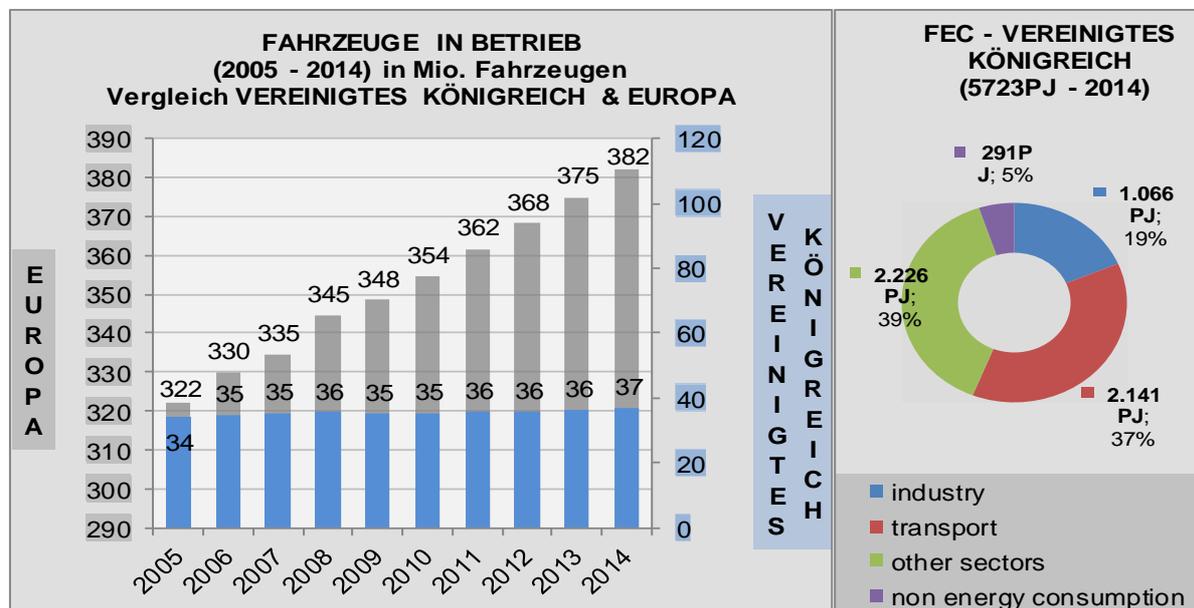


Abbildung 40: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),UK

Tabelle 43 zeigt eine Übersicht über die Förder- bzw. Unterstützungsmaßnahmen für den Erwerb eines Elektroautos in UK. (vgl. [EAFO](#))

Kategorie	Beschreibung
Geförderter Erwerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wenn CO<sub>2</sub>-Emissionen &lt; 50 g/km und elektr. RW &gt; 70 Meilen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 4500£ (~ 5300€) für Fahrzeugklasse M1</li> <li>&gt; 8000£ (~ 9400€) für Fahrzeugklasse N1</li> </ul> </li> <li>Wenn CO<sub>2</sub>-Em zw. 50 und 75 g/km und elektr. RW &gt; 70 Meilen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 2500£ (~ 3000€)</li> </ul> </li> <li>Maximaler Listenpreis bei 60.000£ (~70.000€)</li> </ul>
Zulassungskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zulassungskosten entfallen für EV</li> </ul>
KFZ-Steuer Einzelkunde	<ul style="list-style-type: none"> <li>EV sind von der jährlichen KFZ-Steuer ausgenommen</li> </ul>
KFZ-Steuer Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steuervergünstigungen für EV</li> </ul>
Lokale Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausnahme für London Toll</li> </ul>
Infrastruktur Anreize	<ul style="list-style-type: none"> <li>500£ (~600€) Förderung für private Ladestationen</li> </ul>

Tabelle 43: Förderungsübersicht UK

In Tabelle 44 sind die installierten Ladestationen im Vereinigten Königreich für die Jahre 2011-2016 ausgewiesen. Dabei wird unterschieden zwischen Normalladestationen und Schnellladestationen (Hi-Power). (vgl. [EAFO](#))

Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen - UK						
Lademodus	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Normal	1503	2804	5435	7182	8174	9333
Hi-Power	0	36	180	755	1700	2147

Tabelle 44: installierte Ladestationen UK

### 3.4 Zusammenfassung der länderspezifischen Begünstigungen

In Tabelle 45 werden die unter den vorangegangenen Punkten erwähnten Begünstigungen der europäischen Länder noch einmal zusammengefasst, um eine Gesamtübersicht über die Maßnahmen zu erhalten, die für eine positive Entwicklung der Einführungszahlen von Elektrofahrzeugen maßgeblich sein können.

Kategorie	Beschreibung
<b>Erwerb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderungen für den Erwerb der Fahrzeuge                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Prämien in verschiedenen Höhen</li> <li>➢ teilweise Ersparnis der Mehrwertsteuer</li> <li>➢ meistens Unterschiede zwischen BEV und PHEV</li> <li>➢ BEV in der Regel höher gefördert</li> <li>➢ teilweise Begrenzung auf Listenpreise</li> <li>➢ Staffelung nach CO<sub>2</sub>-Ausstoß</li> <li>➢ Oft Aufteilung der Kosten zwischen Bund und Hersteller</li> </ul> </li> </ul>
<b>Zulassungskosten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zulassungskosten                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ BEV und PHEV werden ausgenommen von Zulassungskosten</li> <li>➢ BEV ausgenommen von Zulassungskosten</li> <li>➢ Reduktion der Zulassungskosten je nach Fahrzeugtyp</li> <li>➢ Staffelung der Kosten nach CO<sub>2</sub>-Ausstoß (versch. Level)</li> </ul> </li> </ul>
<b>KFZ-Steuer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KFZ Steuer Einzelkunde                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ BEV ausgenommen von KFZ-Steuer</li> <li>➢ entweder für immer oder begrenzt auf Zeitraum (5/10a)</li> <li>➢ Ermäßigungen für BEV</li> <li>➢ keine Motorbezogene Steuer für BEV</li> <li>➢ BEV keine Steuer, 50% Rabatt für PHEV</li> </ul> </li> <li>• KFZ Steuer Unternehmen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Steuerliche Absetzbarkeit für Firmenfahrzeuge</li> <li>➢ Staffelung nach CO<sub>2</sub>-Ausstoß</li> <li>➢ EV ausgenommen von Unternehmensfahrzeugsteuer</li> <li>➢ andere steuerliche Begünstigungen</li> </ul> </li> </ul>
<b>Lokale Anreize</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokale Anreize                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ freies Parken – reservierte Parkplätze</li> <li>➢ Verwenden der Busspuren</li> <li>➢ ausgenommen von städtischen Mautgebühren</li> <li>➢ keine Autobahnmaut</li> </ul> </li> </ul>
<b>Infrastruktur Anreize</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrastruktur                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Unterstützung bei Schaffung Infrastruktur</li> <li>➢ Öffentliche Fördermittel für Schnellladestationen auf Haupttrouten</li> <li>➢ Förderungen für private Ladestationen</li> <li>➢ Förderung für Installation Ladepunkte</li> </ul> </li> </ul>
<b>weitere Anreize</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Importsteuer bzw. Rabatte auf Importsteuer</li> </ul>

Tabelle 45: Gesamtübersicht der Begünstigungen

## 4 Gesamtszenario für Europa

In diesem Kapitel werden die unter Kapitel 3 erhobenen Daten zu einem Gesamtstand für Europa zusammengefasst. Es wird einerseits der aktuelle Stand der Elektromobilität in Europa dargestellt und in weiterer Folge werden drei Szenarien für die Entwicklung des europäischen Elektromobilitätsmarktes entwickelt.

### 4.1 Aktueller Stand

Abbildung 41 zeigt für die europäischen Staaten die ermittelten Bestände an Elektroautos zum Zeitpunkt 2011 - 2015. Für diese Darstellung wird nur die Gesamtanzahl der Elektro-PKWs herangezogen es wird also nicht unterschieden zwischen batterieelektrischen Fahrzeugen oder Plug-In-Hybriden.

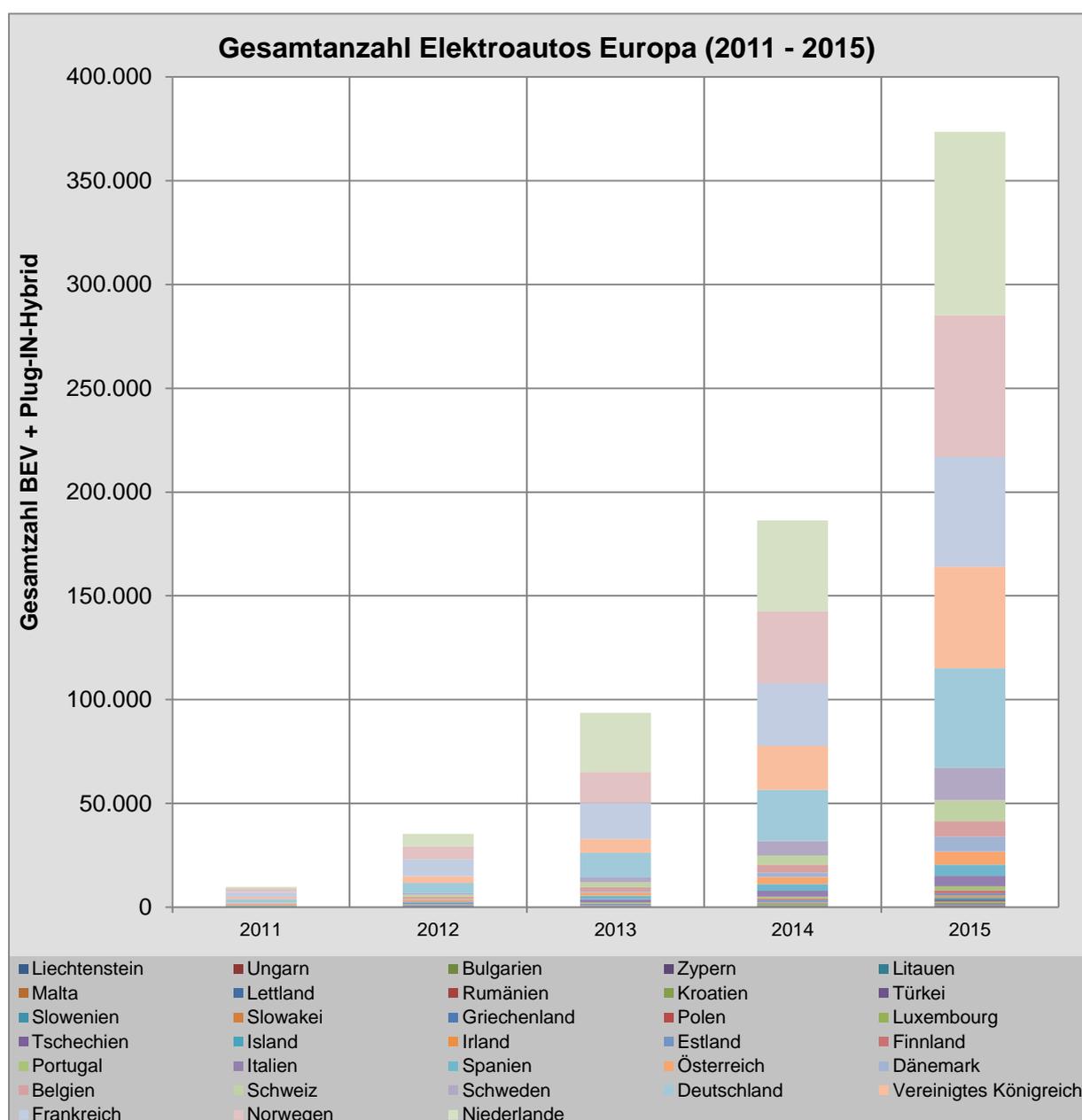


Abbildung 41: EV Bestand Europa 2011-2015

Abbildung 42 zeigt die Entwicklung des Gesamtfahrzeugbestandes elektrischer Automobile in Europa unterteilt in batterieelektrische Fahrzeuge und Plug-In-Hybride für die Jahre 2011 bis 2015.

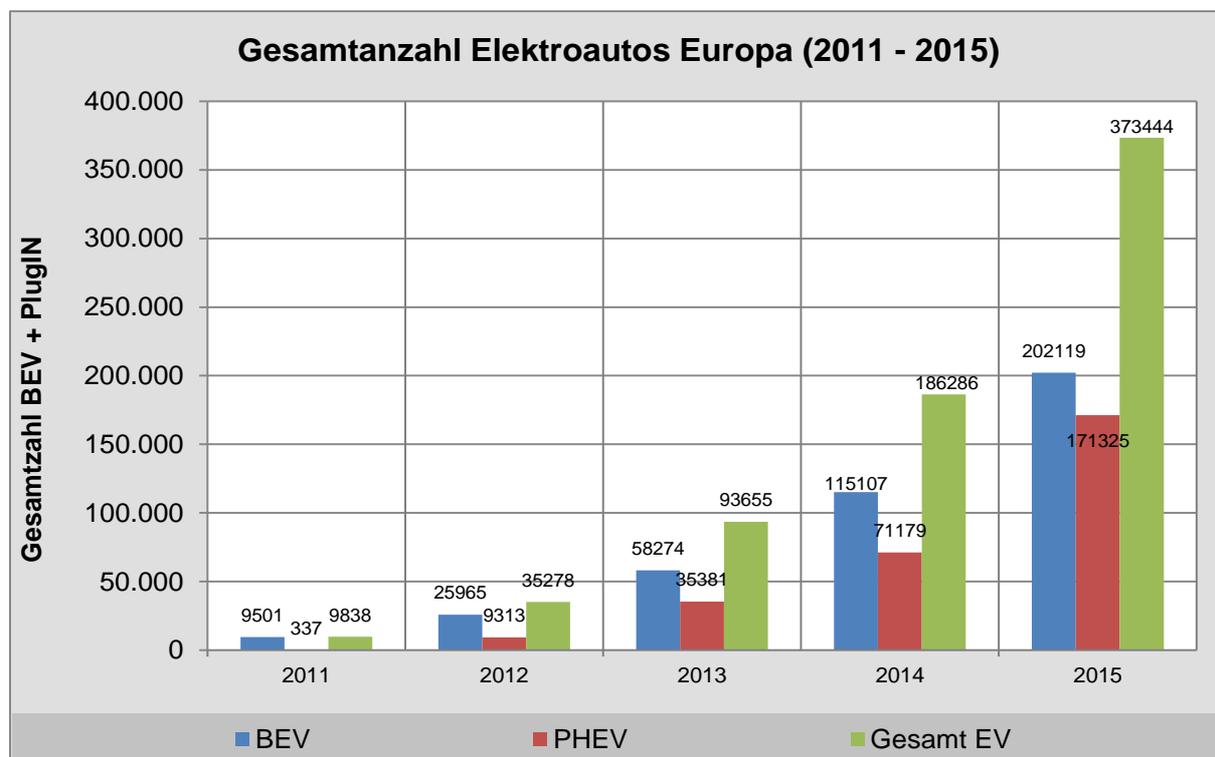


Abbildung 42: EV Bestand Europa 2011-2015 nach Typ

Die für die Darstellung von Abbildung 41 und Abbildung 42 benötigten Werte sind der Tabelle 63, Tabelle 64, Tabelle 65 (siehe Anhang) entnommen.

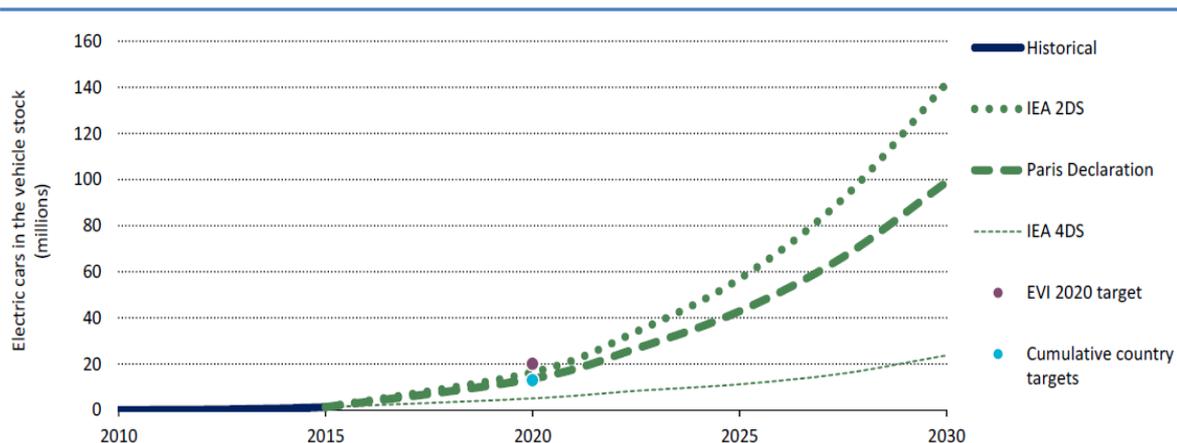
Ausgehend von den in Abbildung 42 dargestellten Werten werden in weiterer Folge drei verschiedene Szenarien (LOW, MEDIUM, HIGH) für die Entwicklung des europäischen Elektromobilitätsmarktes erstellt. Diese Szenarioerstellung erfolgt unter Einhaltung vorgegebener Ziele. Für die Definition dieser Ziele wird im nächsten Schritt dieser Arbeit ein vorliegendes Szenario der Internationalen Energieagentur für die weltweite Elektromobilitätsentwicklung vorgestellt und in weiterer Folge auf Europa umgelegt. Weiters sollen die vorhandenen Ziele (Paris, 2DS of IEA, 4DS of IEA) vorgestellt und in Einklang mit den Szenarien gebracht werden.

## 4.2 Szenarien aus der Literatur

Ein Gesamtszenario für Europa konnte an dieser Stelle in der Literatur nicht gefunden werden. Im „Global Electric Vehicle Outlook 2016“ der internationalen Energieagentur findet sich ein Szenario für die Entwicklung des Weltmarktes für Elektrofahrzeuge bis zum Jahr 2030. Dieses ist in Abbildung 43 dargestellt.

Das Szenario zeigt den Verlauf des Bestandes elektrischer Autos bis zum Jahr 2030 unter Einhaltung vorgegebener Ziele.

**Figure 3 • Deployment scenarios for the stock of electric cars to 2030**



Note: 2DS = 2°C Scenario; 4DS = 4°C Scenario.

Sources: IEA analysis based on IEA (2016), UNFCCC (2015b), the EVI 2020 target and the country targets assessment made in Table 3.

Abbildung 43: Global EV Scenario (bis 2030), Quelle: (IEA, 2016)

Das Global Electric Vehicle Szenario bezieht sich dabei auf folgende Ziele:

### (1) Paris Deklaration

Die im Rahmen der Paris Action Agenda veröffentlichte Deklaration für „Electromobility and Climate Change and Call to Action“ (UNFCCC, 2015) sieht für die Erreichung der Pariser Ziele eine weltweite Entwicklung von Elektrofahrzeugen von 100 Mio. bis zum Jahr 2030 vor.

### (2) 2DS of IEA

Die Internationale Energieagentur definiert unter ihren Zielen das sogenannte „2°C Szenario“, welches global gesehen bis zum Jahr 2030 einen Elektromobilitätsstand von 140 Mio. als Ziel hat. Dieser Wert entspricht 10% des Gesamtmarktes der passenger light-duty vehicles (PLVD's). Bis zum Jahr 2050 sollen Elektrofahrzeugen bereits 40% des PLVD-Marktes ausmachen, was umgerechnet einer Zahl von 900 Mio. entsprechen würde. Umgelegt auf die Verkaufsziele müssten dann 20% (2030) bzw. 40% (2040) der neuangeschafften Fahrzeuge Elektrofahrzeuge sein, um dieses Ziel erreichen zu können. (vgl. UNFCCC, 2015, S. 20) und ([IEA](#))

### (3) 4DS of IEA

Für die Einhaltung des von der IEA definierten „4°C Szenario“ muss bis zum Jahr 2030 ein Elektro-Mobilitätsstand von in etwa 23 Mio. erreicht werden (Wert aus Grafik entnommen, vgl. Abbildung 43) (vgl. UNFCCC, 2015, S. 21) und ([IEA](#))

Um dieses globale Szenario in weiterer Folge nur für Europa betrachten zu können, wurde versucht ein Verhältnis zwischen dem Globalen EV Markt und dem Europäischen EV Markt zu erstellen. Dafür wurden die im Global EV Outlook 2016 veröffentlichten Zahlen für das Jahr 2015 für Europa aufsummiert und eine prozentuelle Verteilung zwischen Global und Europa berechnet (siehe Tabelle 46).

	2015					
		BEV	PHEV	EV	Gesamt	Europa
Canada	World	10,03	8,42	18,45	1,47%	-
China	World	225,72	86,57	312,29	24,85%	-
France	Europe	45,17	9,12	54,29	4,32%	4,32%
Germany	Europe	30,56	18,66	49,22	3,92%	3,92%
India	World	4,35	1,67	6,02	0,48%	-
Italy	Europe	4,58	1,55	6,13	0,49%	0,49%
Japan	World	70,93	55,47	126,40	10,06%	-
Korea	World	4,06	0,27	4,33	0,34%	-
Netherlands	Europe	9,37	78,16	87,53	6,96%	6,96%
Norway	Europe	60,65	10,17	70,82	5,63%	5,63%
Portugal	Europe	1,28	0,72	2,00	0,16%	0,16%
South Africa	World	0,17	0,12	0,29	0,02%	-
Spain	Europe	4,46	1,49	5,95	0,47%	0,47%
Sweden	Europe	4,77	9,76	14,53	1,16%	1,16%
United Kingdom	Europe	21,42	28,25	49,67	3,95%	3,95%
United States	World	210,33	193,76	404,09	32,15%	-
Others	Europe	31,98	12,91	44,89	3,57%	3,57%
		739,83	517,07	<b>1256,90</b>	100,00%	<b>30,63%</b>

Tabelle 46: Globaler EV Markt zu Europa EV Markt

Auf diese Weise konnte bestimmt werden, dass in etwa 31% des globalen EV-Marktes auf Europa entfallen. Da in dieser Tabelle nur die größten EV-Märkte länderweise und Europa mit allen relevanten EV-Marktländern vertreten ist ( unter „others“ sind Belgien, Bulgarien, Dänemark, Estland, Finnland, Griechenland, Irland, Island, Kroatien, Lettland, Liechtenstein, Litauen, Luxembourg, Malta, Österreich, Polen, Rumänien, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Tschechien, Türkei, Ungarn und Zypern zusammengefasst) stellt diese Zahl eine repräsentative Größe dar.

Das in der „Global EV Outlook 2016“ veröffentlichte Szenario kann durch diese Zahl auch auf Europa umgelegt werden, wenn davon ausgegangen wird, dass die oben erwähnten E-Mobilitätsmärkte der Länder gleiches Wachstum besitzen werden und die Verteilung von Europa zu Global bis zum Jahr 2030 bei ca. einem Drittel bleibt.

Jahr / Ziel	IEA2DS (Global)	Paris (Global)	IEA4DS (Global)	IEA2DS (Europe)	Paris (Europe)	IEA4DS (Europe)
2010	0*	0*	0*	0	0	0
2015	2*	2*	2*	1	1	1
2020	16*	12*	5*	5	4	2
2025	55*	40*	11*	17	12	3
2030	140	100	23*	43	31	7
Europe 30,63% of World						

Tabelle 47: Europa Szenario Umrechnung

Abbildung 44 zeigt in blau dargestellt den identischen Verlauf wie im oben erwähnten globalen Szenario der IEA. Hierfür wurden die in Tabelle 47 markierten Werte (\*) direkt aus dem Diagramm des Global EV Outlook 2016 abgelesen und für die Umrechnung auf die europäischen Werte verwendet. Die auf Europa umgelegten Zielwerte sind im Diagramm rot dargestellt.

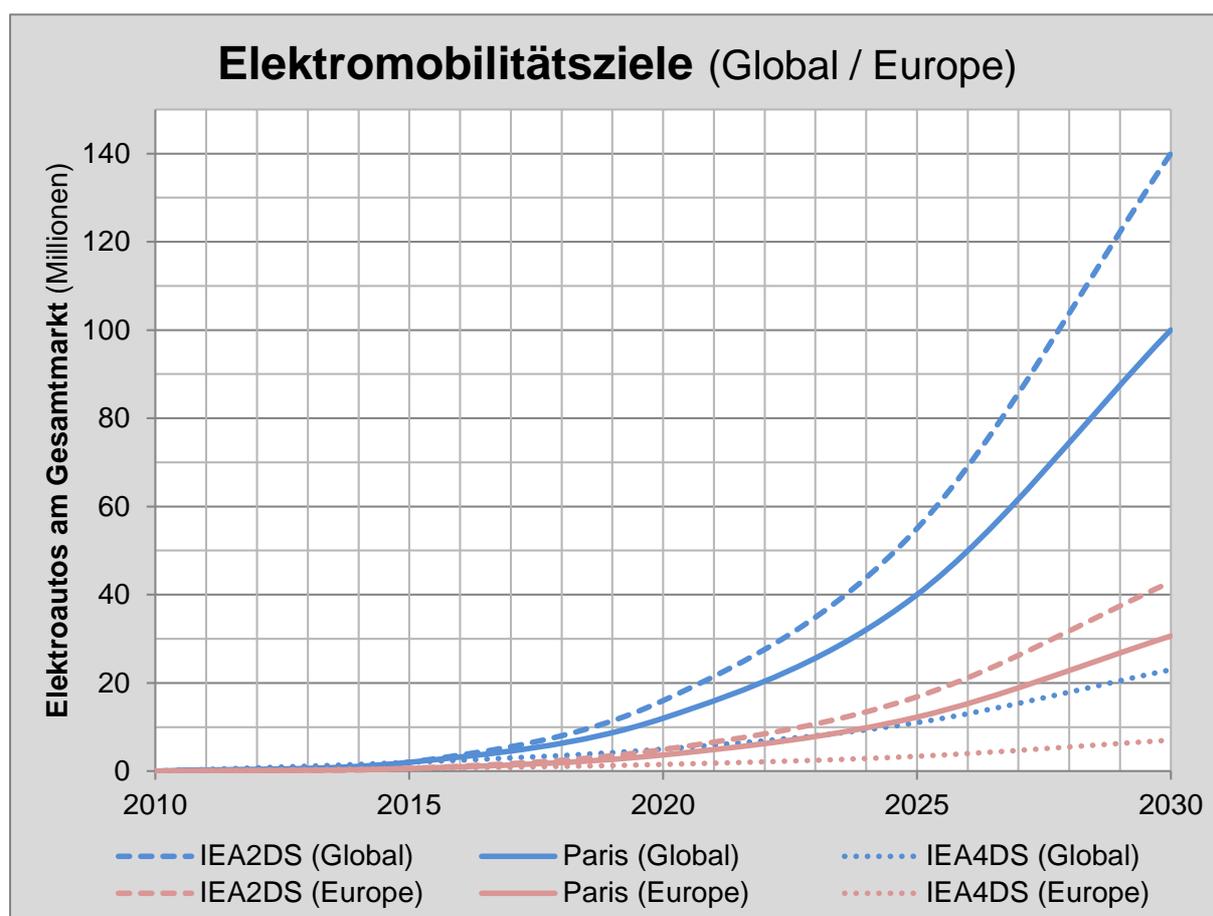


Abbildung 44: Elektromobilitätsziele (Global und Europa)

Nach Umrechnung der globalen Ziele auf die europäischen Ziele sollen nun in weiterer Folge die eigenen Szenarien definiert werden.

### **4.3 Szenarienentwicklung**

Ausgehend von den in Abbildung 41 und Abbildung 42 dargestellten Werten werden in den folgenden Unterpunkten drei verschiedene Szenarien für die Entwicklung elektrischer Fahrzeuge entwickelt. Dabei werden jeweils die tatsächlichen Werte der Jahre 2011 – 2015 verwendet und ein Endwert für das Jahr 2030 vorgegeben. Dieser Endwert bezieht sich dabei auf die auf Europa umgelegten Ziele (siehe Tabelle 47). Der Verlauf der dazwischenliegenden zukünftigen Daten der Jahre 2016 bis 2029 wird mit Hilfe von EXCEL interpoliert und die Werte anhand der polynomischen Trendformeln berechnet. Da der exakte Verlauf der Entwicklung von BEV und PHEV nicht vorhergesagt werden kann, wird davon ausgegangen, dass die Gesamtzahl der elektrischen Fahrzeuge EV im Jahr 2030 sich gleichmäßig zwischen BEV und PHEV aufteilt.

### 4.3.1 Szenario LOW

Abbildung 45 zeigt den Verlauf der Gesamtanzahl elektrischer Fahrzeuge in Europa für die Jahre 2011-2015 mit ihren tatsächlichen Werten. Weiters wurde dieser Verlauf für das Szenario LOW für die Jahre 2016 bis 2030 anhand von Trendlinien erweitert. Dabei werden die Gesamtanzahl Elektrischer Fahrzeuge (EV), die Anzahl batterieelektrischer Fahrzeuge (BEV) und die Anzahl an Plug-In Hybriden (PHEV) einzeln betrachtet.

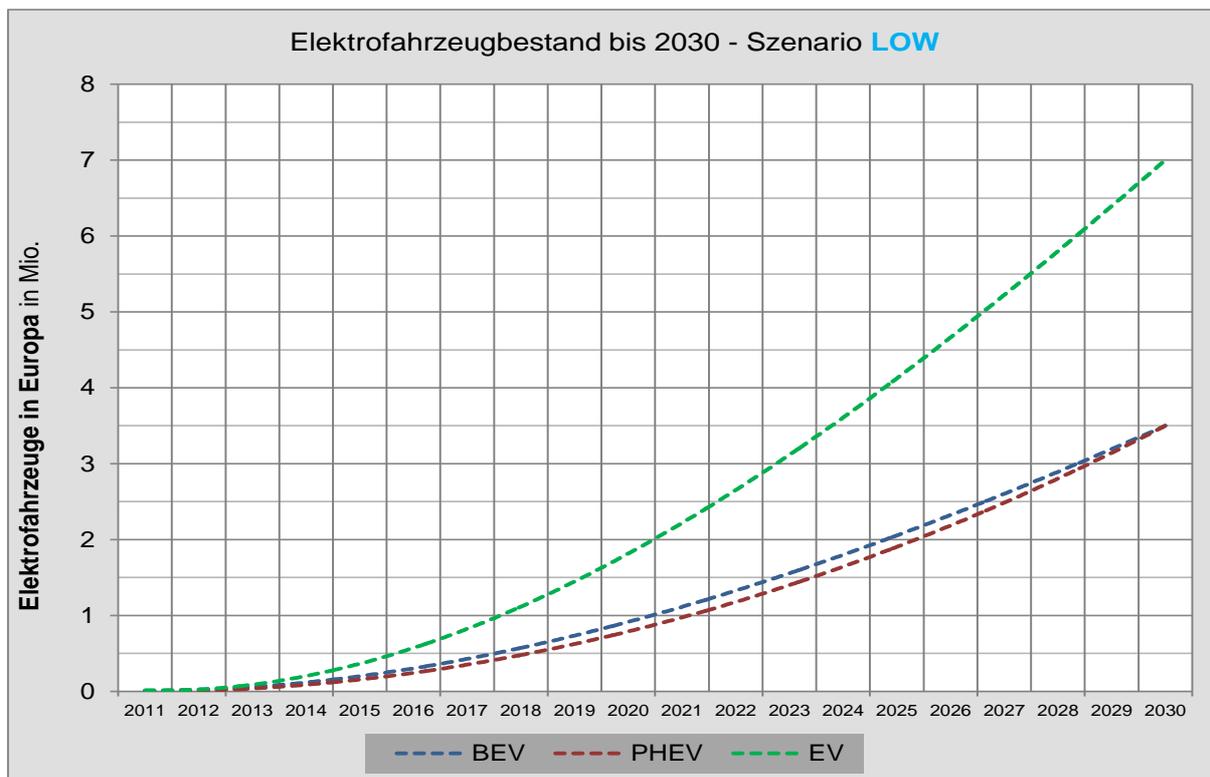


Abbildung 45: Szenario LOW

Für die Erstellung der Trendlinien wurden Polynome zweiten bzw. dritten Grades verwendet, deren Formeln in Tabelle 48 dargestellt sind.

$y = -384,86x^3 + 28678x^2 - 72571x + 59277$ Trend EV Berechnung			$y = 9623,6x^2 - 17697x + 4698,6$ Trend PHEV Berechnung			$y = -156,56x^3 + 13157x^2 - 26751x + 24765$ Trend BEV Berechnung		
Jahr	x	Gesamtzahl	Jahr	x	Gesamtzahl	Jahr	x	Gesamtzahl
2016	6	573.129	2016	6	244.966	2016	6	304.094
2017	7	824.495	2017	7	352.376	2017	7	428.501
2018	8	1.117.053	2018	8	479.033	2018	8	572.646
2019	9	1.448.493	2019	9	624.937	2019	9	735.591
2020	10	1.816.507	2020	10	790.089	2020	10	916.395
2021	11	2.218.785	2021	11	974.487	2021	11	1.114.120
2022	12	2.653.019	2022	12	1.178.133	2022	12	1.327.825
2023	13	3.116.899	2023	13	1.401.026	2023	13	1.556.573
2024	14	3.608.115	2024	14	1.643.166	2024	14	1.799.422
2025	15	4.124.360	2025	15	1.904.554	2025	15	2.055.435
2026	16	4.663.322	2026	16	2.185.188	2026	16	2.323.671
2027	17	5.222.695	2027	17	2.485.070	2027	17	2.603.192
2028	18	5.800.167	2028	18	2.804.199	2028	18	2.893.057
2029	19	6.393.431	2029	19	3.142.575	2029	19	3.192.328
2030	20	7.000.177	2030	20	3.500.199	2030	20	3.500.065

Tabelle 48: Berechnung für Szenario LOW

Laut dieser Berechnung werden im Jahr 2030 in etwa 7 Mio. Elektrofahrzeuge (3,5 Mio. PHEV; 3,5 Mio. BEV) auf Europas Straßen unterwegs sein. Rückgerechnet auf die Gesamtzulassungszahlen (~ 382 Mio. im Jahr 2030, unter der Annahme dass die Zulassungszahlen in den nächsten Jahren konstant bleiben) würden das einem Prozentsatz von 1,8% des europäischen Fahrzeugmarktes entsprechen.

### 4.3.2 Szenario MEDIUM

Abbildung 46 zeigt den Verlauf der Gesamtanzahl elektrischer Fahrzeuge in Europa für die Jahre 2011-2015 mit ihren tatsächlichen Werten. Weiters wurde dieser Verlauf für das Szenario MEDIUM für die Jahre 2016 bis 2030 anhand von Trendlinien erweitert. Dabei werden die Gesamtanzahl Elektrischer Fahrzeuge (EV), die Anzahl batterieelektrischer Fahrzeuge (BEV) und die Anzahl an Plug-In Hybriden (PHEV) einzeln betrachtet.

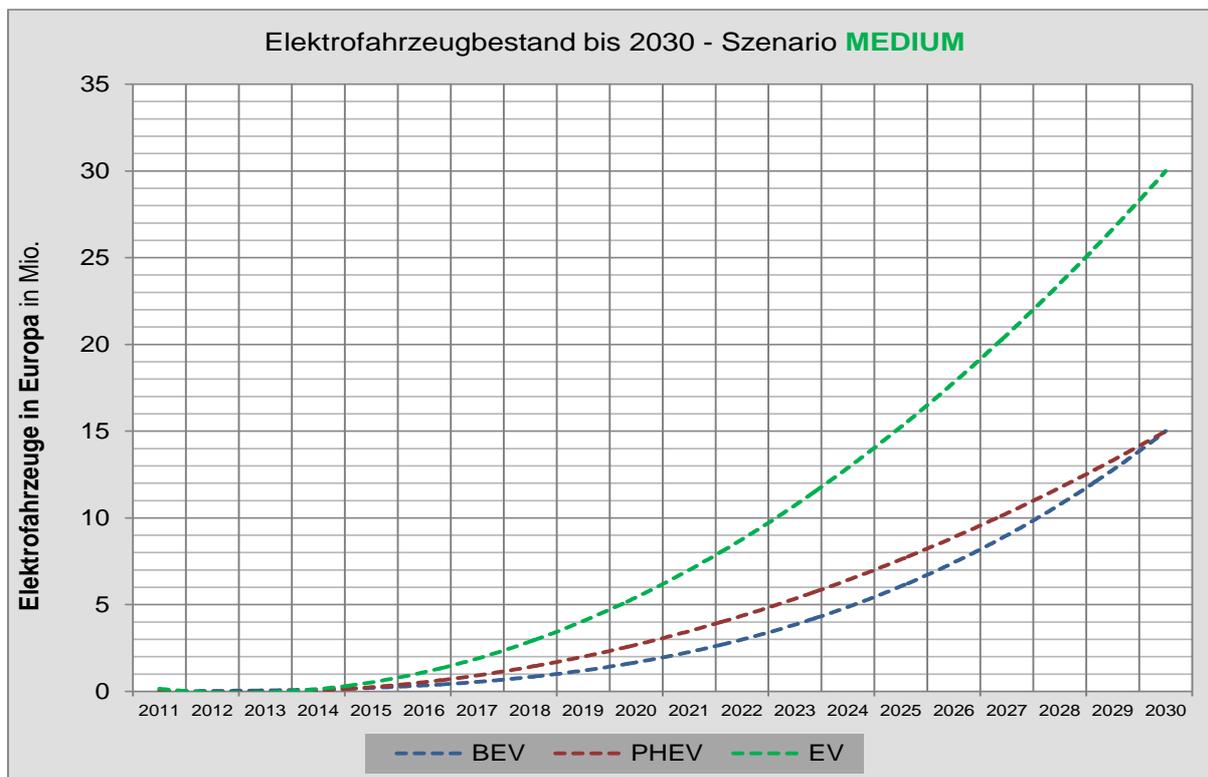


Abbildung 46: Szenario MEDIUM

Für die Erstellung der Trendlinien wurden Polynome dritten Grades verwendet, deren Formeln in Tabelle 49 dargestellt sind.

y = 4335,3x <sup>3</sup> - 13517x <sup>2</sup> + 37126x - 18081			y = 49489x <sup>2</sup> - 253586x + 274230			y = 2203,5x <sup>3</sup> - 7940,2x <sup>2</sup> + 28098x - 13914		
Trend EV Berechnung			Trend PHEV Berechnung			Trend BEV Berechnung		
Jahr	x	Gesamtzahl	Jahr	x	Gesamtzahl	Jahr	x	Gesamtzahl
2016	6	654.488	2016	6	534.318	2016	6	344.783
2017	7	1.066.476	2017	7	924.089	2017	7	549.503
2018	8	1.633.513	2018	8	1.412.838	2018	8	830.889
2019	9	2.381.610	2019	9	2.000.565	2019	9	1.202.163
2020	10	3.336.779	2020	10	2.687.270	2020	10	1.676.546
2021	11	4.525.032	2021	11	3.472.953	2021	11	2.267.258
2022	12	5.972.381	2022	12	4.357.614	2022	12	2.987.521
2023	13	7.704.838	2023	13	5.341.253	2023	13	3.850.556
2024	14	9.748.414	2024	14	6.423.870	2024	14	4.869.583
2025	15	12.129.122	2025	15	7.605.465	2025	15	6.057.824
2026	16	14.872.972	2026	16	8.886.038	2026	16	7.428.499
2027	17	18.005.977	2027	17	10.265.589	2027	17	8.994.830
2028	18	21.554.149	2028	18	11.744.118	2028	18	10.770.037
2029	19	25.543.499	2029	19	13.321.625	2029	19	12.767.342
2030	20	30.000.039	2030	20	14.998.110	2030	20	14.999.966

Tabelle 49: Berechnung Szenario MEDIUM

Laut dieser Berechnung werden im Jahr 2030 in etwa 30 Mio. Elektrofahrzeuge (15 Mio. PHEV, 15 Mio. BEV) auf Europas Straßen unterwegs sein. Rückgerechnet auf die Gesamtzulassungszahlen (~ 382 Mio. im Jahr 2030, unter der Annahme dass die Zulassungszahlen in den nächsten Jahren konstant bleiben) würden das einem Prozentsatz von 7,85 des europäischen Fahrzeugmarktes entsprechen.

### 4.3.3 Szenario HIGH

Abbildung 47 zeigt den Verlauf der Gesamtanzahl elektrischer Fahrzeuge in Europa für die Jahre 2011-2015 mit ihren tatsächlichen Werten. Weiters wurde dieser Verlauf für das Szenario MEDIUM für die Jahre 2016 bis 2030 anhand von Trendlinien erweitert. Dabei werden die Gesamtanzahl Elektrischer Fahrzeuge (EV), die Anzahl batterieelektrischer Fahrzeuge (BEV) und die Anzahl an Plug-In Hybriden (PHEV) einzeln betrachtet.

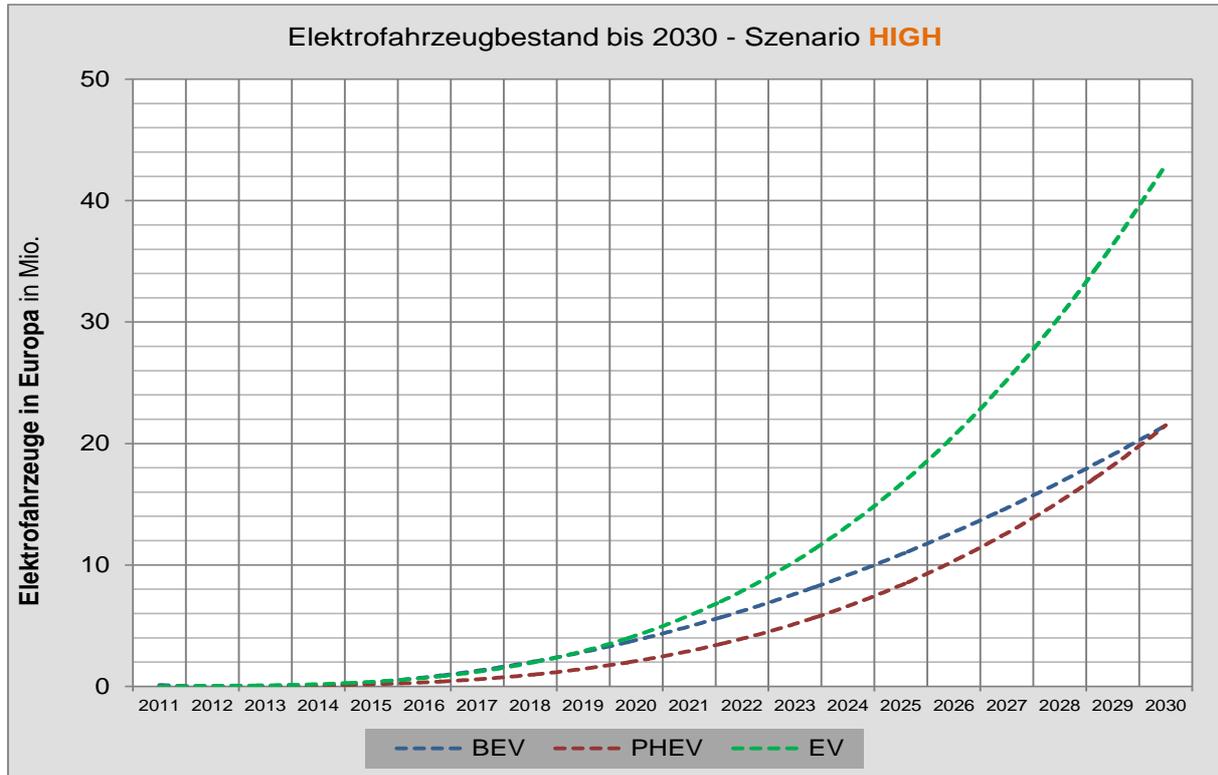


Abbildung 47: Szenario HIGH

Für die Erstellung der Trendlinien wurden Polynome dritten Grades verwendet, deren Formeln in Tabelle 50 dargestellt sind.

$y = 7003,2x^3 - 37366x^2 + 99128x - 61805$ Trend EV Berechnung			$y = 3465,7x^3 - 17501x^2 + 40030x - 26029$ Trend PHEV Berechnung			$y = 71511x^2 - 376681x + 426193$ Trend BEV Berechnung		
Jahr	x	Gesamtzahl	Jahr	x	Gesamtzahl	Jahr	x	Gesamtzahl
2016	6	700.478	2016	6	332.706	2016	6	740.503
2017	7	1.203.255	2017	7	585.367	2017	7	1.293.465
2018	8	1.925.433	2018	8	948.585	2018	8	1.989.449
2019	9	2.909.034	2019	9	1.443.155	2019	9	2.828.455
2020	10	4.196.075	2020	10	2.089.871	2020	10	3.810.483
2021	11	5.828.576	2021	11	2.909.527	2021	11	4.935.533
2022	12	7.848.557	2022	12	3.922.917	2022	12	6.203.605
2023	13	10.298.035	2023	13	5.150.835	2023	13	7.614.699
2024	14	13.219.032	2024	14	6.614.076	2024	14	9.168.815
2025	15	16.653.565	2025	15	8.333.434	2025	15	10.865.953
2026	16	20.643.654	2026	16	10.329.702	2026	16	12.706.113
2027	17	25.231.319	2027	17	12.623.676	2027	17	14.689.295
2028	18	30.458.577	2028	18	15.236.149	2028	18	16.815.499
2029	19	36.367.450	2029	19	18.187.916	2029	19	19.084.725
2030	20	42.999.955	2030	20	21.499.771	2030	20	21.496.973

Tabelle 50: Berechnung für Szenario HIGH

Laut dieser Berechnung werden im Jahr 2030 in etwa 43 Mio. Elektrofahrzeuge (21,5 Mio. PHEV, 21,5 Mio. BEV) in Europa unterwegs sein. Umgerechnet auf die Gesamtzulassungszahlen (~ 382 Mio. im Jahr 2030) würde das einem Prozentsatz von 11,3% des europäischen Fahrzeugmarktes entsprechen.

#### 4.3.4 Gegenüberstellung der Szenarien

In erfolgt eine Gegenüberstellung der eigenen Szenarien mit den Szenarien die dem Global EV Outlook 2016 entnommen und auf Europa (siehe Tabelle 47) umgelegt wurden.

Vergleich der Szenarien						
Jahr	eigene Szenarien			Szenarien aus Global EV Outlook 2016		
	LOW	MED	HIGH	IEA4DS (Europe)	Paris (Europe)	IEA2DS (Europe)
2016	573.129	654.488	700.478	760.865	968.314	1.121.411
2017	824.495	1.066.476	1.203.255	907.762	1.370.381	1.657.998
2018	1.117.053	1.633.513	1.925.433	1.076.518	1.918.811	2.403.918
2019	1.448.493	2.381.610	2.909.034	1.273.255	2.643.014	3.400.833
2020	1.816.507	3.336.779	4.196.075	1.504.100	3.572.400	4.690.400
2021	2.218.785	4.525.032	5.828.576	1.775.177	4.736.378	6.314.279
2022	2.653.019	5.972.381	7.848.557	2.092.610	6.164.357	8.314.130
2023	3.116.899	7.704.838	10.298.035	2.462.526	7.885.747	10.731.610
2024	3.608.115	9.748.414	13.219.032	2.891.047	9.929.958	13.608.381
2025	4.124.360	12.129.122	16.653.565	3.384.300	12.326.400	16.986.100
2026	4.663.322	14.872.972	20.643.654	3.948.409	15.104.482	20.906.427
2027	5.222.695	18.005.977	25.231.319	4.589.498	18.293.613	25.411.022
2028	5.800.167	21.554.149	30.458.577	5.313.694	21.923.203	30.541.542
2029	6.393.431	25.543.499	36.367.450	6.127.119	26.022.662	36.339.649
2030	7.000.177	30.000.039	42.999.955	7.035.900	30.621.400	42.847.000

Tabelle 51: Gegenüberstellung der Szenarien

Abbildung 48 zeigt den graphischen Vergleich der oben definierten eigenen Szenarien mit denen von aus dem Global EV Outlook 2016 der IEA auf Europa umgerechneten Szenarienwerte.

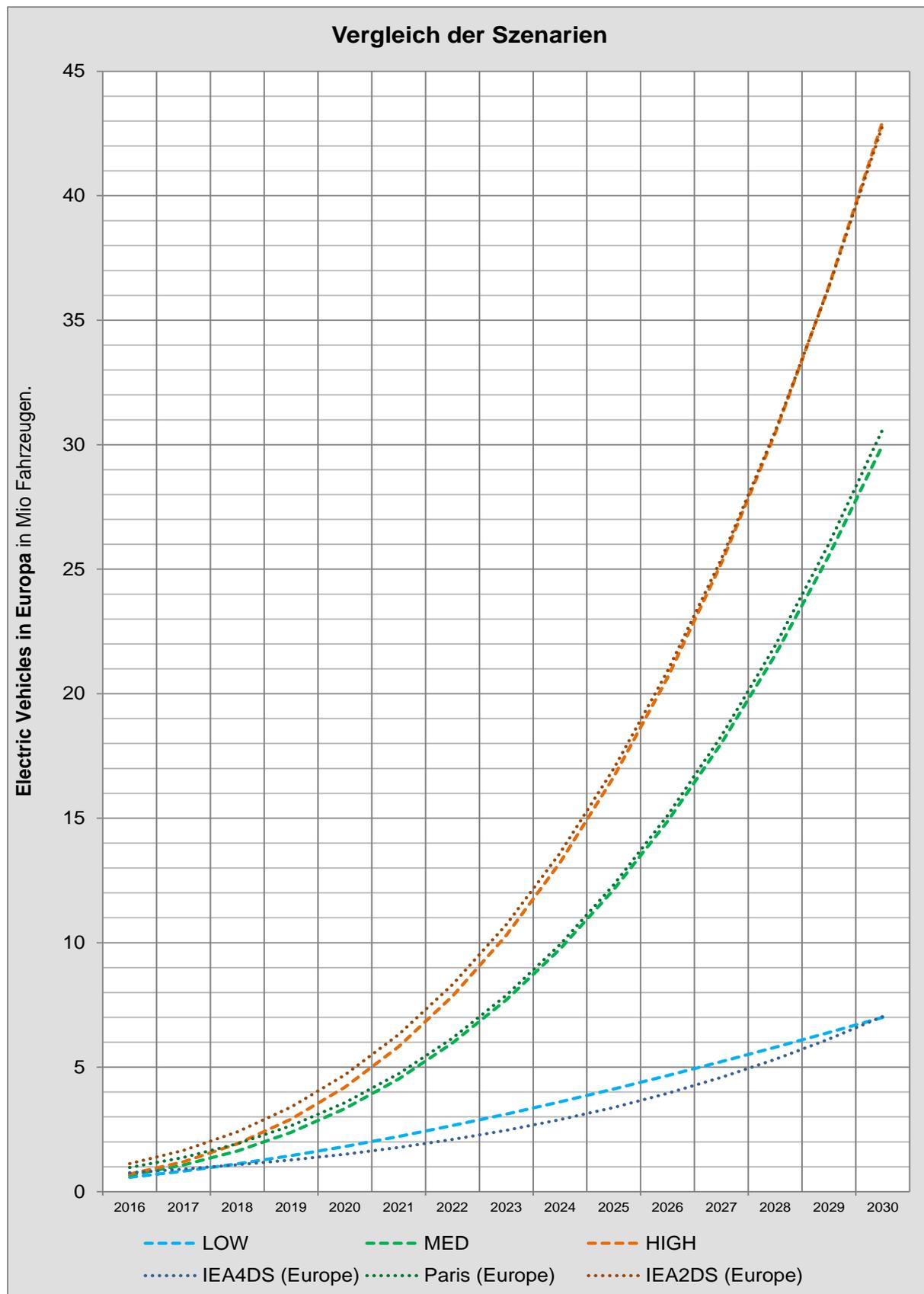


Abbildung 48: Gegenüberstellung der Szenarien

## 4.4 Energetische Betrachtung

Für diesen Unterpunkt sollen unter Berücksichtigung der definierten Szenarien der Stromverbrauch durch Elektrofahrzeuge für die europäischen Länder ermittelt werden. Dafür werden jeweils für die Jahre 2016 bis 2030 die für die Szenarien LOW, MEDIUM und HIGH ermittelten Werte für Gesamteuropa wieder auf die einzelnen Länder heruntergerechnet und anschließend der Stromverbrauch berechnet. Für die Berechnung des Stromverbrauchs wird jeweils für BEV bzw. für PHEV ein Standardfahrzeug definiert, und ausgehend von diesem unter Abschätzung der weiteren relevanten Parameter der Stromverbrauch durch Elektrofahrzeuge für 2016 – 2030 ausgerechnet und in Relation zum geschätzten Gesamtstromverbrauch des Landes gesetzt.

### 4.4.1 Rückrechnung auf die einzelnen Staaten

Die in Tabelle 51 dargestellten Zahlenwerte gelten jeweils für Gesamteuropa. Um von dieser Gesamtzahl wieder auf die einzelnen Länder herunterzurechnen, wurde für die Jahre 2011-2015 die prozentuelle Verteilung (siehe Anhang Tabelle 67) der BEV- und PHEV-Zahlen aller Länder bestimmt, und mit diesen Prozentsätzen weiters die Gesamtzahlen der Jahre 2016 bis 2030 auf die einzelnen Länder heruntergerechnet. Es wird für diese Berechnung also davon ausgegangen, dass die prozentuelle Verteilung der BEV- und PHEV-Zahlen innerhalb von Europa in den Jahren 2016 bis 2030 gleich sein wird, wie sie in den Jahren 2011 bis 2015 war.

### 4.4.2 Definition Referenzfahrzeug

Für die Definition von je einem Referenzfahrzeug für BEV bzw. PHEV wurde die Liste der meistverkauften Fahrzeugtypen in Europa als Grundlage genommen, und über die Herstellerseiten die benötigten Fahrzeugwerte eruiert. Anschließend wurden diese Werte mit den Verkaufszahlen prozentuell gewichtet und Durchschnittswerte für die Fahrzeugtypen gebildet.

Ermittlung Durchschnittswerte BEV							
Ranking	Marke	Model	Verteilung	technische Daten			
				Verbrauch elektrisch	Anteil elektrisch gefahren	Akku kapazität	Reichweite elektrisch
				kWh/100km	%	kWh	km
1	Renault	Zoe	27,35%	7,3	100	22	300
2	Nissan	Leaf	25,14%	16,9	100	27	160
3	Tesla	Model S	16,02%	16,0	100	85	530
4	Volkswagen	e-Golf	9,39%	12,7	100	24,2	190
5	BMW	i3	5,80%	11,0	100	33	300
6	Kia	Soul EV	4,97%	12,7	100	27	212
7	Mercedes	B250e	3,59%	14,0	100	28	200
8	Volkswagen	e-Up!	3,31%	13,4	100	18,7	140
9	Peugeot	iOn	2,49%	10,7	100	16	150
10	Citroen	C-Zero	1,93%	10,7	100	16	150
<b>gewichtete Durchschnittswerte</b>				<b>12,7</b>	<b>100%</b>	<b>34,3</b>	<b>271,4</b>
				kWh/100km	%	kWh	km

Tabelle 52: Ermittlung Referenzfahrzeug BEV (Datenquelle: Herstellerangaben)

Ermittlung Durchschnittswerte PHEV									
Rang	Marke	Model	Vert.	technische Daten					
				Verbrauch elektrisch	Verbrauch konv.	Anteil elektr.	Akku kapazität	RW elektr	RW gesamt
				kWh/100km	l/100km	%	kWh	km	km
1	Mitsubishi	Outlander PHEV	24,81%	24,0	2	6%	12	50	800
2	Volkswagen	Golf GTE	12,92%	19,8	6	5%	9,9	50	939
3	Volkswagen	Passat GTE	11,89%	19,8	1,7	5%	9,9	50	939
4	Volvo	XC90 PHEV	11,63%	23,0	2,1	5%	9,2	40	850
5	Mercedes	C350e	9,82%	20,0	7	4%	6,2	31	850
6	Audi	A3 e-Tron	7,49%	18,3	1,7	5%	8,8	48	940
7	BMW	X5 40e	5,94%	29,0	10	4%	9	31	800
8	BMW	330e	5,43%	47,0	3,3	2%	10,8	23	1000
9	BMW	i3 Rex	5,17%	24,4	7	30%	22	90	300
10	BMW	225xe	4,91%	19,0	2	5%	7,6	40	800
<b>gewichtete Durchschnittswerte</b>				<b>23,3</b>	<b>3,8</b>	<b>6%</b>	<b>10,4</b>	<b>45,8</b>	<b>840,7</b>
				kWh/100km	l/100km	%	kWh	km	km

Tabelle 53: Ermittlung Referenzfahrzeug PHEV (Datenquelle: Herstellerangaben)

Die in Tabelle 52 und Tabelle 53 angegebenen technischen Daten wurden direkt den Herstellerinformationen entnommen.

#### 4.4.3 Modell zur Berechnung des Stromverbrauchs

Die Grundlage des Modells zur Berechnung des Stromverbrauchs durch die Elektrofahrzeuge stammt aus der Diplomarbeit „E-Mobilität - Rahmenbedingungen und Möglichkeiten zur Lastbeeinflussung“ von Gerald Feichtinger (durchgeführt am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation der TU Graz im Jahr 2011, (Feichtinger, 2011))

Da dieses Modell für die Betrachtungen dieser Arbeit jedoch umfangreich ist, wurde rein die Berechnung der Stromverbräuche daraus entnommen und adaptiert. Die wesentlichen Parameter für die Berechnung der Stromverbräuche sind in Tabelle 54 dargestellt.

Annahmen Fahrzeuge		PHEV	BEV
Verbrauch elektrisch	kWh/100 km	23,3	12,7
Fahrleistung	km/Jahr	15091	15091
Anteil elektrisch gefahren	%	6	100
Verbrauch konventionell [Hybrid]	l/100 km	3,8	0
Akku-Kapazität	kWh	10,4	34,3

Tabelle 54: Parameter für Stromverbrauchsberechnung

Die benötigten Parameter können direkt aus Tabelle 52 und Tabelle 53 entnommen werden. Die durchschnittliche jährliche Fahrleistung pro Kopf in Europa wird in einem Bericht mit 9380km/Kopf angegeben (Standard, 2016). Umgelegt auf die europäische Einwohnerzahl und die Gesamtzulassungszahlen der betrachteten Länder von in etwa 317 Mio. Fahrzeugen (OICA, 2016) (siehe Tabelle 65) konnte eine durchschnittliche jährliche Fahrleistung von 15091km berechnet werden, welche für die weiteren Betrachtungen zum Stromverbrauch verwendet wird.

Annahmen Fahrzeuge		PHEV	BEV	ausfüllen	
Verbrauch elektrisch	kWh/100 km	23,3	12,7		
Fahrleistung	km/Jahr	15091	15091		
Anteil elektrisch gefahren	%	6	100		
Verbrauch konventionell [Hybrid]	l/100 km	3,8	0		
Akku-Kapazität	kWh	10,4	34,3		

		2011	2012	2013	2014		
LOW	PHEV	[Stück]	337	9313	35381	71179	
	BEV	[Stück]	9501	25965	58274	115107	
	Stromverbrauch		[MWh]	2011	2012	2013	2014
	PHEV	[MWh]	71,10	1.964,78	7.464,41	15.016,79	
	BEV	[MWh]	18.209,21	49.763,40	111.685,44	220.609,13	
	Summenstromverbrauch Elektromobilität	[MWh]	18.280,31	51.728,19	119.149,85	235.625,92	
	Gesamtstromverbrauch (öff. Netz)		[MWh]	3.156.706.158,00	3.178.109.988,00	3.159.940.942,00	3.101.371.855,67
	Anteil Elektromobilität in %	[%]	0,001%	0,002%	0,004%	0,008%	

		2011	2012	2013	2014		
MED	PHEV	[Stück]	337	9313	35381	71179	
	BEV	[Stück]	9501	25965	58274	115107	
	Stromverbrauch		[MWh]	2011	2012	2013	2014
	PHEV	[MWh]	71,10	1.964,78	7.464,41	15.016,79	
	BEV	[MWh]	18.209,21	49.763,40	111.685,44	220.609,13	
	Summenstromverbrauch Elektromobilität	[MWh]	18.280,31	51.728,19	119.149,85	235.625,92	
	Gesamtstromverbrauch (öff. Netz)		[MWh]	3.156.706.158,00	3.178.109.988,00	3.159.940.942,00	3.101.371.855,67
	Anteil Elektromobilität in %	[%]	0,001%	0,002%	0,004%	0,008%	

		2011	2012	2013	2014		
HIGH	PHEV	[Stück]	337	9313	35381	71179	
	BEV	[Stück]	9501	25965	58274	115107	
	Stromverbrauch		[MWh]	2011	2012	2013	2014
	PHEV	[MWh]	71,10	1.964,78	7.464,41	15.016,79	
	BEV	[MWh]	18.209,21	49.763,40	111.685,44	220.609,13	
	Summenstromverbrauch Elektromobilität	[MWh]	18.280,31	51.728,19	119.149,85	235.625,92	
	Gesamtstromverbrauch (öff. Netz)		[MWh]	3.156.706.158,00	3.178.109.988,00	3.159.940.942,00	3.101.371.855,67
	Anteil Elektromobilität in %	[%]	0,001%	0,002%	0,004%	0,008%	

Abbildung 49: Modell zur Stromberechnung (Ausschnitt)

Abbildung 49 zeigt einen Ausschnitt aus dem verwendeten Modell zur Berechnung der benötigten Energie. Nach Angabe der Parameter wird die benötigte Energiemenge der Elektromobilität für jedes Jahr von 2011-2030 für die drei Szenarien LOW, MEDIUM und HIGH berechnet und in Relation zum Gesamtstromverbrauch (Eurostat, 2016) gesetzt. Dabei erfolgt die Berechnung immer jeweils für ein spezifisches Land oder für die Summe der Länder. Das Programm greift dabei auf eine Gesamtdatenbank aller ermittelten Länder zu, in dem auch direkt die Gesamtstromverbrauchswerte hinterlegt sind. Die Berechnung des Stromverbrauchs ergibt sich dabei zu folgender Formel:

$$\#Fahrzeuge \cdot \frac{\text{Verbrauch elektrisch}}{100} \cdot \text{jährl. Fahrleistung} \cdot \frac{\text{Anteil elektrisch gefahren}}{100}$$

Für die Gesamtstromverbrauchswerte werden dabei für die Jahre 2011 bis 2014 tatsächlichen Werte (Eurostat, 2016) verwendet, für die Jahre 2015 – 2030 wird jeweils eine Steigerung 0,57% Mehrstromverbrauch pro Jahr verwendet. Dieser Wert entspricht dem Durchschnitt europäischer Länder für die Jahre 2005 – 2014 (siehe Anhang Tabelle 76).

## 4.5 Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – LOW

Tabelle 55 zeigt den Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch ausgehend von den Fahrzeugwerten des Szenarios LOW.

		Anteil Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch																			
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ALL	LOW	0,001%	0,002%	0,004%	0,008%	0,014%	0,020%	0,029%	0,038%	0,048%	0,060%	0,072%	0,085%	0,099%	0,114%	0,129%	0,144%	0,160%	0,176%	0,192%	0,209%
Belgien	LOW	0,001%	0,002%	0,003%	0,006%	0,009%	0,022%	0,030%	0,040%	0,051%	0,063%	0,077%	0,090%	0,105%	0,120%	0,136%	0,152%	0,169%	0,186%	0,203%	0,220%
Bulgarien	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
Dänemark	LOW	0,001%	0,001%	0,004%	0,014%	0,042%	0,065%	0,007%	0,009%	0,012%	0,015%	0,018%	0,021%	0,025%	0,029%	0,033%	0,037%	0,042%	0,046%	0,050%	0,055%
Deutschland	LOW	0,001%	0,001%	0,003%	0,007%	0,012%	0,028%	0,039%	0,051%	0,066%	0,081%	0,098%	0,116%	0,134%	0,154%	0,174%	0,195%	0,216%	0,238%	0,260%	0,282%
Estland	LOW	0,002%	0,015%	0,019%	0,028%	0,029%	0,009%	0,013%	0,018%	0,024%	0,030%	0,037%	0,044%	0,052%	0,060%	0,068%	0,077%	0,086%	0,095%	0,105%	0,115%
Finnland	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,005%	0,007%	0,010%	0,012%	0,015%	0,018%	0,022%	0,025%	0,029%	0,033%	0,038%	0,040%	0,044%	0,049%	0,053%
Frankreich	LOW	0,001%	0,003%	0,007%	0,013%	0,021%	0,009%	0,013%	0,018%	0,023%	0,028%	0,034%	0,040%	0,047%	0,054%	0,062%	0,069%	0,077%	0,085%	0,093%	0,101%
Griechenland	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,004%	0,004%	0,005%	0,005%	0,006%	0,006%	0,007%	0,008%
Irland	LOW	0,000%	0,001%	0,001%	0,003%	0,007%	0,001%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,007%	0,008%	0,009%	0,010%	0,012%	0,013%	0,014%	0,016%	0,017%
Island	LOW	0,000%	0,000%	0,001%	0,004%	0,008%	0,004%	0,005%	0,007%	0,009%	0,011%	0,013%	0,016%	0,018%	0,021%	0,024%	0,027%	0,030%	0,033%	0,036%	0,039%
Italien	LOW	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,003%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,004%	0,004%	0,005%	0,006%	0,007%	0,008%	0,009%	0,010%	0,011%	0,012%	0,013%
Kroatien	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,002%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,003%	0,004%
Lettland	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,003%	0,004%	0,004%	0,004%
Litauen	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%
Luxemburg	LOW	0,000%	0,001%	0,005%	0,015%	0,017%	0,008%	0,012%	0,015%	0,020%	0,024%	0,030%	0,035%	0,041%	0,047%	0,053%	0,060%	0,066%	0,073%	0,080%	0,087%
Malta	LOW	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,005%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,004%	0,004%	0,005%	0,005%	0,006%	0,007%	0,007%	0,008%
Niederlande	LOW	0,001%	0,004%	0,012%	0,020%	0,034%	0,247%	0,345%	0,457%	0,582%	0,719%	0,866%	1,023%	1,187%	1,359%	1,537%	1,719%	1,906%	2,096%	2,288%	2,481%
Norwegen	LOW	0,003%	0,010%	0,025%	0,058%	0,104%	0,029%	0,041%	0,055%	0,071%	0,089%	0,108%	0,128%	0,149%	0,172%	0,195%	0,220%	0,244%	0,270%	0,296%	0,322%
Österreich	LOW	0,002%	0,003%	0,005%	0,009%	0,014%	0,012%	0,017%	0,022%	0,029%	0,036%	0,043%	0,051%	0,060%	0,069%	0,078%	0,087%	0,097%	0,107%	0,117%	0,127%
Polen	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%
Portugal	LOW	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,005%	0,005%	0,007%	0,009%	0,012%	0,014%	0,017%	0,021%	0,024%	0,028%	0,031%	0,035%	0,039%	0,043%	0,047%	0,051%
Rumänien	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%
Schweden	LOW	0,000%	0,000%	0,001%	0,004%	0,009%	0,024%	0,034%	0,045%	0,057%	0,070%	0,085%	0,100%	0,116%	0,133%	0,150%	0,168%	0,186%	0,205%	0,224%	0,243%
Schweiz	LOW	0,001%	0,002%	0,005%	0,010%	0,019%	0,041%	0,057%	0,076%	0,096%	0,119%	0,144%	0,170%	0,197%	0,226%	0,256%	0,288%	0,317%	0,349%	0,381%	0,414%
Slowakei	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,026%	0,037%	0,049%	0,062%	0,077%	0,092%	0,109%	0,126%	0,145%	0,164%	0,183%	0,203%	0,223%	0,243%	0,264%
Slowenien	LOW	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,003%	0,003%	0,004%	0,005%	0,007%	0,008%	0,010%	0,012%	0,014%	0,016%	0,018%	0,020%	0,022%	0,024%	0,026%	0,029%
Spanien	LOW	0,000%	0,001%	0,001%	0,002%	0,004%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,008%	0,009%	0,011%	0,013%	0,014%	0,016%	0,018%	0,020%	0,021%	0,023%
Tschechien	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,004%	0,004%	0,005%	0,005%	0,006%	0,007%	0,007%	0,008%
Türkei	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
Vereinigtes Königreich	LOW	0,001%	0,001%	0,003%	0,008%	0,015%	0,020%	0,028%	0,037%	0,047%	0,058%	0,070%	0,083%	0,096%	0,110%	0,125%	0,140%	0,155%	0,170%	0,186%	0,202%
Zypern	LOW	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,003%	0,004%	0,004%	0,005%	0,005%	0,006%	0,006%

Tabelle 55: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario LOW

In Abbildung 50 dargestellt ist der Elektromobilitätsanteil des Gesamtverbrauchs für das Szenario LOW laut den in Tabelle 55 angegebenen Werten.

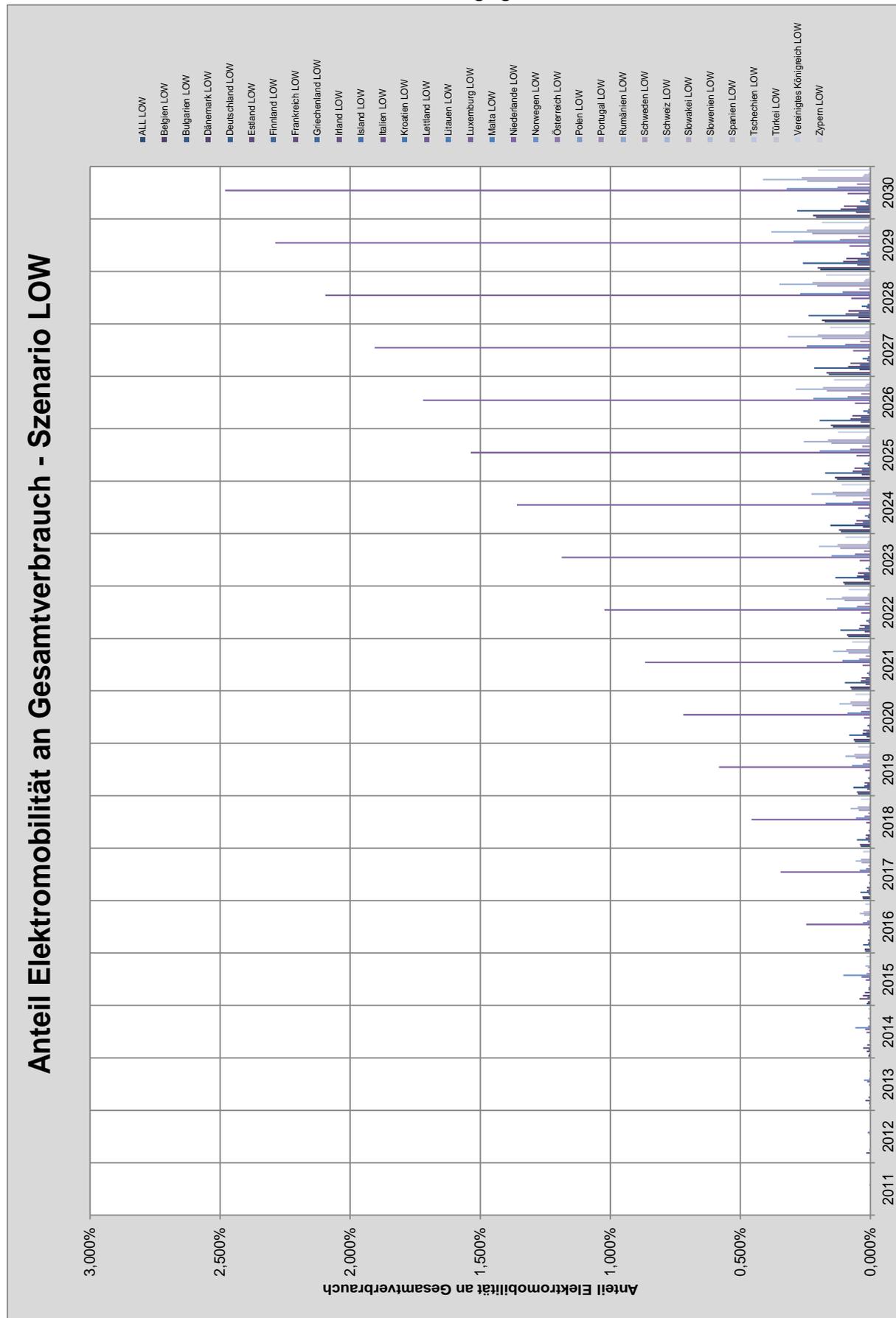


Abbildung 50: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario LOW

## 4.6 Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – MEDIUM

Tabelle 56 zeigt den Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch ausgehend von den Fahrzeugwerten des Szenarios MEDIUM.

		Anteil Elektromobilität an Gesamtstromverbrauch																			
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
ALL	MED	0,001%	0,002%	0,004%	0,008%	0,014%	0,022%	0,033%	0,048%	0,067%	0,090%	0,118%	0,150%	0,188%	0,232%	0,283%	0,339%	0,403%	0,474%	0,552%	0,638%
Belgien	MED	0,001%	0,002%	0,003%	0,006%	0,009%	0,023%	0,035%	0,051%	0,070%	0,094%	0,123%	0,156%	0,196%	0,241%	0,292%	0,351%	0,416%	0,488%	0,569%	0,657%
Bulgarien	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%
Dänemark	MED	0,001%	0,001%	0,004%	0,014%	0,042%	0,055%	0,009%	0,014%	0,021%	0,029%	0,040%	0,053%	0,068%	0,087%	0,108%	0,132%	0,159%	0,190%	0,225%	0,263%
Deutschland	MED	0,001%	0,001%	0,003%	0,007%	0,012%	0,030%	0,045%	0,065%	0,089%	0,120%	0,158%	0,198%	0,248%	0,305%	0,370%	0,444%	0,526%	0,618%	0,719%	0,830%
Estland	MED	0,002%	0,015%	0,019%	0,028%	0,029%	0,011%	0,019%	0,031%	0,046%	0,066%	0,091%	0,122%	0,159%	0,203%	0,254%	0,312%	0,379%	0,454%	0,538%	0,632%
Finnland	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,008%	0,008%	0,012%	0,016%	0,022%	0,028%	0,036%	0,045%	0,055%	0,067%	0,080%	0,094%	0,111%	0,129%	0,148%
Frankreich	MED	0,001%	0,003%	0,007%	0,013%	0,021%	0,010%	0,016%	0,025%	0,036%	0,049%	0,066%	0,086%	0,110%	0,138%	0,170%	0,206%	0,248%	0,294%	0,346%	0,403%
Griechenland	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,007%	0,008%	0,010%	0,012%	0,014%	0,016%	0,019%	0,022%
Irland	MED	0,000%	0,001%	0,001%	0,003%	0,007%	0,002%	0,003%	0,004%	0,006%	0,009%	0,012%	0,016%	0,021%	0,026%	0,033%	0,040%	0,049%	0,058%	0,068%	0,080%
Island	MED	0,000%	0,000%	0,001%	0,004%	0,008%	0,004%	0,006%	0,009%	0,013%	0,017%	0,023%	0,029%	0,037%	0,046%	0,056%	0,067%	0,080%	0,094%	0,110%	0,127%
Italien	MED	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,003%	0,001%	0,002%	0,003%	0,005%	0,006%	0,008%	0,011%	0,014%	0,017%	0,021%	0,026%	0,031%	0,037%	0,043%	0,050%
Kroatien	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,002%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,008%	0,009%	0,011%	0,012%
Lettland	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,000%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,007%	0,009%	0,010%	0,012%	0,014%	0,017%
Litauen	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,008%	0,009%	0,009%
Luxemburg	MED	0,000%	0,001%	0,006%	0,015%	0,017%	0,009%	0,014%	0,021%	0,030%	0,041%	0,054%	0,070%	0,088%	0,110%	0,135%	0,164%	0,196%	0,232%	0,272%	0,316%
Malta	MED	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,005%	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,007%	0,009%	0,012%	0,014%	0,017%	0,021%	0,025%	0,030%	0,035%
Niederlande	MED	0,001%	0,004%	0,012%	0,020%	0,034%	0,264%	0,395%	0,564%	0,774%	1,029%	1,334%	1,692%	2,108%	2,584%	3,124%	3,733%	4,413%	5,168%	6,001%	6,914%
Norwegen	MED	0,003%	0,010%	0,025%	0,058%	0,104%	0,033%	0,053%	0,080%	0,116%	0,161%	0,217%	0,284%	0,364%	0,458%	0,566%	0,690%	0,830%	0,987%	1,163%	1,358%
Österreich	MED	0,002%	0,003%	0,005%	0,009%	0,014%	0,013%	0,021%	0,030%	0,043%	0,059%	0,078%	0,101%	0,128%	0,159%	0,195%	0,236%	0,282%	0,334%	0,391%	0,455%
Polen	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,004%	0,005%	0,005%	0,006%	0,007%
Portugal	MED	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,005%	0,005%	0,008%	0,012%	0,017%	0,024%	0,031%	0,041%	0,051%	0,064%	0,079%	0,095%	0,114%	0,135%	0,158%	0,183%
Rumänien	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,003%	0,004%	0,004%	0,005%
Schweden	MED	0,000%	0,000%	0,001%	0,004%	0,009%	0,028%	0,039%	0,055%	0,076%	0,101%	0,131%	0,167%	0,208%	0,255%	0,309%	0,369%	0,437%	0,512%	0,595%	0,686%
Schweiz	MED	0,001%	0,002%	0,005%	0,010%	0,019%	0,044%	0,066%	0,095%	0,131%	0,176%	0,229%	0,292%	0,366%	0,450%	0,546%	0,654%	0,776%	0,911%	1,060%	1,225%
Slowakei	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,028%	0,042%	0,060%	0,082%	0,109%	0,141%	0,179%	0,223%	0,273%	0,329%	0,393%	0,465%	0,544%	0,631%	0,727%
Slowenien	MED	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,003%	0,003%	0,005%	0,007%	0,009%	0,013%	0,017%	0,021%	0,027%	0,033%	0,040%	0,049%	0,058%	0,068%	0,080%	0,092%
Spanien	MED	0,000%	0,001%	0,001%	0,002%	0,004%	0,002%	0,004%	0,006%	0,008%	0,011%	0,015%	0,020%	0,025%	0,032%	0,039%	0,047%	0,057%	0,068%	0,079%	0,093%
Tschechien	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,007%	0,009%	0,011%	0,014%	0,017%	0,020%	0,024%	0,028%	0,033%
Türkei	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%
Verinigtes Königreich	MED	0,001%	0,001%	0,003%	0,008%	0,015%	0,021%	0,032%	0,047%	0,065%	0,087%	0,114%	0,146%	0,183%	0,225%	0,274%	0,329%	0,391%	0,460%	0,536%	0,619%
Zypern	MED	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,008%	0,009%	0,011%	0,013%	0,015%	0,017%

Tabelle 56: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario MEDIUM

In Abbildung 51 dargestellt ist der Elektromobilitätsanteil des Gesamtverbrauchs für das Szenario LOW laut den in Tabelle 56 angegebenen Werten.

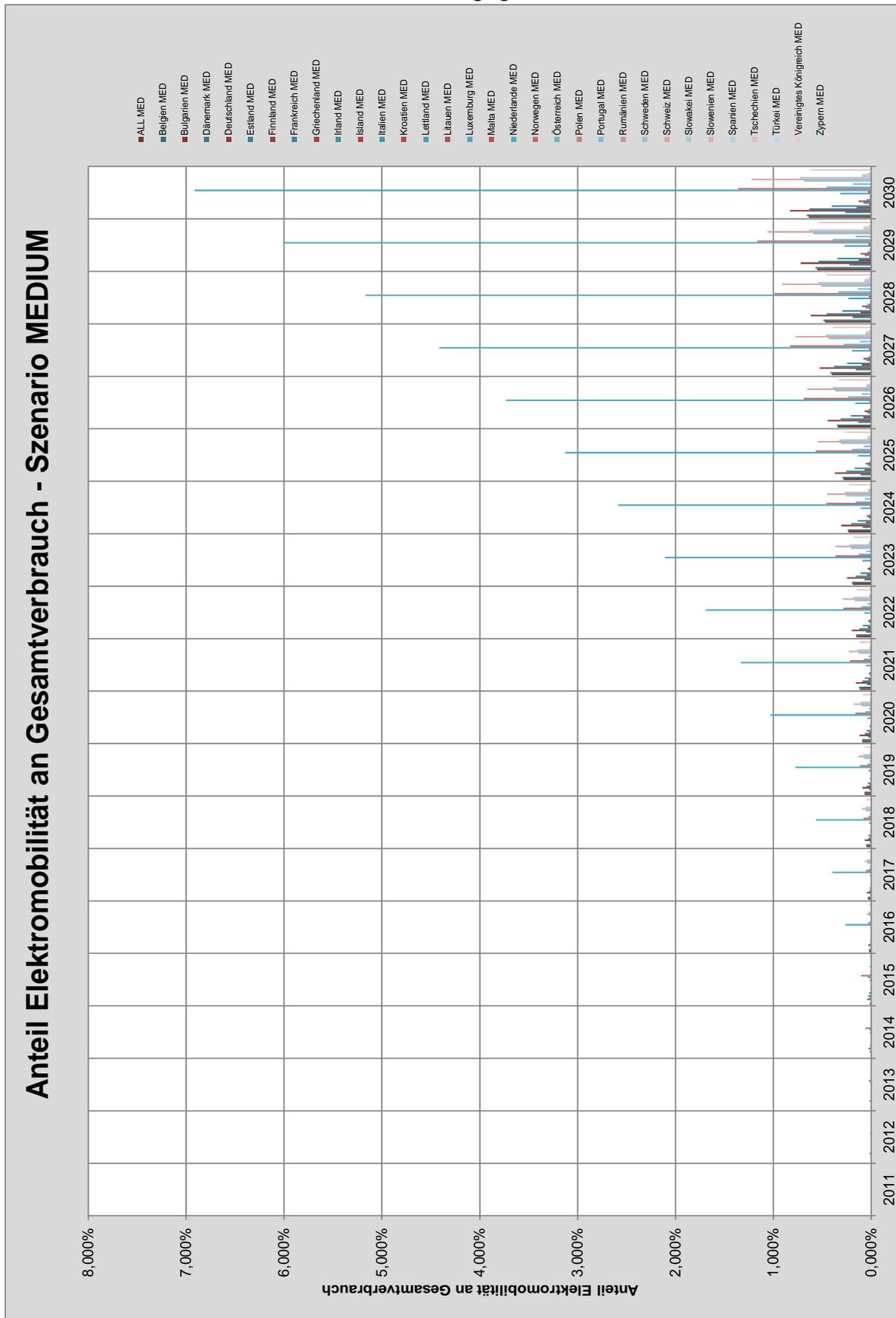


Abbildung 51: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario MEDIUM

## 4.7 Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – HIGH

Tabelle 57 zeigt den Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch ausgehend von den Fahrzeugwerten des Szenarios HIGH.

		Anteil Elektromobilität an Gesamtstromverbrauch																			
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	HIGH	0,001%	0,002%	0,004%	0,008%	0,014%	0,025%	0,044%	0,071%	0,105%	0,150%	0,205%	0,272%	0,352%	0,445%	0,553%	0,677%	0,817%	0,975%	1,151%	1,347%
ALL	HIGH	0,001%	0,002%	0,004%	0,008%	0,014%	0,025%	0,044%	0,071%	0,105%	0,150%	0,205%	0,272%	0,352%	0,445%	0,553%	0,677%	0,817%	0,975%	1,151%	1,347%
Belgien	HIGH	0,001%	0,002%	0,003%	0,006%	0,009%	0,026%	0,046%	0,073%	0,109%	0,156%	0,214%	0,284%	0,368%	0,467%	0,582%	0,713%	0,862%	1,030%	1,218%	1,427%
Bulgarien	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%
Dänemark	HIGH	0,001%	0,001%	0,004%	0,014%	0,042%	0,101%	0,181%	0,277%	0,393%	0,553%	0,762%	0,988%	0,109%	0,133%	0,159%	0,188%	0,219%	0,253%	0,291%	0,330%
Deutschland	HIGH	0,001%	0,001%	0,003%	0,007%	0,012%	0,033%	0,058%	0,092%	0,139%	0,198%	0,272%	0,362%	0,469%	0,595%	0,742%	0,910%	1,102%	1,317%	1,558%	1,825%
Estland	HIGH	0,002%	0,015%	0,019%	0,028%	0,029%	0,024%	0,042%	0,064%	0,091%	0,122%	0,158%	0,198%	0,242%	0,290%	0,343%	0,400%	0,461%	0,526%	0,595%	0,668%
Finnland	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,006%	0,010%	0,017%	0,025%	0,036%	0,050%	0,066%	0,086%	0,110%	0,138%	0,169%	0,206%	0,246%	0,292%	0,343%
Frankreich	HIGH	0,001%	0,003%	0,007%	0,013%	0,021%	0,016%	0,027%	0,043%	0,062%	0,086%	0,114%	0,148%	0,187%	0,231%	0,281%	0,337%	0,400%	0,469%	0,545%	0,628%
Griechenland	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,004%	0,005%	0,007%	0,010%	0,013%	0,016%	0,020%	0,025%	0,030%	0,036%	0,042%	0,049%
Irland	HIGH	0,000%	0,001%	0,001%	0,003%	0,007%	0,033%	0,005%	0,008%	0,012%	0,016%	0,021%	0,027%	0,034%	0,041%	0,050%	0,059%	0,069%	0,080%	0,092%	0,105%
Island	HIGH	0,000%	0,000%	0,001%	0,004%	0,008%	0,005%	0,009%	0,014%	0,021%	0,029%	0,040%	0,052%	0,067%	0,084%	0,105%	0,127%	0,153%	0,182%	0,214%	0,250%
Italien	HIGH	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,003%	0,002%	0,003%	0,005%	0,008%	0,011%	0,014%	0,019%	0,024%	0,029%	0,036%	0,043%	0,051%	0,060%	0,070%	0,081%
Kroatien	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,002%	0,000%	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,008%	0,010%	0,012%	0,014%	0,017%	0,020%	0,023%
Lettland	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,008%	0,010%	0,012%	0,015%	0,018%	0,021%	0,024%	0,028%
Litauen	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,008%	0,009%	0,011%	0,013%	0,016%	0,018%
Luxemburg	HIGH	0,000%	0,001%	0,006%	0,015%	0,017%	0,012%	0,022%	0,034%	0,050%	0,070%	0,094%	0,122%	0,155%	0,194%	0,238%	0,287%	0,343%	0,405%	0,474%	0,549%
Malta	HIGH	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,005%	0,001%	0,002%	0,004%	0,005%	0,007%	0,009%	0,012%	0,015%	0,018%	0,022%	0,026%	0,031%	0,036%	0,041%	0,047%
Niederlande	HIGH	0,001%	0,004%	0,012%	0,020%	0,034%	0,276%	0,483%	0,777%	1,174%	1,686%	2,330%	3,118%	4,064%	5,181%	6,483%	7,981%	9,688%	11,616%	13,776%	16,179%
Norwegen	HIGH	0,003%	0,010%	0,025%	0,058%	0,104%	0,063%	0,092%	0,143%	0,207%	0,284%	0,376%	0,484%	0,607%	0,747%	0,905%	1,081%	1,277%	1,491%	1,727%	1,983%
Österreich	HIGH	0,002%	0,003%	0,005%	0,009%	0,014%	0,018%	0,031%	0,049%	0,072%	0,101%	0,135%	0,177%	0,225%	0,282%	0,346%	0,418%	0,500%	0,591%	0,691%	0,802%
Polen	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,007%	0,008%	0,010%	0,012%	0,014%	0,016%
Portugal	HIGH	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,005%	0,007%	0,013%	0,020%	0,029%	0,041%	0,055%	0,071%	0,091%	0,114%	0,139%	0,169%	0,202%	0,238%	0,279%	0,323%
Rumänien	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,003%	0,004%	0,005%	0,006%	0,007%	0,008%	0,010%	0,011%
Schweden	HIGH	0,000%	0,000%	0,001%	0,004%	0,009%	0,027%	0,048%	0,077%	0,116%	0,166%	0,229%	0,306%	0,399%	0,508%	0,635%	0,781%	0,947%	1,135%	1,345%	1,579%
Schwiz	HIGH	0,001%	0,002%	0,005%	0,010%	0,019%	0,049%	0,085%	0,136%	0,204%	0,291%	0,400%	0,532%	0,690%	0,876%	1,091%	1,338%	1,619%	1,935%	2,288%	2,681%
Slowakei	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,002%	0,005%	0,008%	0,0124%	0,0178%	0,246%	0,330%	0,431%	0,550%	0,689%	0,848%	1,030%	1,236%	1,467%	1,723%
Slowenien	HIGH	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,003%	0,004%	0,006%	0,010%	0,015%	0,021%	0,028%	0,038%	0,049%	0,062%	0,076%	0,093%	0,112%	0,133%	0,157%	0,183%
Spanien	HIGH	0,000%	0,001%	0,001%	0,002%	0,004%	0,004%	0,006%	0,010%	0,014%	0,020%	0,028%	0,034%	0,043%	0,053%	0,065%	0,078%	0,092%	0,108%	0,126%	0,145%
Tschechien	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,002%	0,001%	0,002%	0,003%	0,005%	0,007%	0,009%	0,012%	0,015%	0,018%	0,022%	0,026%	0,031%	0,036%	0,042%	0,048%
Türkei	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,002%	0,003%
Vereinigtes Königreich	HIGH	0,001%	0,001%	0,003%	0,008%	0,015%	0,025%	0,043%	0,068%	0,102%	0,145%	0,199%	0,264%	0,341%	0,431%	0,536%	0,656%	0,792%	0,944%	1,115%	1,304%
Zypern	HIGH	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,002%	0,003%	0,004%	0,006%	0,008%	0,010%	0,013%	0,016%	0,020%	0,024%	0,029%	0,035%	0,041%

Tabelle 57: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario HIGH

In Abbildung 52 dargestellt ist der Elektromobilitätsanteil des Gesamtverbrauchs für das Szenario LOW laut den in Tabelle 57 angegebenen Werten.

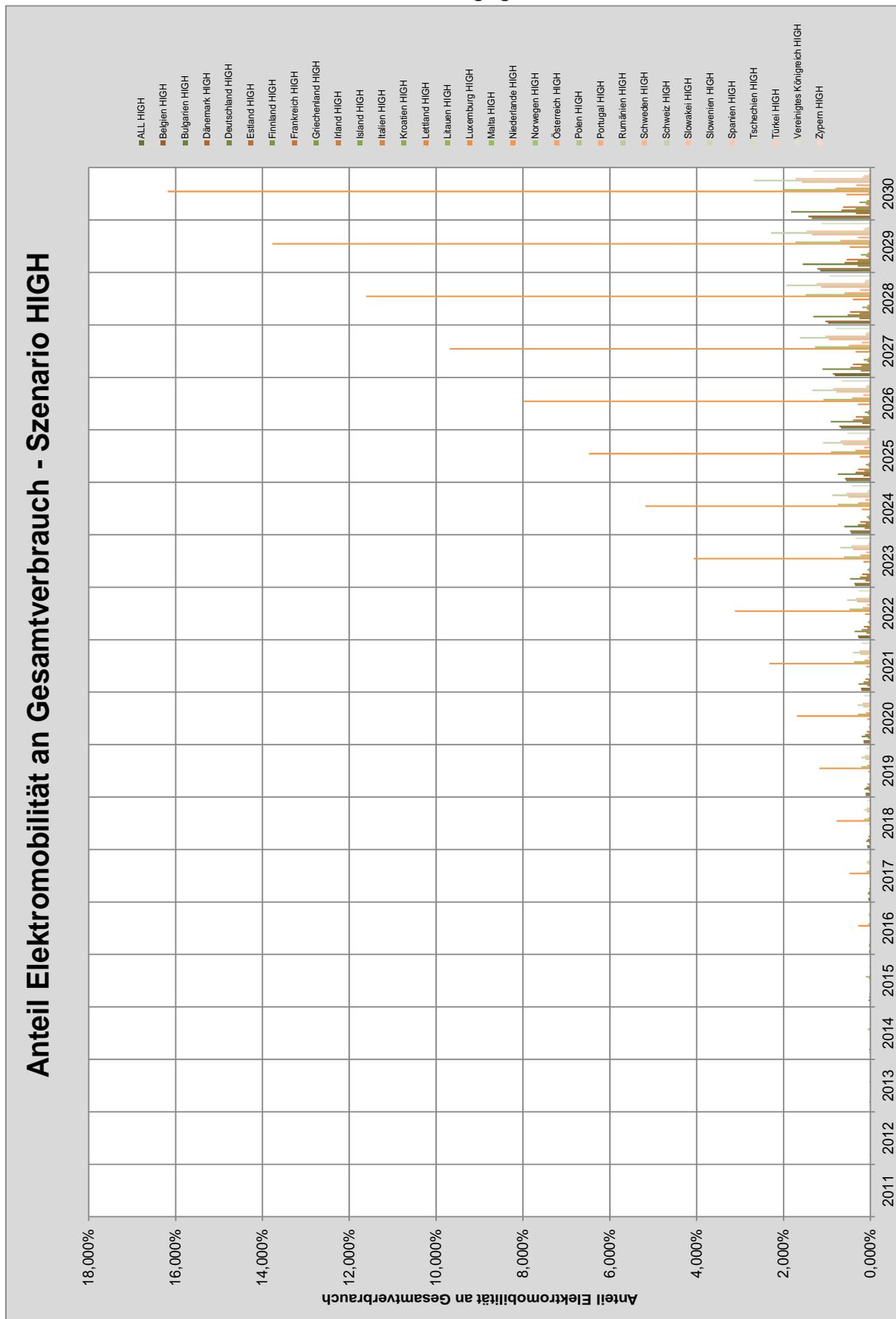


Abbildung 52: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario HIGH

Betrachtet man den Elektromobilitätsanteil der europäischen Länder an ihrem Gesamtstromverbrauch im Zieljahr 2030 (siehe Abbildung 53), so zeigt sich, dass sich hierfür sehr unterschiedliche Werte ergeben. Die Werte bewegen sich dabei bei Betrachtung aller Szenarien zwischen 0,0002% (Bulgarien LOW) und 16,2% (NIEDERLANDE HIGH).

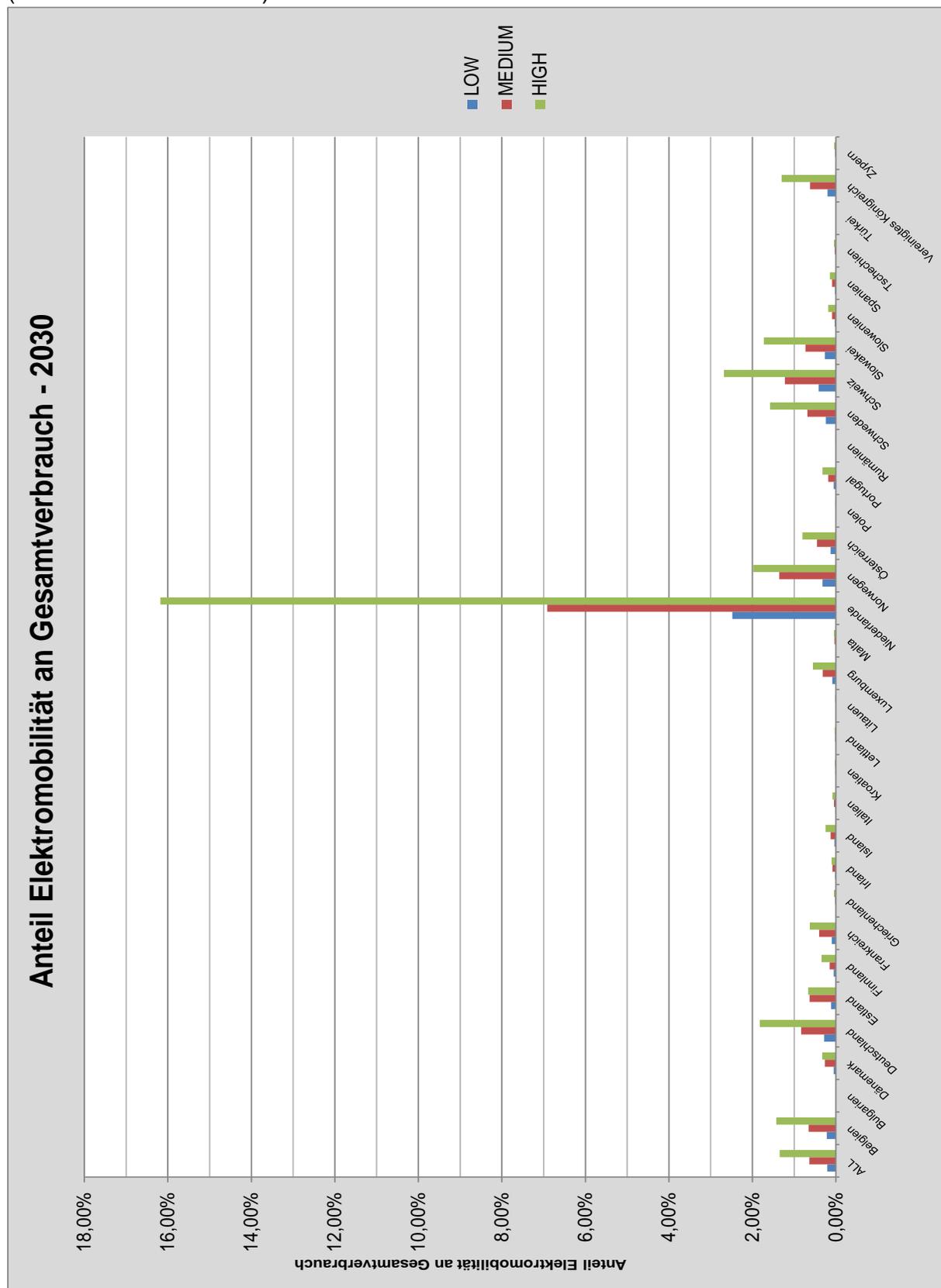


Abbildung 53: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – 2030

## 5 Herausforderungen und Hemmnisse für Umsetzung

In diesem Kapitel der Arbeit wird kurz auf die Herausforderungen und Hemmnisse betreffend der Einführung von Elektromobilität eingegangen.

Entlang der gesamten Automobilwertschöpfungskette wird sich laut der Literatur eine Verschiebung der Wertschöpfungsstufen durch die Elektrifizierung des Antriebes ergeben. Eine Strukturänderung der Industrie wird erwartet. Wobei die Bedeutung, die den beteiligten Akteuren in der Zukunft zukommen wird, als noch vollkommen offen gesehen wird. Laut verschiedenen Studien (PWC, 2010) wird dabei auch den Energieversorgungsunternehmen (EVUs) eine neue Rolle zu teil werden. Dabei ergibt sich für diese ein Markteintritt in neue Geschäftszweige sowie wachsender Absatz von Strom über die Aufladung der Fahrzeuge. (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 110)

### **Herausforderungen für Hersteller und Lieferanten**

Durch die Elektrifizierung des Antriebes müssen Komponenten und allgemein Anforderungen an das Fahrzeug angepasst werden. Durch den Wegfall des Verbrennungsmotors und in weiterer Folge des Getriebes gehen den Automobilherstellern Kompetenzen verloren, die in den Bereichen Elektronik und Batterien allerdings wieder aufgebaut werden können.

Laut (McKinsey, 2011) müssten im Jahr 2030 für gleichbleibende Wertschöpfung, die Automobilhersteller 50% der Elektromotoren selbst produzieren und Marktführer bei den Batteriesystemen sein. Es gilt für die Automobilhersteller also das Potential der Elektromobilität zu nützen und neue Geschäftszweige zu erschließen um nicht an Wertschöpfung zu verlieren. (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 111)

### **Herausforderungen für Energieversorgungsunternehmen**

Für die erfolgreiche Einführung von Elektrofahrzeugen ist die Schaffung von geeigneter Ladeinfrastruktur maßgeblich entscheidend. Die Aufladung muss den Nutzern der Fahrzeuge dabei im privaten wie beruflichen Umfeld aber auch an öffentlichen Plätzen möglich sein, damit sich keine Mobilitätseinschränkungen ergeben. Für die Schaffung der Infrastruktur ist eine enge Kooperation zwischen den Betreibern der Stationen, des Stromnetzes sowie den Energiedienstleistern notwendig. Die Errichtung der Ladestationen ist mit hohen Investitionskosten verbunden, die sich vorerst nicht durch den zusätzlichen Stromabsatz amortisieren lassen. Deswegen wird es für Energiedienstleister wichtig sein, zusätzliche Wertschöpfungspotentiale wie etwa Entwicklung oder Verkauf von Batteriesystemen oder Angebot von Mobilität zu erschließen. Mit vehicle-to-grid, der Rückspeisung von Energie aus den Autobatterien in das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsspitzen, kann den Netzbetreibern eventuell ein weiterer Anreiz zur Investition in Ladeinfrastruktur gegeben werden. Lt. (PWC, 2010) könnten diese damit eine Einsparung von etwa 20.000€ pro Tag erreichen. (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 116)

Das österreichische Stromnetz lässt sich in 7 unterschiedliche Netzebenen aufgliedern. (siehe Abbildung 54)

Netzebene	Nennspannung
1	Höchstspannung (380kV und 220kV), einschließlich 380/220-kV-Umspannung
2	Umspannung von Höchst- zu Hochspannung
3	Hochspannung (110kV, einschließlich Anlagen mit einer Betriebsspannung zwischen mehr als 36kV und 220kV
4	Umspannung von Hoch- zu Mittelspannung
5	Mittelspannung (mit einer Betriebsspannung zwischen mehr als 1kV bis einschließlich 36kV sowie Zwischenumspannungen)
6	Umspannung von Mittel- zu Niederspannung
7	Niederspannung (1kV und darunter)

Abbildung 54: Netzebenen Österreich Quelle: (Austrian Power Grid, 2016)

Unter der Annahme, dass die Elektrofahrzeuge nur über die Netzebene 7 aufgeladen werden, ergeben sich bei 230V und 16A Ladeleistungen von 3,6kW, was bei einem Akku mit einigen kWh Kapazität zu Ladezeiten von einigen Stunden führt. Durch die Mehrbelastung des Stromnetzes durch die Elektromobilität ergeben sich folgende Herausforderungen: (vgl. Kampker, Vallée, & Schnettler, 2013, S. 83)

- hohe Anschlussleistungen
- Gleichzeitigkeit durch selben Ladezeitpunkt (z.B. über Nacht)
- in Störsituationen unbekanntes Verhalten
- Netz wird unsymmetrisch belastet

### **Hemmnisse**

Die derzeitigen Preise der Elektroautos machen sie im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen noch nicht wirklich attraktiv. Für den Abbau dieses Hemmnisses werden erst Entwicklungen im Bereich der Akkumulatoren, wie höhere Kapazitäten bzw. fallende Preise sorgen können.

Weiters gelten die von den Herstellern angegebenen Reichweiten nur unter idealen Bedingungen. Bei zusätzlich aktivierten Verbrauchern wie etwa einer Klimaanlage verringern sich die Reichweiten noch einmal entsprechend. Dies gilt ähnlich wie bei konventionellen Fahrzeugen auch für die Fahrweise und die Witterung. Dadurch scheint es momentan so, dass Elektrofahrzeuge idealerweise im Nahverkehr bzw. im innerstädtischen Bereich einsetzbar sind, wo große Reichweiten keine Rolle spielen. Im außerstädtischen Bereich ergeben sich Hemmnisse da die Infrastruktur vor allem für Schnellladegerät erst flächendeckend geschaffen werden muss.

Die Emissionsfreiheit ist für Elektrofahrzeuge nur lokal gegeben. Für eine vollständige Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Bilanz muss der verwendete Strom miteinbezogen werden. Im Idealfall wird Strom aus erneuerbaren Energieträgern verwendet, in der Regel werden Elektrofahrzeuge aber über die heimische Steckdose mit einem Strommix aus verschiedenen Primärenergieträgern geladen.

## 6 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich der Einführungsgrad von Elektrofahrzeugen in den europäischen Ländern stark unterscheidet. In einigen Ländern ist die Elektromobilität auf Grund von Förderanreizen und Infrastrukturbereitstellung und -ausbau, aber auch durch energiewirtschaftliche Gegebenheiten (siehe Norwegen) bereits auf einem guten Weg, während andere Länder von einer flächendeckenden Einführung von Elektrofahrzeugen noch weit entfernt sind.

Wichtig für eine rasche Umsetzung sind die Schaffung der gesetzlichen Grundlagen und die Bereitstellung von Fördermaßnahmen. In Österreich und den anderen Staaten die unter Kapitel 3.3 zusammengefasst werden, werden diese Grundanforderungen erfüllt und verschiedene Anreize geschaffen.

Für eine flächendeckende Umsetzung werden in erster Linie wahrscheinlich erst die Verknappung des Öls bzw. steigende Rohölpreise und wesentlich billigere Akkumulatoren für die Elektrofahrzeuge sorgen können. Es zeigt sich allerdings, dass Förderinitiativen ebenso schon einen guten Nährboden für eine schrittweise Einführung von Elektrofahrzeugen bieten können.

Die Förderung und der Ausbau der Ladeinfrastruktur ist ein wesentliches Thema und spiegelt sich auch in der Relation der installierten Ladestationen zu den Elektrofahrzeugen am Markt wider (siehe Niederlande oder Norwegen).

Im innerstädtischen Bereich stellt die Elektromobilität heute schon eine gute Alternative dar, da die begrenzte Reichweite hier nicht problematisch ist und zum Beispiel durch Bereitstellung eigener Parkplätze für Elektrofahrzeuge zusätzlich Anreize geschaffen werden können. Auch für Fahrzeugflotten oder Unternehmen mit Fuhrparks, wie in etwa Taxiunternehmen ergeben sich die Nachteile der begrenzten Reichweite nicht unbedingt. Diese können auf mehrere Fahrzeuge zurückgreifen und somit bspw. etwa bei der Aufladung von Fahrzeug A auf Fahrzeug B wechseln.

Das Ziel der Klimakonferenz von Paris, welches für die Elektromobilität global gesehen bei 140 Mio. Fahrzeugen (2030) liegt, erweist sich bei Betrachtung der gegebenen Fahrzeugwerte und errechneten Szenarien als durchaus ambitioniert, es kann jedoch an dieser Stelle keine Prognose abgegeben werden, ob diese Ziele erreicht werden können oder nicht. Die drei Szenarien für Europa zeigen, wo der Stand der Elektromobilität in den Jahren von 2016-2029 in etwa liegen muss, um im Jahr 2030 die vorgegeben Ziele erreichen zu können. Für das Szenario LOW muss im Jahr 2030 der Elektromobilitätsstand bei etwa 7 Mio. Fahrzeugen liegen um das auf Europa umgelegte 4DS Ziel der IEA erreichen zu können. Das Szenario MED beschreibt den Verlauf für die Erreichung des Zieles der Paris Deklaration (in etwa 30 Mio. Fahrzeuge bis 2030). Im Szenario HIGH wird das 2DS Ziel der IEA als Endwert definiert. Für die Erreichung dieses Zieles müssten bis zum Jahr 2030 in etwa 43 Mio. Elektroautos am europäischen Markt sein.

Bei Betrachtung der Stromverbräuche durch die elektrischen Fahrzeuge und ihren Einfluss auf den Gesamtstromverbrauch der jeweiligen Länder wird ersichtlich, dass sich zum Beispiel für das Zieljahr 2030 sehr unterschiedliche Anteile ergeben. Der

höchste Anteil ergibt sich mit einem Wert von in etwa 16,2% für die Niederlande im Szenario HIGH. Hier steht ein Verbrauch von 18.Mio MWh durch Elektrofahrzeuge einem abgeschätzten Gesamtstromverbrauch von 113 Mio. MWh gegenüber. Dieser hohe Wert für die Niederlande lässt sich damit erklären, dass die Niederlande hinter Norwegen schon heute den höchsten Elektromobilitätsstand in Europa besitzt und die verwendeten Szenarien gleichbleibende Verteilungen zwischen den europäischen Ländern bis zum Jahr 2030 voraussetzt. Auch für Norwegen würde man sich bei Betrachtung der Fahrzeugzahlen einen ähnlich hohen Einfluss der Elektromobilität auf den Gesamtstromverbrauch wie bei den Niederlanden erwarten. Da der Stromverbrauch in Norwegen aber im Vergleich zum europäischen Schnitt sehr hoch ist, ergibt sich dieser hohe Einfluss auf den Gesamtstromverbrauch nicht. Der Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch liegt für Norwegen im Szenario HIGH bei etwa 2%. Der geringste Anteil ergibt sich laut der Berechnung mit 0,0002% für Bulgarien im Szenario LOW wo ein Verbrauch von 400 MWh durch Elektrofahrzeuge einem abgeschätzten Gesamtstromverbrauch von 30 Mio. MWh gegenüber steht.

## 7 Verzeichnisse

### 7.1 Literaturverzeichnis

- Abteilung15. (2016). *Landesstrategie Elektromobilität Steiermark 2030*. Graz: Fachabteilung Energie und Wohnbau;Referat Energietechnik und Klimaschutz.
- ACEA. (2016). *New Passenger Car Registrations by alternative fuel type*. Von European Automobile Manufacturer Association: <http://www.acea.be/press-releases/article/alternative-fuel-vehicle-registrations-0.6-in-second-quarter-of-2016> abgerufen
- ACEA. (2016). *New Passenger Car Registrations by market*. Von European Automobile Manufacturer Association: <http://www.acea.be/press-releases/article/commercial-vehicle-registrations-13.5-over-five-months-16.4-in-may> abgerufen
- Austrian Power Grid. (Tarifmodell in Österreich 2016). APG. Von <https://www.apg.at/de/markt/strommarkt/tarife> abgerufen
- AustriaTech. (2013). *E-Nutzfahrzeuge in Österreich*.
- AVERE. (2016). *AVERE*. Von European Association for Battery,Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicles: [www.avere.org](http://www.avere.org) abgerufen
- Bertram, M., & Bongard, S. (2014). *Elektromobilität im motorisierten Individualverkehr*. Springer Verlag.
- BGR. (2009). *Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit*. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).
- BGR. (2013). *Reserves,Resources and Availability of Energy Resources 2013*. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).
- BMEL. (2009). *Biokraftstoffe - Eine vergleichende Analyse*. Bundesministerium für Ernährung,Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- BMLFUW. (2012). *Electromobility in and from austria*. Wien: BMLFUW,BMVIT,BMWFJ.
- BMLFUW. (2015). *CO2-Monitoring PKW 2015*. Wien: BMLFUW.
- BMLFUW. (2016). *Alternative Antriebe und Kraftstoffe*. Von <http://www.autoverbrauch.at/ireds-126374.html> abgerufen
- BMVIT. (2012). *Gesamtverkehrsplan für Österreich*. Wien: Bundesministerium für Verkehr,Innovation und Technologie.
- BMVIT. (2013). *Radverkehr in Zahlen*. Wien: Bundesministerium für Verkehr,Innovation und Technologie.
- BMVIT. (2016). *Aktionspaket zur Förderung der Elektromobilität*. Wien: Bundesministerium für Verkehr,Innovation und Technologie.
- BMFW. (2015). *Energiestatus Österreich 2015 - Entwicklung bis 2013*.
- BMFW. (2016). *Energiestatus Österreich 2016 - Entwicklung bis 2014*.
- Brand, M. (kein Datum). *Überblick über moderne Energiespeicher und deren Zukunft*. TU München. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, U. u. (Jänner 2016). *Bundeskanzleramt*. Von <https://www.help.gv.at/Portal.Node/hlpd/public/content/100/Seite.1000320.html> abgerufen
- EU. (Klima- und Energiepaket 2020). *Europäische Kommission*. Abgerufen am 2017 von [http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020\\_de](http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_de)
- EU. (Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030). *Europäische Kommission*. Abgerufen am 10. Okt 2016 von [http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030/index_de.htm)
- Europäische Kommission. (2011). *Weißbuch Verkehr*. Brüssel.
- European Automobile Manufacturers Association*. (kein Datum). Von [www.acea.be](http://www.acea.be) abgerufen
- Eurostat. (2016). *Complete energy balances - annual data*. Von [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_110a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_110a&lang=en) abgerufen
- Eurostat. (2016). *Final Energy Consumption EU 28 -2013*. Von [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Final\\_energy\\_consumption,\\_EU-28,\\_2013\\_\(%C2%B9\)\\_\(%25\\_of\\_total,\\_based\\_on\\_tonnes\\_of\\_oil\\_equivalent\)\\_YB15-de.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Final_energy_consumption,_EU-28,_2013_(%C2%B9)_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent)_YB15-de.png) abgerufen

- Eurostat. (2016). *NRG105A*. Von [http://ec.europa.eu/eurostat/product?code=nrg\\_105a&language=en&mode=view](http://ec.europa.eu/eurostat/product?code=nrg_105a&language=en&mode=view) abgerufen
- Eurostat. (2016). *Simplified Energy Balances*. Von [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_100a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_100a&lang=en) abgerufen
- Feichtinger. (2011). *E-Mobilität - Rahmenbedingungen und Möglichkeiten zur Lastbeeinflussung*. Graz: IEE TU Graz.
- Holding Graz. (2016). *Holding Graz*. Von <http://www.holding-graz.at/elektrobusse.html> abgerufen
- Hubbert, M. K. (1956). *Nuclear Energy and the Fossil Fuels*. Houston, Texas: Shell Development Company.
- Hüttl, R. F., Pischetsrieder, B., & Spath, D. (2010). *Elektromobilität-Potentiale und wissenschaftlich-technische Herausforderungen*. Springer Verlag.
- IEA. (2016). *Global EV Outlook 2016*. Internationale Energieagentur.
- IEA. (2016). *Internationale Energie Agentur*. Von Sankey Diagramm Austria 2013 Final Consumption: <https://www.iea.org/Sankey/#?c=Austria&s=Final%20consumption> abgerufen
- IEA. (10 2016). *Internationale Energieagentur*. Von Balance Definitions: <https://www.iea.org/statistics/resources/balancedefinitions/> abgerufen
- Kampker, A., Vallée, D., & Schnettler, A. (2013). *Elektromobilität-Grundlagen einer Zukunftstechnologie*. Springer Verlag.
- Karle, A. (2015). *Elektromobilität - Grundlagen und Praxis*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG .
- McKinsey. (2011). *Boost! Transforming the powertrain value chain – a portfolio challenge*. McKinsey.
- Norwegen.no. (2016). *Norwegens globaler Energievorteil*. Von [http://www.norwegen.no/arkiv/Marius-Oekonomi/Nortrade\\_no/#.WFEWV1y7m70](http://www.norwegen.no/arkiv/Marius-Oekonomi/Nortrade_no/#.WFEWV1y7m70) abgerufen
- OICA. (2016). *World Vehicles in Use (2005-2014)*.
- Pavicic, T. (2014). *Energieinitiative.org*. Von <http://energieinitiative.org/so-funktionieren-elektroautos/> abgerufen
- PWC. (2010). *Elektromobilität Herausforderungen für Industrie und öffentliche Hand*. Frankfurt am Main.
- Quaschnig, V. (2016). *Sektorkopplung durch die Energiewende*. Berlin.
- SA. (2016). *Fahrzeugbestand August 2016 Österreich*. Statistik Austria.
- Sauer, D. D. (2009). *Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme*. Aachen: G. Jacobs.
- Sauer, D. D. (2009). *Batteriesysteme für Flurförderfahrzeuge*. Düsseldorf: VDI Verlag.
- Schmülling Benedikt. (2013). *Ausgewählte Themen der elektrischen Antriebstechnik 1 - Elektromobilität. Vorlesung 5*. Bergische Universität Wuppertal.
- Standard. (2016). *www.derstandard.at*. Von <http://derstandard.at/2000044778276/Oesterreicher-fahren-knapp-9-000-Kilometer-pro-Jahr-mit-dem> abgerufen
- The Mobility House. (2017). *Ladekabelarten und Steckertypen*. Abgerufen am 2017 von <http://mobilityhouse.com/de/ladekabelarten-und-steckertypen/>
- Umweltbundesamt. (2016). *Biokraftstoffe als Alternative*. Von <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/verkehr/kraftstoffe/biokraftstoff1/> abgerufen
- UNFCCC. (2015). *Paris Declaration on Electro-Mobility and Climate Change & Call to Action*. Von Lima-Paris Action Agenda: [http://www.unep.org/transport/EMOB/pdf/Paris\\_ElectroMobility\\_Declaration\\_2Dec.pdf](http://www.unep.org/transport/EMOB/pdf/Paris_ElectroMobility_Declaration_2Dec.pdf) abgerufen
- VCÖ. (2014). *Welche Infrastrukturen Elektro-Mobilität braucht*. Verkehrsclub Österreich.

## 7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Quellen der CO <sub>2</sub> -Emissionen (Datenquellen: IEA, Statistik Austria, eigene Darstellung) .	9
Abbildung 2: Zusammensetzung der Treibhausgasemissionen AUT 2014, (Datenquelle: (BMWWF, 2016, S. 107) eigene Darstellung) .....	10
Abbildung 3: Weißbuch Verkehr Mobilitätsziel (Europäische Kommission, 2011, S. 10) .....	13
Abbildung 4: Österreichs Energetischer Endverbrauch nach Wirtschaftssektoren (BMWWF, Energiestatus Österreich 2015 - Entwicklung bis 2013, 2015, S. 110) eigene Darstellung .....	14
Abbildung 5: Energetischer Endverbrauch 2013 Vergleich AUT-EU28, Quelle: (Eurostat, Final Energy Consumption EU 28 -2013)&Statistik Austria), eigene Darstellung .....	14
Abbildung 6: Erste Schätzung für weltweite Erdölvorräte-Peak Oil-1956, Quelle: (Hubbert, 1956, S. 22) .....	16
Abbildung 7: Peak-Oil Prognosen für konventionelles Erdöl, Quelle: (BGR, Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, 2009, S. 237) .....	17
Abbildung 8: Peak-Oil Prognosen für konventionelles und nicht konventionelles Erdöl, Quelle: (BGR, Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, 2009, S. 237) .....	17
Abbildung 9: Gesamtpotential Erdöl 2007, Quelle: (Bertram & Bongard, 2014, S. 45) .....	18
Abbildung 10: Strategische Ellipse, Quelle: (BGR, Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, 2009, S. 253) .....	18
Abbildung 11: Durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Emissionen Neuwagen AUT & EU, Quelle: (BMLFUW, CO <sub>2</sub> -Monitoring PKW 2015, 2015, S. 14) .....	19
Abbildung 12: Durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Emissionen für Neuwagen in EU (Quelle: ACEA ,eigene Darstellung).....	20
Abbildung 13: Durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Emissionen – EU Übersicht (Quelle: ACEA ) .....	20
Abbildung 14: Drehmomentkennlinien ,Quelle: (Karle, 2015, S. 66).....	25
Abbildung 15: Schematik Elektro- und Verbrennungskraftwagen (Quelle energieinitiative.org) .....	29
Abbildung 16: CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Ausführungsart (Datenquelle: Herstellerangaben, eigene Darstellung).....	32
Abbildung 17: Schema Lithium-Ionen Akku, Quelle: (Karle, 2015, S. 77) .....	37
Abbildung 18: Ragone Diagramm (Quelle: Saft S.A.) .....	40
Abbildung 19: Übersicht Lademodi, in Anlehnung an (Karle, 2015, S. 95).....	42
Abbildung 20: Sankey Diagramm Österreich (2013) (Quelle: (IEA, Internationale Energie Agentur, 2016) .....	45
Abbildung 21: Europakarte mit Darstellung der Marktanteile (© IEE, TU Graz) .....	47
Abbildung 22: Länder mit Marktanteil < 0,1% .....	48
Abbildung 23: Länder mit Marktanteil ≥ 0,1%.....	49
Abbildung 24: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Österreich .....	50
Abbildung 25: Elektrofahrzeugbestand Steiermark, Quelle: (Abteilung15, 2016, S. 2) .....	55
Abbildung 26: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Belgien .....	56
Abbildung 27: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Dänemark .....	57
Abbildung 28: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Deutschland.....	58
Abbildung 29: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Estland .....	59
Abbildung 30: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Frankreich.....	60
Abbildung 31: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Island .....	61
Abbildung 32:Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Luxemburg.....	62
Abbildung 33: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Niederlande .....	63
Abbildung 34: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Norwegen .....	65
Abbildung 35: Neuanmeldezahlen in Norwegen – Darstellung des Marktanteils (2008-2016) (Quelle: EAFO) .....	67
Abbildung 36: Energiepreise im Europavergleich (2014) (Quelle: EuroStat) .....	68
Abbildung 37: Jahresstromverbrauch pro Kopf verschiedener Länder (2000-2012) (Quelle: Worldbank) .....	68
Abbildung 38: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Schweden .....	69
Abbildung 39: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),Schweiz .....	70
Abbildung 40: Fahrzeuge in Betrieb und Final Energy Consumption (2014),UK.....	71
Abbildung 41: EV Bestand Europa 2011-2015.....	73

Abbildung 42: EV Bestand Europa 2011-2015 nach Typ.....	74
Abbildung 43: Global EV Scenario (bis 2030),Quelle: (IEA, 2016) .....	75
Abbildung 44: Elektromobilitätsziele (Global und Europa) .....	77
Abbildung 45: Szenario LOW .....	79
Abbildung 46: Szenario MEDIUM.....	81
Abbildung 47: Szenario HIGH .....	83
Abbildung 48: Gegenüberstellung der Szenarien.....	85
Abbildung 49: Modell zur Stromberechnung (Ausschnitt) .....	88
Abbildung 50: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario LOW .....	90
Abbildung 51: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario MEDIUM.....	92
Abbildung 52: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario HIGH .....	94
Abbildung 53: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – 2030.....	95
Abbildung 54: Netzebenen Österreich Quelle: (Austrian Power Grid, 2016) .....	97
Abbildung 55: Endenergieeinsatz (FEC) Europa nach Sektoren (2014) (Eurostat, Simplified Energy Balances, 2016)).....	107

### 7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung Kyoto (1997) und Paris (2015), eigene Darstellung .....	11
Tabelle 2: Übersicht EU-Ziele (eigene Darstellung) .....	12
Tabelle 3: Biokraftstoffe Übersicht (vgl. BMEL, 2009, S. 12,13) eigene Darstellung .....	21
Tabelle 4: Fahrzeugbestand Österreich August 2016, (Quelle: Statistik Austria).....	28
Tabelle 5: Fahrzeugvergleich (Datenquelle: Herstellerangaben, eigene Darstellung).....	31
Tabelle 6: Übersicht Fahrzeugkonzept und Lebensdaueranforderung (Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 9)eigene Darstellung.....	34
Tabelle 7: Übersicht über Energiespeicherarten (vgl. Brand, S. 35) eigene Darstellung .....	35
Tabelle 8: Lithium-Ionen Zelltypen (vgl. Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 17) eigene Darstellung .....	38
Tabelle 9: Übersicht Fahrzeugkonzept und Batterietechnologie (Sauer, Aktuelle Entwicklungen zu elektrischen Energiespeichern für Antriebssysteme, 2009, S. 7)eigene Darstellung.....	39
Tabelle 10: Vergleich Elektroenergiespeicher und ihre Vor- und Nachteile (vgl. Brand, S. 13ff) eigene Darstellung.....	39
Tabelle 11: Zusammenfassung Lademodi, (Quelle: eigene Darstellung) .....	42
Tabelle 12: Übersicht über Strom-, Spannungs- und Leistungsaufnahme (Quellen: Herstellerangaben bzw. (The Mobility House, 2017) eigene Darstellung).....	43
Tabelle 13: Marktanteile von EV in europäischen Ländern 2015.....	46
Tabelle 14: Länder mit Marktanteil < 0,1%.....	48
Tabelle 15: Länder mit Marktanteil ≥ 0,1% .....	49
Tabelle 16: PKW-Typen in Österreich 08-2016 (Quelle: (SA, 2016, S. 2)).....	50
Tabelle 17: Förderungsübersicht Österreich (2016) .....	51
Tabelle 18:installierte Ladestationen Österreich .....	51
Tabelle 19: Aktionspaket für Elektromobilitätsförderung (ab 2017),Quelle: (BMVIT, Aktionspaket zur Förderung der Elektromobilität, 2016) .....	52
Tabelle 20: Landesstrategie EM, Ziele für Fahrzeugbestand, Quelle: (Abteilung15, 2016, S. 16).....	53
Tabelle 21: Landesstrategie EM, Ziele für Ladeinfrastruktur, Quelle: (Abteilung15, 2016, S. 17).....	54
Tabelle 22: Förderungsübersicht Belgien.....	56
Tabelle 23: installierte Ladestationen Belgien.....	56
Tabelle 24: Förderungsübersicht Dänemark .....	57
Tabelle 25: installierte Ladestationen Dänemark .....	57
Tabelle 26: Förderungsübersicht Deutschland.....	58
Tabelle 27: installierte Ladestationen Deutschland.....	58
Tabelle 28: installierte Ladestationen Estland.....	59
Tabelle 29: Förderungsübersicht Frankreich.....	60
Tabelle 30: installierte Ladestationen Frankreich.....	60

Tabelle 31: Förderungsübersicht Island .....	61
Tabelle 32: installierte Ladestationen Island .....	61
Tabelle 33: Förderungsübersicht Luxemburg.....	62
Tabelle 34: installierte Ladestationen Luxemburg.....	62
Tabelle 35: Förderungsübersicht Niederlande .....	63
Tabelle 36: installierte Ladestationen Niederlande .....	64
Tabelle 37: Förderungsübersicht Norwegen .....	65
Tabelle 38: installierte Ladestationen Norwegen .....	66
Tabelle 39: Förderungsübersicht Schweden.....	69
Tabelle 40: installierte Ladestationen Schweden.....	69
Tabelle 41: Förderungsübersicht Schweiz .....	70
Tabelle 42: installierte Ladestationen Schweiz .....	70
Tabelle 43: Förderungsübersicht UK.....	71
Tabelle 44: installierte Ladestationen UK.....	71
Tabelle 45: Gesamtübersicht der Begünstigungen .....	72
Tabelle 46: Globaler EV Markt zu Europa EV Markt.....	76
Tabelle 47: Europa Szenario Umrechnung .....	77
Tabelle 48: Berechnung für Szenario LOW.....	79
Tabelle 49: Berechnung Szenario MEDIUM .....	81
Tabelle 50: Berechnung für Szenario HIGH.....	83
Tabelle 51: Gegenüberstellung der Szenarien.....	84
Tabelle 52: Ermittlung Referenzfahrzeug BEV (Datenquelle: Herstellerangaben) .....	86
Tabelle 53: Ermittlung Referenzfahrzeug PHEV (Datenquelle: Herstellerangaben).....	87
Tabelle 54: Parameter für Stromverbrauchsberechnung .....	87
Tabelle 55: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario LOW .....	89
Tabelle 56: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario MEDIUM.....	91
Tabelle 57: Anteil der Elektromobilität am Gesamtstromverbrauch – Szenario HIGH.....	93
Tabelle 58: Übersicht über Ladepunkte Europa (Quelle: EAFO) .....	108
Tabelle 59: Zahlen aus dem Global EV Outlook 2016 (IEA, 2016).....	109
Tabelle 60: Energetischer Endverbrauch nach Wirtschaftssektoren in Österreich (Quelle: Statistik Austria).....	110
Tabelle 61: Zulassungszahlen europäischer Länder - Teil1 (Quelle: OICA).....	111
Tabelle 62: Zulassungszahlen europäischer Länder - Teil2 (Quelle: OICA).....	112
Tabelle 63: Elektrofahrzeugbestand in Europa 2011 und 2012 (Quelle: EAFO) .....	113
Tabelle 64: Elektrofahrzeugbestand in Europa 2013 und 2014 (Quelle: EAFO) .....	114
Tabelle 65: Elektrofahrzeugbestand in Europa 2015 (Datenquelle: EAFO) .....	115
Tabelle 66: Verkaufszahlen Europa BEV und PHEV nach Modellen (2011-2015) (Datenquelle: EAFO) .....	116
Tabelle 67: prozentuelle Verteilung nach Fahrzeugtyp .....	117
Tabelle 68: Anzahl BEV-Fahrzeuge - Szenario LOW .....	118
Tabelle 69: Anzahl PHEV-Fahrzeuge - Szenario LOW.....	119
Tabelle 70: Anzahl BEV-Fahrzeuge - Szenario MED .....	120
Tabelle 71: Anzahl PHEV-Fahrzeuge - Szenario MED.....	121
Tabelle 72: Anzahl BEV-Fahrzeuge - Szenario HIGH .....	122
Tabelle 73: Anzahl PHEV-Fahrzeuge - Szenario HIGH.....	123
Tabelle 74: Stromverbrauch 2011-2014 ausgewählte Länder, (Eurostat, 2016), eigene Darstellung	124
Tabelle 75: Stromverbrauch Europa 2005 -2014, (Eurostat, 2016), eigene Darstellung.....	125
Tabelle 76: Jährlicher Anstieg Gesamtstromverbrauch .....	126
Tabelle 77: Energy Consumption europäischer Länder in den Sektoren „industry“ und „transport“ ...	127
Tabelle 78: Energy Consumption europäischer Länder in „other sectors“ und „non energy consumption“ .....	128
Tabelle 79: Final Energy Consumption europäischer Länder .....	129
Tabelle 80: Übersicht über europäische Staaten und Mobilitätsverbände.....	130

## 8 Anhang

### 8.1 Erläuterungen

#### Erläuterungen der unter Kapitel 3.1 erwähnten Endsektoren der Final Energy Consumption (FEC):

##### **Sektor „industry“**

wird von der IEA folgend spezifiziert:

(vgl. <https://www.iea.org/statistics/resources/balanceddefinitions/#industry>)

- Eisen- und Stahlindustrie (ISIC Gruppe 241 und Class 2431)
- Chemie- und Petrochemie Industrie (ISIC Div. 20 und 21)
- Nichteisenmetallindustrie (ISIC Gruppe 242 und Class 2432)
- Nichtmetallische Mineralien (Glas, Keramik, Zement,..) (ISIC Div. 23)
- Transport Equipment (ISIC Div. 29 und 30)
- Maschinenanlagen, Metallprodukte, andere als Transport Equipment (ISIC Div. 25 bis 28)
- Bergbau (ohne Brennstoffe) (ISIC Div. 07 und 08 und Gruppe 099);
- Nahrung und Tabak (ISIC Div. 10 bis 12)
- Papier-, Zellstoff- und Druckindustrie (ISIC Div. 17 und 18)
- Holz und Holzprodukte (andere als Zellstoff und Papier) (ISIC Div. 16)
- Bauindustrie (ISIC Div. 41 bis 43)
- Textil- und Lederindustrie (ISIC Div. 13 bis 15)
- nicht spezifizierte Industrie (jede herstellende Industrie die in obigen Punkten nicht inkludiert ist (ISIC Div. 22, 31 und 32)

##### **Sektor „transport“**

umfasst alle Transportaktivitäten unabhängig vom Wirtschaftssektor, in dem sie genutzt werden, und wird wie folgt angegeben:

- Luftfahrt (Inland)  
umfasst die Lieferung von Treibstoff für die heimische Luftfahrtindustrie in wirtschaftlichen, privaten sowie landwirtschaftlichen Bereichen etc. Dies beinhaltet nicht nur Treibstofflieferungen für Flugzwecke, sondern auch für anderweitige Zwecke wie z.B. Motorenleistungsüberprüfungen.
- Straßen  
umfassen Treibstoffe für Straßenfahrzeuge sowie landwirtschaftliche und industrielle Fahrzeuge. Ausgenommen sind hier Treibstoffe für Militärfahrzeuge sowie für stehende Maschinen und Traktoren.
- Bahnverkehr  
beinhaltet Verbräuche im Eisenbahnverkehr einschließlich industriellen Güterverkehrs.
- Pipeline Transport

umfasst den Energieverbrauch für den Betrieb von Pipelines für Gase, Flüssigkeiten etc. sowie den Energiekonsum für deren Instandhaltung. Nicht beinhaltet ist hier der Transport von heißem Wasser, synthetischen Gasen und Dampf (ISIC Division 36) vom Verteiler bis hin zum Endverbraucher.

- Schiffsverkehr (Inland)  
beinhaltet den Treibstoffverbrauch für inländischen Schiffsverkehr. Ausgenommen sind Treibstoffe für Hochsee-, Küsten- und Binnenfischerei sowie für militärische Zwecke.
- Nicht spezifiziert  
umfasst alle Transportwege, die in keiner anderen Kategorie erfasst wurden.

(vgl. <https://www.iea.org/statistics/resources/balanceddefinitions/#transport>)

### **Sektor „others“**

fasst örtliche, gewerbsmäßige und öffentliche Dienste sowie Fischerei, Land- und Forstwirtschaft und weitere nicht genauer spezifizierte Sektoren zusammen.

(vgl. <https://www.iea.org/statistics/resources/balanceddefinitions/#others>)

### **Sektor „non-energy consumption“**

bezieht sich auf Brennstoffe, die in verschiedenen Sektoren als Rohstoffe und nicht als Brennstoff verwendet oder in einen anderen Brennstoff umgewandelt werden. Hierbei ist zu beachten, dass in der Energiestatistik nur die Mengen der Biomasseerzeugnisse angegeben werden, die explizit zur Energiegewinnung eingesetzt werden (ein kleiner Teil der Gesamtmenge). Die nicht energetische Nutzung von Biomasse wird daher nicht berücksichtigt und wird mit einem Wert von null angenommen.

(vgl. <https://www.iea.org/statistics/resources/balanceddefinitions/#nonenergyuse>)

## 8.2 Tabellen und Abbildungen

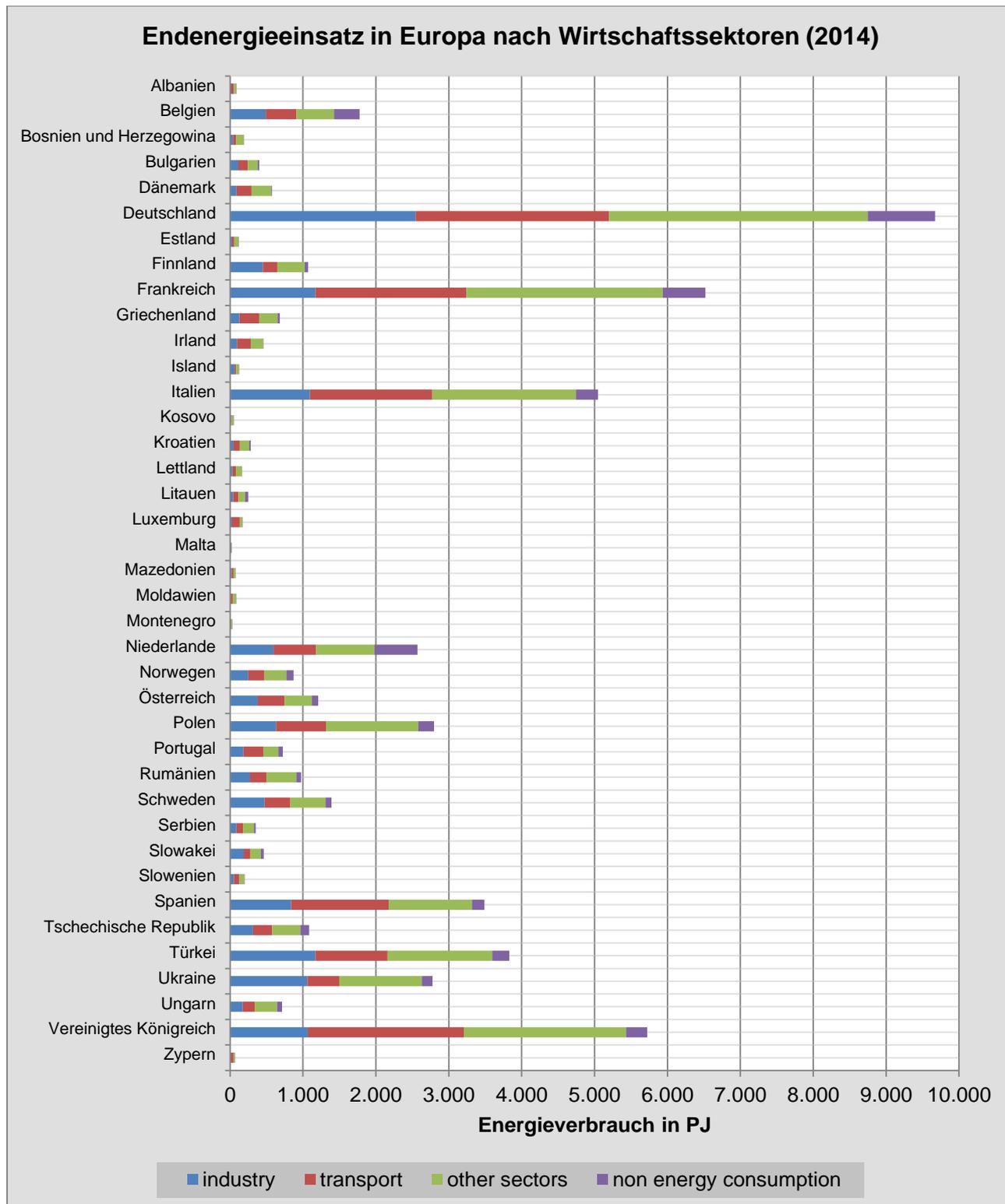


Abbildung 55: Endenergieeinsatz (FEC) Europa nach Sektoren (2014) (Eurostat, Simplified Energy Balances, 2016))

Country	Charging Power	kW	# positions	# PEV per position	Country	Charging Power	kW	# positions	# PEV per position
Austria	Normal Power	≤ 22	2883	5	Latvia	Normal Power	≤ 22	60	5
	High Power	> 22	415	39		High Power	> 22	12	25
	Totals		3298	4		Totals		72	4
Belgium	Normal Power	≤ 22	1335	12	Lithuania	Normal Power	≤ 22	15	13
	High Power	> 22	453	37		High Power	> 22	3	66
	Totals		1788	9		Totals		18	11
Bulgaria	Normal Power	≤ 22	18	3735	Luxembourg	Normal Power	≤ 22	202	7
	High Power	> 22	3	22411		High Power	> 22	10	146
	Totals		21	3201		Totals		212	6
Croatia	Normal Power	≤ 22	61	8	Malta	Normal Power	≤ 22	206	0
	High Power	> 22	21	25		High Power	> 22	0	0
	Totals		82	6		Totals		206	0
Cyprus	Normal Power	≤ 22	36	1	Netherlands	Normal Power	≤ 22	22963	4
	High Power	> 22	0	0		High Power	> 22	512	206
	Totals		36	1		Totals		23475	4
Czech Republic	Normal Power	≤ 22	209	42	Norway	Normal Power	≤ 22	6695	14
	High Power	> 22	124	70		High Power	> 22	957	101
	Totals		333	26		Totals		7652	12
Denmark	Normal Power	≤ 22	1398	6	Poland	Normal Power	≤ 22	290	12
	High Power	> 22	376	24		High Power	> 22	16	233
	Totals		1774	5		Totals		306	12
Estonia	Normal Power	≤ 22	25	66	Portugal	Normal Power	≤ 22	1192	2
	High Power	> 22	167	9		High Power	> 22	19	168
	Totals		192	8		Totals		1211	2
Finland	Normal Power	≤ 22	706	4	Romania	Normal Power	≤ 22	58	10
	High Power	> 22	183	17		High Power	> 22	3	199
	Totals		889	3		Totals		61	9
France	Normal Power	≤ 22	12111	8	Slovakia	Normal Power	≤ 22	255	7
	High Power	> 22	1323	79		High Power	> 22	80	24
	Totals		13434	7		Totals		335	5
Germany	Normal Power	≤ 22	13027	13	Slovenia	Normal Power	≤ 22	348	1
	High Power	> 22	1121	152		High Power	> 22	75	6
	Totals		14148	12		Totals		423	1
Greece	Normal Power	≤ 22	31	39	Spain	Normal Power	≤ 22	1378	8
	High Power	> 22	2	605		High Power	> 22	303	38
	Totals		33	36		Totals		1681	6
Hungary	Normal Power	≤ 22	158	35	Sweden	Normal Power	≤ 22	1651	44
	High Power	> 22	30	188		High Power	> 22	472	155
	Totals		188	30		Totals		2123	34
Iceland	Normal Power	≤ 22	11	237	Switzerland	Normal Power	≤ 22	3399	6
	High Power	> 22	11	237		High Power	> 22	427	51
	Totals		22	118		Totals		3826	5
Ireland	Normal Power	≤ 22	837	2	Turkey	Normal Power	≤ 22	69	6
	High Power	> 22	137	12		High Power	> 22	7	63
	Totals		974	1		Totals		76	5
Italy	Normal Power	≤ 22	1700	609	United Kingdom	Normal Power	≤ 22	9333	7
	High Power	> 22	87	11919		High Power	> 22	2147	33
	Totals		1787	580		Totals		11480	6

Tabelle 58: Übersicht über Ladepunkte Europa (Quelle: [EAFO](#))

**Table 6 • Electric car stock (BEV and PHEV) by country, 2005-15 (thousands)**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Canada							0.52	2.60	5.71	10.78	18.45
China						1.43	6.50	16.40	31.74	104.91	312.29
France	0.01	0.01	0.01	0.01	0.11	0.30	2.93	9.25	18.88	31.50	54.29
Germany	0.02	0.02	0.02	0.09	0.10	0.25	2.34	6.13	13.25	26.03	49.22
India				0.37	0.53	0.88	1.33	2.76	3.13	4.02	6.02
Italy	0.53	0.53	0.53	0.60	0.60	0.64	0.76	1.42	2.47	3.99	6.13
Japan					1.08	3.52	16.14	40.58	69.46	101.74	126.40
Korea						0.06	0.34	0.85	1.45	1.52	4.33
Netherlands				0.01	0.15	0.27	1.14	6.26	28.67	43.76	87.53
Norway				0.25	0.39	0.79	2.80	7.21	15.42	35.21	70.82
Portugal						0.02	0.22	0.32	0.53	0.82	2.00
South Africa									0.03	0.05	0.29
Spain						0.07	0.65	1.20	2.21	3.66	5.95
Sweden		0.12	0.13	0.13	0.16	0.19	0.37	1.25	2.65	7.09	14.53
United Kingdom					0.19	0.29	1.37	3.78	7.28	21.86	49.67
United States	1.12	1.12	1.12	2.58	2.58	3.77	21.50	74.74	171.44	290.22	404.09
Others*							1.73	4.48	8.76	19.59	44.89
<b>Total</b>	<b>1.67</b>	<b>1.78</b>	<b>1.79</b>	<b>4.04</b>	<b>5.89</b>	<b>12.48</b>	<b>60.65</b>	<b>179.23</b>	<b>383.09</b>	<b>706.77</b>	<b>1 256.90</b>

**Table 7 • Battery electric cars, stock by country, 2005-15 (thousands)**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Canada							0.22	0.88	2.52	5.34	10.03
China						1.09	5.84	15.48	30.09	79.00	225.72
France	0.01	0.01	0.01	0.01	0.11	0.30	2.93	8.58	17.34	27.90	45.17
Germany	0.02	0.02	0.02	0.09	0.10	0.25	2.07	4.63	10.09	18.47	30.56
India				0.37	0.53	0.88	1.33	2.76	2.95	3.35	4.35
Italy	0.53	0.53	0.53	0.60	0.60	0.64	0.76	1.27	2.10	3.18	4.58
Japan					1.08	3.52	16.13	29.60	44.35	60.46	70.93
Korea						0.06	0.34	0.85	1.45	1.52	4.06
Netherlands				0.01	0.15	0.27	1.12	1.91	4.16	6.83	9.37
Norway				0.25	0.39	0.79	2.80	6.87	14.75	32.86	60.65
Portugal						0.02	0.22	0.28	0.45	0.65	1.28
South Africa									0.03	0.05	0.17
Spain						0.07	0.64	1.09	2.01	3.04	4.46
Sweden		0.12	0.13	0.13	0.16	0.19	0.37	0.60	1.01	2.17	4.77
United Kingdom					0.19	0.29	1.36	2.78	5.33	12.01	21.42
United States	1.12	1.12	1.12	2.58	2.58	3.77	13.52	28.17	75.86	139.28	210.33
Others*							1.68	3.52	7.02	14.99	31.98
<b>Total</b>	<b>1.67</b>	<b>1.78</b>	<b>1.79</b>	<b>4.04</b>	<b>5.89</b>	<b>12.13</b>	<b>51.33</b>	<b>109.26</b>	<b>221.52</b>	<b>411.09</b>	<b>739.81</b>

**Table 8 • Plug-in hybrid electric cars, stock by country, 2005-15 (thousands)**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Canada							0.30	1.72	3.20	5.44	8.42
China						0.34	0.66	0.92	1.65	25.92	86.58
France							0.00	0.67	1.53	3.60	9.12
Germany							0.27	1.50	3.15	7.56	18.67
India									0.19	0.66	1.66
Italy							0.00	0.15	0.37	0.81	1.55
Japan							0.02	10.98	25.11	41.28	55.47
Korea											0.27
Netherlands							0.02	4.35	24.51	36.94	78.16
Norway					0.01	0.01	0.01	0.35	0.67	2.35	10.17
Portugal							0.00	0.03	0.08	0.18	0.72
South Africa											0.12
Spain							0.01	0.12	0.20	0.62	1.49
Sweden								0.65	1.64	4.92	9.76
United Kingdom							0.01	1.00	1.95	9.86	28.25
United States							7.98	46.57	95.58	150.94	193.77
Others*							0.05	0.96	1.75	4.60	12.91
<b>Total</b>						<b>0.35</b>	<b>9.32</b>	<b>69.96</b>	<b>161.57</b>	<b>295.68</b>	<b>517.10</b>

\* Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Latvia, Liechtenstein, Lithuania, Luxembourg, Malta, Poland, Romania, Slovak Republic, Slovenia, Switzerland, Turkey.

Tabelle 59: Zahlen aus dem Global EV Outlook 2016 (IEA, 2016)

Energetischer Endverbrauch nach Wirtschaftssektoren (AUT) 1990 - 2013													
Jahr	Produzierender Bereich		Verkehr		Dienstleistungen		Private Haushalte		Landwirtschaft		Gesamt		
	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%	
1990	216,6	28,3	208,8	27,2	73,1	9,5	243,5	31,8	24,5	3,2	766,5	100	
1991	219,3	26,5	231,3	27,9	82,6	10,0	270,4	32,6	24,7	3,0	828,4	100	
1992	209,5	25,9	232,8	28,8	86,5	10,7	255,7	31,6	24,0	3,0	808,5	100	
1993	213,2	25,9	238,0	28,9	89,5	10,9	260,5	31,6	22,9	2,8	824,0	100	
1994	214,3	26,6	239,4	29,7	85,7	10,6	245,7	30,5	21,5	2,7	806,6	100	
1995	218,4	25,9	244,7	29,0	96,4	11,4	262,9	31,1	22,5	2,7	844,8	100	
1996	224,5	24,4	268,5	29,2	115,9	12,6	286,4	31,2	23,5	2,6	918,9	100	
1997	242,8	27,0	256,8	28,6	115,1	12,8	260,5	29,0	23,5	2,6	898,7	100	
1998	237,1	25,6	287,0	31,0	114,6	12,4	264,3	28,5	23,6	2,5	926,5	100	
1999	235,6	25,2	280,3	30,0	127,3	13,6	268,3	28,7	22,9	2,5	934,4	100	
2000	253,6	26,9	292,7	31,1	113,2	12,0	259,6	27,6	22,2	2,4	941,3	100	
2001	258,8	25,9	313,1	31,3	131,5	13,2	272,5	27,3	22,8	2,3	998,8	100	
2002	257,0	25,6	335,8	33,4	127,0	12,6	263,4	26,2	22,2	2,2	1005,3	100	
2003	272,0	25,7	357,0	33,7	140,6	13,3	268,2	25,3	22,8	2,1	1060,6	100	
2004	287,8	26,7	364,5	33,8	138,9	12,9	262,9	24,4	23,0	2,1	1077,0	100	
2005	303,0	27,3	379,3	34,1	124,7	11,2	281,0	25,3	22,9	2,1	1110,9	100	
2006	307,0	27,8	374,3	33,8	134,2	12,1	268,5	24,3	22,2	2,0	1106,3	100	
2007	311,8	28,5	382,0	34,9	123,4	11,3	255,9	23,4	22,2	2,0	1095,3	100	
2008	318,9	28,7	369,7	33,3	135,2	12,2	263,0	23,7	22,6	2,0	1109,3	100	
2009	309,4	29,0	356,4	33,4	117,0	11,0	263,2	24,6	22,3	2,1	1068,3	100	
2010	329,4	29,0	366,6	32,3	128,2	11,3	286,8	25,3	23,5	2,1	1134,6	100	
2011	336,3	30,6	357,7	32,6	115,8	10,5	266,2	24,2	22,2	2,0	1098,2	100	
2012	333,9	30,4	353,9	32,2	112,6	10,2	275,8	25,1	23,6	2,1	1099,8	100	
2013	335,7	30,0	370,3	33,1	111,4	10,0	278,2	24,9	23,7	2,1	1119,2	100	

Tabelle 60: Energetischer Endverbrauch nach Wirtschaftssektoren in Österreich (Quelle: Statistik Austria)

Zulassungszahlen europäischer Länder - in Mio. Fahrzeugen - Teil 1													
Country	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Motorization rate 2013 (/1000 inh.)	Motorization rate 2014 (/1000 inh.)	
Europa	322	330	335	345	348	354	362	368	375	382	0,46	0,46	0,46
EU 28 countries + EFTA	270	275	276	281	283	287	290	293	296	299	0,56	0,56	0,57
EU 15 countries + EFTA	233	237	235	237	238	241	243	244	246	248	0,59	0,59	0,59
Albanien	0,28	0,31	0,32	0,36	0,36	0,42	0,41	0,41	0,41	0,45	0,14	0,14	0,16
Belgien	5,54	5,62	5,72	5,82	5,90	6,04	6,14	6,18	6,24	6,33	0,56	0,56	0,57
Bosnien und Herzegowina	0,61	0,63	0,67	0,73	0,76	0,81	0,88	0,93	0,97	0,99	0,25	0,25	0,26
Bulgarien	2,91	2,02	2,37	2,69	2,84	2,96	3,07	3,20	3,32	3,47	0,46	0,46	0,48
Dänemark	2,45	2,55	2,62	2,65	2,64	2,66	2,68	2,71	2,73	2,78	0,49	0,49	0,50
Deutschland	49,22	49,74	44,02	44,18	44,63	45,26	45,98	46,54	47,01	47,65	0,57	0,57	0,58
Estland	0,58	0,65	0,60	0,64	0,63	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,55	0,55	0,58
Finnland	2,78	2,87	2,96	3,12	3,21	3,33	3,46	3,56	3,65	3,75	0,68	0,68	0,70
Frankreich	36,30	36,66	37,03	37,21	37,44	37,74	38,07	38,14	38,20	38,41	0,58	0,58	0,58
Georgien	0,41	0,47	0,52	0,60	0,64	0,69	0,71	0,75	0,79	0,81	0,19	0,19	0,20
Griechenland	5,52	5,79	6,08	6,34	6,46	6,56	6,55	6,51	6,47	6,46	0,58	0,58	0,58
Irland	1,98	2,13	2,26	2,31	2,28	2,23	2,24	2,20	2,24	2,26	0,49	0,49	0,48
Island	0,21	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,85	0,85	0,86
Italien	39,09	39,88	40,37	40,89	41,21	41,65	42,07	42,00	41,83	41,95	0,69	0,69	0,69
Kroatien	1,55	1,61	1,67	1,72	1,70	1,68	1,68	1,59	1,59	1,62	0,37	0,37	0,38
Lettland	0,87	0,95	1,05	1,07	1,03	0,71	0,69	0,70	0,72	0,75	0,34	0,34	0,37
Litauen	1,62	1,77	1,78	1,87	1,89	1,88	1,90	1,95	2,01	2,09	0,67	0,67	0,70
Luxemburg	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,81	0,81	0,83
Malta	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30	0,32	0,76	0,76	0,79
Mazedonien	0,27	0,26	0,27	0,28	0,30	0,33	0,35	0,34	0,38	0,41	0,19	0,19	0,20

Tabelle 61: Zulassungszahlen europäischer Länder - Teil1 (Quelle: [OICA](#))

Zulassungszahlen europäischer Länder - in Mio. Fahrzeugen - Teil 2													
Country	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Motorization rate 2013 (/1000 inh.)	Motorization rate 2014 (/1000 inh.)	
Europa	322	330	335	345	348	354	362	368	375	382	0,46	0,46	
EU 28 countries + EFTA	270	275	276	281	283	287	290	293	296	299	0,56	0,57	
EU 15 countries + EFTA	233	237	235	237	238	241	243	244	246	248	0,59	0,59	
Moldawien	0,40	0,43	0,46	0,50	0,54	0,59	0,61	0,63	0,66	0,69	0,16	0,17	
Niederlande	8,16	8,29	8,47	8,64	8,72	8,82	8,92	8,96	9,21	9,24	0,55	0,55	
Norwegen	2,52	2,60	2,69	2,74	2,79	2,86	2,93	3,00	3,07	3,12	0,61	0,61	
Österreich	4,52	4,58	4,63	4,68	4,76	4,85	4,93	5,01	5,08	5,14	0,60	0,60	
Polen	14,82	15,96	17,31	19,01	19,52	20,46	21,25	22,17	22,85	23,67	0,60	0,62	
Portugal	5,52	5,63	5,73	5,76	5,81	5,83	5,87	5,81	5,75	5,70	0,54	0,54	
Rumänien	3,90	3,79	4,18	4,71	4,95	5,03	5,07	5,25	5,44	5,70	0,25	0,26	
Russland	31,21	32,55	35,46	38,26	39,30	40,66	42,86	45,42	48,13	50,50	0,34	0,35	
Schweden	4,63	4,70	4,78	4,80	4,83	4,88	4,96	5,02	5,07	5,18	0,53	0,54	
Schweiz	4,21	4,26	4,33	4,37	4,39	4,46	4,57	4,68	4,75	4,83	0,59	0,59	
Serbien	1,65	1,69	1,66	1,67	1,83	1,74	1,86	1,90	1,92	2,00	0,21	0,22	
Slowakei	1,51	1,55	1,68	1,82	1,89	1,97	2,06	2,13	2,20	2,27	0,40	0,41	
Slowenien	1,04	1,06	1,10	1,14	1,16	1,16	1,17	1,17	1,16	1,17	0,55	0,56	
Spanien	25,16	26,23	27,17	27,61	27,39	27,51	27,60	27,48	27,15	27,11	0,58	0,58	
Tschechische Republik	4,49	4,69	4,93	5,13	5,14	5,20	5,29	5,41	5,52	5,65	0,52	0,53	
Türkei	8,43	9,08	9,65	10,19	10,61	11,27	12,06	12,83	13,65	14,37	0,18	0,19	
Ukraine	6,73	6,86	7,23	7,77	7,87	8,13	8,26	8,91	9,23	9,16	0,20	0,20	
Ungarn	3,32	3,40	3,47	3,54	3,50	3,47	3,45	3,47	3,53	3,62	0,35	0,37	
Vereinigtes Königreich	34,39	34,94	35,35	35,54	35,22	35,48	35,63	35,76	36,47	37,11	0,57	0,58	
Weißrussland	2,19	2,41	2,56	2,71	2,87	3,04	3,19	3,20	3,24	3,41	0,34	0,36	
Zypern	0,48	0,49	0,53	0,57	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,53	0,49	

Tabelle 62: Zulassungszahlen europäischer Länder - Teil2 (Quelle: [OICA](#))

EUROPA	9501	337	9838	302457897	25965	9313	35278	305629576
	2011	PlugIN	Gesamt EV	Zulassungen	2012	PlugIN	Gesamt EV	Zulassungen
	BEV				BEV			
Belgien	235	16	251	6137745	617	305	922	6184033
Bulgarien	0	0	0	3065000	0	0	0	3196631
Dänemark	109	0	109	2682000	207	0	207	2705000
Deutschland	1404	241	1645	45984000	3618	1398	5016	46538000
Estland	52	0	52	658352	558	0	558	690178
Finnland	0	0	0	3457357	43	123	166	3555024
Frankreich	2256	0	2256	38067000	7496	601	8097	38138000
Griechenland	0	0	0	6552008	0	0	0	6513437
Irland	45	0	45	2242181	115	0	115	2202148
Island	0	0	0	246737	14	12	26	251082
Italien	113	0	113	42067000	572	0	572	42000000
Kroatien	0	0	0	1675000	0	0	0	1591442
Lettland	0	0	0	690129	0	0	0	699621
Liechtenstein	0	0	0	0	0	0	0	0
Litauen	0	0	0	1904562	0	0	0	1949272
Luxembourg	4	0	4	387187	35	0	35	397566
Malta	0	0	0	287000	1	0	1	296612
Niederlande	766	15	781	8924799	1520	4341	5861	8959028
Norwegen	1837	1	1838	2930000	6018	334	6352	3004000
Österreich	522	1	523	4930000	799	166	965	5010000
Polen	0	0	0	21253000	1	0	1	22173000
Portugal	189	1	190	5873000	242	26	268	5807100
Rumänien	0	0	0	5071887	0	1	1	5247000
Schweden	72	0	72	4963000	209	603	812	5018000
Schweiz	291	38	329	4567000	650	387	1037	4675000
Slowakei	6	17	23	2058257	7	17	24	2125850
Slowenien	10	0	10	1166480	27	10	37	1166222
Spanien	505	0	505	27596000	831	60	891	27481000
Tschechien	41	0	41	5285000	97	0	97	5405000
Türkei	0	0	0	12062000	0	0	0	12827000
Ungarn	0	0	0	3450860	0	0	0	3470330
Vereinigtes Königreich	1044	7	1051	35632357	2288	929	3217	35761000
Zypern	0	0	0	591000	0	0	0	592000

Tabelle 63: Elektrofahrzeugbestand in Europa 2011 und 2012 (Quelle: [EAFO](#))

EUROPA	58274		35381		93655		309202389		115107		71179		186286		313727066	
	2013		2014		2013		2014		2013		2014		2013		2014	
	BEV	BEV	PlugIN	PlugIN	Gesamt EV	Gesamt EV	Zulassungen	Zulassungen	BEV	BEV	PlugIN	PlugIN	Gesamt EV	Gesamt EV	Zulassungen	Zulassungen
Belgien	1093	0	0	621	1714	1714	6241017	6241017	2224	0	0	1473	3697	3697	6328169	6328169
Bulgarien	0	657	0	0	0	657	3320986	3320986	0	2173	88	0	0	2261	3470000	3470000
Dänemark	8929	8929	3018	0	11947	11947	2731230	2731230	17277	17277	7408	7408	24685	24685	2782164	2782164
Deutschland	682	86	287	0	682	682	47014699	47014699	1014	1014	13	13	1027	1027	47647581	47647581
Estland	86	16052	1435	0	373	373	720700	720700	265	265	573	573	838	838	749600	749600
Finnland	16052	0	0	0	17487	17487	3647468	3647468	26596	26596	3503	3503	30099	30099	3754095	3754095
Frankreich	0	158	1	0	0	0	38200000	38200000	59	59	118	118	177	177	38408000	38408000
Griechenland	158	91	36	0	159	159	6466827	6466827	377	377	36	36	413	413	6455509	6455509
Irland	91	1366	182	0	127	127	2241738	2241738	296	296	64	64	360	360	2260000	2260000
Island	1366	0	0	0	1548	1548	254620	254620	2406	2406	518	518	2924	2924	257967	257967
Italien	0	2	2	0	0	0	41829934	41829934	38	38	5	5	43	43	41945920	41945920
Kroatien	2	0	0	0	4	4	1594579	1594579	39	39	3	3	42	42	1623195	1623195
Lettland	0	0	0	0	0	0	719491	719491	0	0	0	0	0	0	745849	745849
Liechtenstein	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Litauen	2	177	15	0	2	2	2010639	2010639	4	4	6	6	10	10	2090000	2090000
Luxembourg	177	8	0	0	192	192	405492	405492	472	472	109	109	581	581	415975	415975
Malta	8	3949	24505	0	8	8	304301	304301	22	22	2	2	24	24	315020	315020
Niederlande	3949	14219	657	0	28454	28454	9207000	9207000	6812	6812	36970	36970	43782	43782	9238000	9238000
Norwegen	14219	1434	245	0	14876	14876	3065884	3065884	32305	32305	2335	2335	34640	34640	3124390	3124390
Österreich	1434	24	0	0	1679	1679	5075639	5075639	2703	2703	664	664	3367	3367	5139421	5139421
Polen	24	383	70	0	24	24	22850120	22850120	69	69	73	73	142	142	23670889	23670889
Portugal	383	1	2	0	453	453	5753200	5753200	576	576	170	170	746	746	5695145	5695145
Rumänien	1	600	1706	0	3	3	5441796	5441796	4	4	12	12	16	16	5704694	5704694
Schweden	600	1763	581	0	2306	2306	5074641	5074641	1788	1788	5178	5178	6966	6966	5180716	5180716
Schweiz	1763	22	29	0	2344	2344	4752397	4752397	3055	3055	1407	1407	4462	4462	4829207	4829207
Slowakei	22	32	23	0	51	51	2198463	2198463	89	89	76	76	165	165	2272506	2272506
Slowenien	32	1624	139	0	55	55	1164947	1164947	70	70	32	32	102	102	1172662	1172662
Spanien	1624	130	2	0	1763	1763	27154604	27154604	2625	2625	563	563	3188	3188	27114855	27114855
Tschechien	130	0	1	0	132	132	5520909	5520909	292	292	51	51	343	343	5645881	5645881
Türkei	0	0	0	0	1	1	13650804	13650804	0	0	1	1	1	1	14373317	14373317
Ungarn	0	4790	1824	0	0	0	3533421	3533421	0	0	0	0	0	0	3616462	3616462
Vereinigtes Königreich	4790	0	0	0	6614	6614	36467718	36467718	11457	11457	9725	9725	21182	21182	37114358	37114358
Zypern	0	0	0	0	0	0	587125	587125	0	0	3	3	3	3	585519	585519

Tabelle 64: Elektrofahrzeugbestand in Europa 2013 und 2014 (Quelle: [EAFO](#))

EUROPA	202119	171325	373444	317483456
	2015			
	BEV	PlugIN	Gesamt EV	Zulassungen
Belgien	3582	3924	7506	6391644
Bulgarien	10	7	17	3605000
Dänemark	6697	532	7229	2815552
Deutschland	29374	18519	47893	48202108
Estland	1053	25	1078	780016
Finnland	507	988	1495	3853008
Frankreich	43863	9023	52886	38521667
Griechenland	126	252	378	6423343
Irland	837	135	972	2265940
Island	682	235	917	261710
Italien	3802	1256	5058	41905560
Kroatien	113	48	161	1605927
Lettland	59	13	72	764422
Liechtenstein	0	0	0	0
Litauen	29	20	49	2151813
Luxembourg	541	224	765	425571
Malta	56	5	61	324360
Niederlande	9970	78260	88230	9342400
Norwegen	58097	10154	68251	3189187
Österreich	4380	1765	6145	5209228
Polen	157	249	406	24476852
Portugal	1215	711	1926	5635860
Rumänien	31	47	78	5915630
Schweden	4766	10890	15656	5253288
Schweiz	6120	3965	10085	4916609
Slowakei	193	144	337	2343922
Slowenien	193	67	260	1174723
Spanien	4045	1434	5479	26954473
Tschechien	623	179	802	5766175
Türkei	119	108	227	15143756
Ungarn	0	0	0	3671663
Vereinigtes Königreich	20875	28117	48992	37608358
Zypern	4	29	33	583692

Tabelle 65: Elektrofahrzeugbestand in Europa 2015 (Datenquelle: [EAFO](#))

BEV Overview table																
Ranking	Marke	Model	sales						electric car stock total BEV							
			YTD 2016	Share PEV market	YTD 2015	2015 Total	Share PEV market	2014 Total	2013 Total	2012 Total	2011 Total	2015	2014	2013	2012	2011
1	Renault	Zoe	12907	9,90%	9392	18572	5,50%	11030	8833	68	0					
2	Nissan	Leaf	11851	9,10%	9481	15230	4,50%	14674	10894	5383	1740					
3	Tesla	Model S	7474	5,80%	8718	15986	4,70%	9550	3975	0	0					
4	Volkswagen	e-Golf	4394	3,40%	7068	11161	3,30%	2931	0	48	0					
5	BMW	i3	2774	2,10%	2716	6290	1,90%	5412	996	0	0					
6	Kia	Soul EV	2371	1,80%	1614	5782	1,70%	598	0	0	0					
7	Mercedes	B250e	1727	1,30%	1607	2818	0,80%	185	0	0	0					
8	Volkswagen	e-Up!	1500	1,20%	1939	2964	0,90%	5838	940	0	0					
9	Peugeot	iOn	1109	0,90%	734	1460	0,40%	577	695	3125	1849					
10	Citroen	C-Zero	847	0,70%	495	1105	0,30%	605	825	3215	1781					
Others	/	/	3129	2,40%	3323	5644	1,70%	5798	5806	6597	5659					
						87012		57198	32964	18436	11029	206639	119627	62429	29465	11029

PHEV Overview table																
Ranking	Marke	Model	sales						electric car stock total PHEV							
			YTD 2016	Share PEV market	YTD 2015	2015 Total	Share PEV market	2014 Total	2013 Total	2012 Total	2011 Total	2015	2014	2013	2012	2011
1	Mitsubishi	Outlander PHEV	12538	9,60%	15643	31176	9,30%	20028	8193	0	0					
2	Volkswagen	Golf GTE	6511	5,00%	8571	17461	5,20%	768	0	0	0					
3	Volkswagen	Passat GTE	5945	4,60%	88	4815	1,40%	0	0	0	0					
4	Volvo	XC90 PHEV	5794	4,50%	0	2820	0,80%	0	0	0	0					
5	Mercedes	C350e	4887	3,80%	1001	5360	1,60%	0	0	0	0					
6	Audi	A3 e-Tron	3790	2,90%	6391	12223	3,60%	729	0	0	0					
7	BMW	X5 40e	2938	2,30%	31	1535	0,50%	0	0	0	0					
8	BMW	330e	2751	2,10%	0	89	0,00%	0	0	0	0					
9	BMW	i3 Rex	2572	2,00%	2919	5582	1,70%	3633	536	0	0					
10	BMW	225xe Active Tourer	2490	1,90%	39	266	0,10%	0	0	0	0					
Others	/	/	7933	6,10%	9286	18685	5,50%	10818	17765	9757	367	172606	72594	36618	10124	367
						100012		35976	26494	9757	367	172606	72594	36618	10124	367

BEV+PHEV 379245 192221 99047 39589 11396

Tabelle 66: Verkaufszahlen Europa BEV und PHEV nach Modellen (2011-2015) (Datenquelle: EAFO)



Szenario	Land	Typ	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
LOW	ALL	BEV	9501	25965	58274	115107	202119	303338	426275	567909	727044	902481	1093023	1297471	1514627	1743294	1982274	2230368	2486378	2749108	3017358	3289931
LOW	Belgien	BEV	235	617	1093	2224	3582	8577	12053	16058	20558	25518	30906	36687	42827	49293	56050	63065	70304	77732	85317	93025
LOW	Bulgarien	BEV	0	0	0	0	10	2	3	5	6	7	9	11	12	14	16	18	20	22	25	27
LOW	Dänemark	BEV	109	207	657	2173	6697	263	370	493	631	784	949	1127	1315	1514	1721	1937	2159	2387	2620	2857
LOW	Deutschland	BEV	1404	3618	8929	17277	29374	70639	99127	132063	169069	203866	254175	301718	352216	406391	460964	518656	578190	639286	701665	765050
LOW	Estland	BEV	52	558	682	1014	1053	20	286	37	48	59	72	85	100	115	130	147	163	181	198	216
LOW	Finnland	BEV	0	43	86	265	507	2132	2996	3991	5109	6342	7681	9118	10644	12250	13930	15673	17472	19319	21204	23119
LOW	Frankreich	BEV	2256	7496	16052	26596	43863	12557	17645	23508	30096	37358	45245	53708	62697	72163	82055	92325	102922	113798	124902	136185
LOW	Griechenland	BEV	0	0	0	59	126	190	267	355	455	565	684	812	948	1091	1240	1396	1556	1720	1888	2059
LOW	Irland	BEV	45	115	158	377	837	80	113	150	192	239	289	343	400	461	524	590	657	727	798	870
LOW	Island	BEV	0	14	91	296	682	278	390	520	666	826	1001	1188	1386	1596	1815	2042	2276	2516	2762	3011
LOW	Italien	BEV	113	572	1366	2406	3802	1198	1684	2244	2872	3565	4318	5126	5984	6887	7831	8811	9822	10860	11920	12997
LOW	Kroatien	BEV	0	0	0	38	113	21	30	40	51	63	77	91	106	122	139	156	174	193	211	231
LOW	Lettland	BEV	0	0	2	39	59	11	15	20	25	32	38	45	53	61	69	78	87	96	105	115
LOW	Liechtenstein	BEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOW	Litauen	BEV	0	0	2	4	29	12	17	23	29	36	44	52	61	70	80	90	100	111	121	132
LOW	Luxembourg	BEV	4	35	177	472	541	198	278	371	474	589	713	847	988	1138	1294	1455	1622	1794	1969	2147
LOW	Malta	BEV	0	1	8	22	56	3	5	7	8	10	13	15	17	20	23	26	28	31	35	38
LOW	Niederlande	BEV	766	1520	3949	6812	9970	132221	185807	247543	316907	393378	476432	565548	660203	759875	864043	972183	1083774	1198294	1315220	1434031
LOW	Norwegen	BEV	1837	6018	14219	32305	58097	9068	12743	16977	21735	26979	32675	38787	45279	52115	59259	66676	74329	82183	90202	98351
LOW	Österreich	BEV	522	799	1434	2703	4380	2872	4037	5378	6865	8546	10350	12286	14343	16508	18771	21120	23545	26032	28573	31154
LOW	Polen	BEV	0	1	24	69	157	150	211	282	360	447	542	643	751	864	983	1106	1233	1363	1496	1631
LOW	Portugal	BEV	189	242	383	576	1215	866	1217	1621	2076	2577	3121	3705	4325	4977	5660	6368	7099	7849	8615	9393
LOW	Rumänien	BEV	0	0	1	4	31	37	52	69	88	110	133	157	184	212	241	271	302	334	366	399
LOW	Schweden	BEV	72	209	600	1788	4766	15123	21252	28313	36247	44993	54493	64686	75512	86912	98827	111195	123959	137057	150431	164020
LOW	Schweiz	BEV	291	650	1763	3055	6120	12961	18214	24266	31066	38562	46704	55440	64719	74490	84701	95302	106241	117467	128929	140576
LOW	Slowakei	BEV	6	7	22	89	193	3337	4689	6247	7957	9927	12023	14272	16660	19176	21804	24533	27349	30239	33190	36188
LOW	Slowenien	BEV	10	27	32	70	193	156	219	291	373	463	561	665	777	894	1017	1144	1275	1410	1548	1687
LOW	Spanien	BEV	505	831	1624	2625	4045	1617	2272	3027	3875	4810	5826	6916	8073	9292	10566	11888	13253	14653	16083	17536
LOW	Tschechien	BEV	41	97	130	292	623	110	155	206	264	328	397	472	551	634	721	811	904	999	1097	1196
LOW	Türkei	BEV	0	0	0	0	119	41	57	76	98	121	147	175	204	235	267	300	335	370	406	443
LOW	Ungarn	BEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOW	Vereinigtes Königri	BEV	1044	2288	4790	11457	20875	28685	40310	53704	68752	85342	103361	122694	143229	164853	187452	210912	235122	259967	285333	311109
LOW	Zypern	BEV	0	0	0	0	4	13	18	24	31	38	46	55	64	74	84	94	105	116	128	139

Tabelle 68: Anzahl BEV-Fahrzeuge - Szenario LOW

Szenario	Land	Typ	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
LOW	ALL	PHEV	337	9313	35381	71179	171325	269751	398168	549077	721366	913926	1125644	1355470	1602112	1864639	2141880	2432724	2736060	3050776	3375762	3709906
LOW	Belgien	PHEV	16	305	621	1473	3924	5627	8306	11453	15047	19064	23480	28273	33419	38895	44678	50745	57072	63637	70416	77386
LOW	Bulgarien	PHEV	0	0	0	0	7	3	4	5	7	9	11	13	16	18	21	24	27	30	33	37
LOW	Dänemark	PHEV	0	0	0	88	532	4463	6588	9085	11936	15122	18625	22427	26509	30853	35440	40252	45271	50479	55856	61385
LOW	Deutschland	PHEV	241	1398	3018	7408	18519	39695	58592	80798	106151	134487	165642	199453	235756	274387	315184	357983	402619	448931	496754	545924
LOW	Estland	PHEV	0	0	0	13	25	2842	4196	5786	7601	9630	11861	14282	16882	19648	22869	25834	28830	32147	35571	39092
LOW	Finnland	PHEV	0	123	287	573	988	428	632	872	1146	1452	1788	2153	2545	2962	3402	3864	4346	4846	5362	5893
LOW	Frankreich	PHEV	0	601	1435	3503	9023	67420	99516	137233	180294	228422	281337	338764	400423	468038	535330	608022	683936	762494	843719	927234
LOW	Griechenland	PHEV	0	0	0	118	252	61	90	125	164	208	256	308	364	424	487	553	622	693	767	843
LOW	Irland	PHEV	0	0	1	36	135	1041	1536	2119	2783	3526	4343	5230	6182	7195	8263	9387	10557	11772	13026	14315
LOW	Island	PHEV	0	12	36	64	235	434	641	884	1161	1471	1812	2181	2578	3001	3447	3915	4403	4910	5433	5970
LOW	Italien	PHEV	0	182	518	1256	5237	7731	10661	14006	17744	21855	26316	31106	36203	41586	47232	53122	59232	65542	72029	78929
LOW	Kroatien	PHEV	0	0	0	5	48	48	71	98	128	163	200	241	285	332	381	433	487	543	600	660
LOW	Lettland	PHEV	0	0	2	3	13	36	53	73	96	122	150	180	213	248	285	324	364	406	449	493
LOW	Liechtenstein	PHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOW	Litauen	PHEV	0	0	0	6	20	11	17	23	31	39	48	58	68	79	91	103	116	130	144	158
LOW	Luxembourg	PHEV	0	0	15	109	224	625	922	1272	1671	2117	2608	3140	3712	4320	4962	5636	6339	7068	7821	8595
LOW	Malta	PHEV	0	0	0	2	5	35	51	71	93	118	145	175	206	240	276	313	352	393	435	478
LOW	Niederlande	PHEV	15	4341	24505	36970	78260	17018	25119	34640	45509	57657	71014	85509	101073	117635	135125	153474	172611	192465	212968	234048
LOW	Norwegen	PHEV	1	334	657	2335	10154	66748	98524	135865	178497	226145	278533	335387	396431	461392	529993	601961	677019	754893	835309	917991
LOW	Österreich	PHEV	1	166	245	664	1765	8388	12381	17073	22431	28418	35002	42146	49818	57981	66602	75645	85078	94864	104969	115359
LOW	Polen	PHEV	0	0	0	73	249	99	145	201	264	334	411	495	585	681	782	889	1000	1114	1233	1355
LOW	Portugal	PHEV	1	26	70	170	711	2525	3727	5139	6752	8554	10536	12687	14996	17453	20048	22771	25610	28556	31598	34725
LOW	Rumänien	PHEV	0	1	2	12	47	11	16	23	30	38	46	56	66	77	88	100	112	125	139	152
LOW	Schweden	PHEV	0	603	1706	5178	10890	3509	5179	7142	9383	11888	14642	17630	20839	24254	27860	31643	35589	39683	43910	48256
LOW	Schweiz	PHEV	38	387	581	1407	3965	7701	11367	15675	20593	26090	32134	38693	45736	53230	61144	69447	78107	87091	96368	105907
LOW	Slowakei	PHEV	17	17	29	76	144	162	239	330	434	550	677	815	963	1121	1288	1463	1645	1835	2030	2231
LOW	Slowenien	PHEV	0	10	23	32	67	227	335	462	607	769	947	1140	1347	1568	1801	2046	2301	2565	2839	3120
LOW	Spanien	PHEV	0	60	139	563	1434	8408	12410	17114	22484	28486	35085	42246	49936	58118	66759	75825	85279	95088	105218	115633
LOW	Tschechien	PHEV	0	0	2	51	179	858	1266	1746	2294	2906	3580	4310	5095	5930	6812	7737	8701	9702	10736	11798
LOW	Türkei	PHEV	0	0	1	1	108	32	47	65	85	108	133	160	189	220	252	286	322	359	398	437
LOW	Ungarn	PHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOW	Vereinigtes Königreich	PHEV	7	929	1824	9725	28117	26059	38464	53042	69686	88288	108740	130936	154768	180129	206912	235008	264311	294713	326108	358387
LOW	Zypern	PHEV	0	0	0	3	29	1	2	2	3	4	4	4	5	6	7	8	10	11	12	15

Tabelle 69: Anzahl PHEV-Fahrzeuge - Szenario LOW

Szenario	Land	Typ	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
MED	ALL	BEV	9501	25965	58274	115107	202119	323550	486366	696147	958725	1279935	1665608	2121577	2653676	3267737	3969594	4765079	5660026	6660267	7771635	8999963
MED	Belgien	BEV	235	617	1093	2224	3582	9149	13752	19684	27108	36191	47096	59889	75034	92397	112242	134735	160040	188323	219747	254479
MED	Bulgarien	BEV	0	0	0	0	10	3	4	6	8	10	14	17	22	27	32	39	46	54	64	74
MED	Dänemark	BEV	109	207	657	2173	6697	281	422	604	832	1111	1446	1842	2304	2837	3447	4138	4915	5783	6748	7815
MED	Deutschland	BEV	1404	3618	8929	17277	29374	75239	113101	161884	222945	297640	387325	493358	617094	759889	923101	1108086	1316199	1548798	1807239	2092878
MED	Estland	BEV	52	58	682	1014	1053	21	32	46	63	84	109	139	174	215	261	313	372	438	511	591
MED	Finnland	BEV	0	43	86	265	507	2274	3418	4892	6737	8994	11705	14909	18648	22963	27895	33485	39774	46803	54613	63245
MED	Frankreich	BEV	2256	7496	16052	26596	43863	13393	20133	28817	39686	52982	68947	87821	109847	135266	164319	197247	234293	275698	321702	372548
MED	Griechenland	BEV	0	0	0	59	126	202	304	436	600	801	1042	1328	1661	2045	2484	2982	3542	4168	4863	5632
MED	Irland	BEV	45	115	158	377	837	86	129	184	253	338	440	561	702	864	1050	1260	1497	1761	2055	2380
MED	Island	BEV	0	14	91	296	682	296	445	637	878	1172	1525	1942	2429	2991	3634	4362	5181	6097	7114	8238
MED	Italien	BEV	113	572	1366	2406	3802	1278	1921	2750	3787	5056	6580	8381	10483	12909	15682	18824	22360	26311	30702	35554
MED	Kroatien	BEV	0	0	0	38	113	23	34	49	67	90	117	149	186	229	278	334	397	467	545	631
MED	Lettland	BEV	0	0	2	39	59	11	17	24	33	45	58	74	93	114	139	166	198	233	271	314
MED	Liechtenstein	BEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MED	Litauen	BEV	0	0	2	4	29	13	20	28	39	51	67	85	107	131	160	192	228	268	312	362
MED	Luxembourg	BEV	4	35	177	472	541	211	317	454	626	835	1087	1384	1732	2132	2590	3109	3693	4346	5071	5873
MED	Malta	BEV	0	1	8	22	56	4	6	8	11	15	19	24	30	37	45	55	65	76	89	103
MED	Niederlande	BEV	766	1520	3949	6812	9970	141030	212000	303440	417894	557904	726013	924763	1156697	1424357	1730286	2077025	2467119	2903109	3387537	3922947
MED	Norwegen	BEV	1837	6018	14219	32305	58097	9672	14540	20811	28661	38263	49793	63424	79330	97687	118669	142450	169204	199105	232329	269050
MED	Österreich	BEV	522	799	1434	2703	4380	3064	4606	6592	9079	12120	15772	20090	25129	30944	37590	45123	53597	63069	73593	85225
MED	Polen	BEV	0	1	24	69	157	160	241	345	475	635	826	1052	1316	1620	1968	2362	2806	3302	3853	4462
MED	Portugal	BEV	189	242	383	576	1215	924	1389	1988	2737	3654	4756	6058	7577	9330	11334	13605	16160	19016	22190	25697
MED	Rumänien	BEV	0	0	1	4	31	39	59	84	116	155	202	257	322	397	482	578	687	808	943	1092
MED	Schweden	BEV	72	209	600	1788	4766	16131	24248	34707	47797	63811	83039	105772	132299	162914	197905	237564	282181	332049	387456	448695
MED	Schweiz	BEV	291	650	1763	3055	6120	13825	20782	29746	40966	54691	71170	90653	113389	139628	169618	203608	241848	284588	332076	384561
MED	Slowakei	BEV	6	7	22	89	193	3559	5350	7657	10546	14079	18321	23337	29190	35944	43664	52414	62258	73261	85485	98997
MED	Slowenien	BEV	10	27	32	70	193	166	249	357	492	656	854	1088	1361	1676	2036	2444	2903	3416	3986	4616
MED	Spanien	BEV	505	831	1624	2625	4045	1725	2592	3711	5110	6822	8878	11308	14145	17418	21159	25399	30169	35501	41424	47972
MED	Tschechien	BEV	41	97	130	292	623	118	177	253	349	465	606	771	965	1188	1443	1732	2058	2421	2826	3272
MED	Türkei	BEV	0	0	0	0	119	44	65	94	129	172	224	285	357	440	534	641	761	896	1046	1211
MED	Ungarn	BEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MED	Vereinigtes Königreich	BEV	1044	2288	4790	11457	20875	30596	45993	65830	90661	121036	157507	200625	250942	309010	375381	450605	535235	629821	734917	851073
MED	Zypern	BEV	0	0	0	0	4	14	21	29	41	54	70	90	112	138	168	201	239	282	329	381

Tabelle 70: Anzahl BEV-Fahrzeuge - Szenario MED

Szenario	Land	Typ	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
MED	ALL	PHEV	337	9313	35381	71179	171325	330929	580095	937344	1422854	2056803	2859370	3850734	5051073	6480365	8159391	1010840	1210840	1410840	1610840	1810840	2010840
MED	Belgien	PHEV	16	305	621	1473	3924	6903	12100	19552	29680	42904	59645	80324	105362	135180	170199	210840	257524	310671	370703	438041	
MED	Bulgarien	PHEV	0	0	0	0	7	3	6	9	14	20	28	38	50	64	81	100	122	147	176	208	
MED	Dänemark	PHEV	0	0	0	88	532	5476	9598	15510	23543	34032	47312	63715	83576	107229	135007	167245	204276	246434	294063	347467	
MED	Deutschland	PHEV	241	1398	3018	7408	18519	48697	85363	137933	209377	302665	420765	566647	743281	953635	1200679	1487383	1816715	2191645	2615143	3090177	
MED	Estland	PHEV	0	0	0	13	25	3487	6113	9877	14993	21673	30130	40576	53224	68287	85977	106507	130089	156937	187262	221278	
MED	Finnland	PHEV	0	123	287	573	988	526	921	1489	2260	3167	4542	6117	8024	10294	12961	16056	19611	23659	28230	33358	
MED	Frankreich	PHEV	0	601	1435	3503	9023	82710	144986	234275	355620	514066	714655	962431	1262437	1619717	2039313	2526270	3085630	3722436	4441733	5248563	
MED	Griechenland	PHEV	0	0	0	118	252	75	132	213	323	467	650	875	1148	1472	1854	2296	2805	3384	4038	4771	
MED	Irland	PHEV	0	0	1	36	135	1277	2238	3617	5490	7936	11033	14858	19490	25006	31484	39002	47637	57489	68574	81030	
MED	Island	PHEV	0	12	36	64	235	533	934	1508	2290	3310	4602	6197	8129	10429	13131	16266	19868	23968	28600	33795	
MED	Italien	PHEV	0	182	518	1256	6425	1256	11263	18199	27625	39934	55516	74764	98069	125823	158418	196246	239698	289166	345043	407719	
MED	Kroatien	PHEV	0	0	0	5	48	59	103	167	253	366	509	685	898	1153	1451	1798	2196	2649	3161	3735	
MED	Lettland	PHEV	0	0	2	3	13	44	77	125	189	274	380	512	672	862	1085	1344	1642	1981	2364	2793	
MED	Liechtenstein	PHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MED	Litauen	PHEV	0	0	0	6	20	14	25	40	60	87	122	164	215	275	347	430	525	633	755	893	
MED	Luxembourg	PHEV	0	0	15	109	224	767	1344	2172	3296	4765	6624	8921	11702	15014	18903	23417	28601	34504	41172	48650	
MED	Malta	PHEV	0	0	0	2	5	43	75	121	183	265	368	496	651	835	1051	1302	1590	1918	2289	2705	
MED	Niederlande	PHEV	15	4341	24505	36970	78260	20877	36597	59135	89764	129758	180390	242932	318659	408842	514754	637669	778860	939600	1121162	1324818	
MED	Norwegen	PHEV	1	334	657	2335	10154	81886	143541	231939	352075	508942	707531	952838	1249853	1603671	2018985	2501087	3054871	3685330	4397457	5196244	
MED	Österreich	PHEV	1	166	245	664	1765	10290	18038	29147	44244	63956	88912	119738	157063	201513	253716	314299	383890	463117	552606	652985	
MED	Polen	PHEV	0	0	0	73	249	121	212	342	520	751	1045	1407	1845	2367	2981	3693	4510	5441	6492	7672	
MED	Portugal	PHEV	1	26	70	170	711	3098	5430	8774	13318	19252	26764	36043	47279	60659	76373	94610	115558	139406	166344	196560	
MED	Rumänien	PHEV	0	1	2	12	47	14	24	38	58	84	117	158	207	266	335	415	507	611	730	862	
MED	Schweden	PHEV	0	603	1706	5178	10890	4305	7546	12192	18508	26754	37193	50088	65702	84296	106133	131476	160587	193728	231163	273153	
MED	Schweiz	PHEV	38	387	581	1407	3965	9447	16560	26758	40618	58716	81627	109927	144193	185001	232927	288546	352435	425170	507327	599482	
MED	Slowakei	PHEV	17	17	29	76	144	199	349	564	856	1237	1719	2316	3037	3987	4907	6078	7424	8956	10687	12628	
MED	Slowenien	PHEV	0	10	23	32	67	278	488	788	1196	1730	2404	3238	4247	5450	6861	8500	10382	12524	14944	17659	
MED	Spanien	PHEV	0	60	139	563	1434	10315	18081	29216	44348	64108	89123	120022	157435	201990	254317	315044	384800	464214	553916	654533	
MED	Tschechien	PHEV	0	0	2	51	179	1052	1845	2981	4525	6541	9093	12246	16064	20610	25949	32145	39262	47365	56518	66784	
MED	Türkei	PHEV	0	0	1	1	108	39	68	110	168	242	337	453	595	763	961	1190	1454	1754	2093	2473	
MED	Ungarn	PHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MED	Vereinigtes Königreich	PHEV	7	929	1824	9725	28117	31969	56039	90550	137452	198693	276223	371992	487948	626041	788220	976434	1192634	1438768	1716785	2028635	
MED	Zypern	PHEV	0	0	0	3	29	1	2	4	6	8	11	15	20	26	32	40	49	59	70	83	

Tabelle 71: Anzahl PHEV-Fahrzeuge - Szenario MED

Szenario	Land	Typ	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
HIGH	ALL	BEV	9501	25965	58274	115107	202119	332706	585367	948585	1443155	2089871	2909527	3922917	5150835	6614076	8333434	292078	356941	430810	514273	607917
HIGH	Belgien	BEV	235	617	1093	2224	3582	9407	16552	26822	40806	59092	82268	110923	145643	187016	235632	292078	356941	430810	514273	607917
HIGH	Bulgarien	BEV	0	0	0	0	0	3	5	8	12	17	24	32	42	54	68	84	103	125	149	176
HIGH	Dänemark	BEV	109	207	657	2173	6697	289	508	824	1253	1815	2526	3406	4472	5743	7236	8969	10961	13230	15793	18668
HIGH	Deutschland	BEV	1404	3618	8929	17277	29374	77368	136123	220587	335596	485985	676590	912247	1197790	1538057	1937881	2402099	2935547	3543059	4229472	4939620
HIGH	Estland	BEV	52	558	682	1014	1053	22	38	62	95	137	191	258	338	435	548	679	830	1001	1195	1413
HIGH	Finnland	BEV	0	43	86	265	507	2338	4113	6666	10141	14686	20446	27567	36196	46478	58561	72589	88709	107067	127810	151083
HIGH	Frankreich	BEV	2256	7496	16052	26596	43863	13772	24231	39286	59739	86509	120438	162387	213216	273786	344957	427592	522549	630691	752877	889970
HIGH	Griechenland	BEV	0	0	0	59	126	208	366	594	903	1308	1821	2455	3223	4139	5215	6464	7899	9534	11381	13453
HIGH	Irland	BEV	45	115	158	377	837	88	155	251	382	553	769	1037	1362	1749	2203	2731	3338	4028	4809	5685
HIGH	Island	BEV	0	14	91	296	682	305	536	868	1321	1913	2663	3591	4715	6054	7628	9455	11555	13947	16649	19680
HIGH	Italien	BEV	113	572	1366	2406	3802	1314	2312	3747	5701	8256	11494	15498	20348	26129	32921	40808	49870	60190	71851	84935
HIGH	Kroatien	BEV	0	0	0	38	113	23	41	66	101	146	204	275	361	464	584	724	885	1068	1275	1507
HIGH	Lettland	BEV	0	0	2	39	59	12	20	33	50	73	102	137	180	231	291	361	441	532	635	751
HIGH	Liechtenstein	BEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HIGH	Litauen	BEV	0	0	2	4	29	13	24	38	58	84	117	158	207	266	335	415	508	613	731	864
HIGH	Luxembourg	BEV	4	35	177	472	541	217	382	619	942	1364	1899	2560	3361	4316	5438	6741	8238	9942	11869	14030
HIGH	Malta	BEV	0	1	8	22	56	4	7	11	17	24	33	45	59	76	95	118	145	175	208	246
HIGH	Niederlande	BEV	766	1520	3949	6812	9970	145022	255153	413474	629049	910943	1268218	1709940	2245170	2882975	3632417	4502560	5502468	6641205	7927836	9371423
HIGH	Norwegen	BEV	1837	6018	14219	32305	58097	9946	17499	28358	43142	62476	86979	117274	153982	197725	249124	308801	377379	455477	543719	642725
HIGH	Österreich	BEV	522	799	1434	2703	4380	3151	5543	8983	13666	19790	27552	37148	48775	62632	78913	97816	119539	144278	172229	203591
HIGH	Polen	BEV	0	1	24	69	157	165	290	470	716	1036	1443	1945	2554	3279	4132	5121	6259	7554	9017	10659
HIGH	Portugal	BEV	189	242	383	576	1215	950	1671	2708	4120	5967	8307	11201	14707	18884	23794	29493	36043	43502	51930	61386
HIGH	Rumänien	BEV	0	0	1	4	31	40	71	115	175	254	353	476	625	803	1011	1254	1532	1849	2207	2609
HIGH	Schweden	BEV	72	209	600	1788	4766	16587	29184	47292	71949	104191	145055	195578	256796	329746	415465	514989	629355	759601	906761	1071874
HIGH	Schweiz	BEV	291	650	1763	3055	6120	14216	25012	40532	61665	89298	124322	167623	220091	282614	356081	441380	539399	651028	777155	918668
HIGH	Slowakei	BEV	6	7	22	89	193	3660	6439	10434	15874	22988	32004	43151	56658	72753	91665	113623	138856	167593	200061	236491
HIGH	Slowenien	BEV	10	27	32	70	193	171	300	487	740	1072	1492	2012	2642	3392	4274	5298	6475	7815	9328	11027
HIGH	Spanien	BEV	505	831	1624	2625	4045	1773	3120	5056	7692	11139	15508	20910	27455	35254	44419	55059	67287	81212	96945	114598
HIGH	Tschechien	BEV	41	97	130	292	623	121	213	345	525	760	1058	1426	1873	2405	3030	3756	4590	5539	6613	7817
HIGH	Türkei	BEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HIGH	Ungarn	BEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HIGH	Vereinigtes Königri	BEV	1044	2288	4790	11457	20875	31462	55355	89702	136471	197627	275136	370967	487084	625453	788043	976818	1193745	1440791	1719922	2033104
HIGH	Zypern	BEV	0	0	0	0	4	14	25	40	61	88	123	166	218	280	352	437	534	644	769	909

Tabelle 72: Anzahl BEV-Fahrzeuge - Szenario HIGH

Szenario	Land	Typ	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
HIGH	ALL	PHEV	337	9313	35381	71179	171325	740503	1293465	1989449	2828455	3810483	4935533	6203605	7614699	9168815	11168815	14168815	18168815	23168815	29168815	36168815	448412
HIGH	Belgien	PHEV	16	305	621	1473	3924	15446	26981	41499	59000	79484	102952	129403	158837	191255	226656	265041	306409	350760	398094	448412	
HIGH	Bulgarien	PHEV	0	0	0	0	7	7	13	20	28	38	49	61	75	91	108	126	145	166	189	213	
HIGH	Dänemark	PHEV	0	0	0	88	532	12253	21402	32918	46800	63049	81664	102646	125994	151709	179790	210238	243052	278233	315780	355694	
HIGH	Deutschland	PHEV	241	1398	3018	7408	18519	108967	190337	292753	416216	560724	726279	912879	1120526	1349219	1598958	1869743	2161574	2474452	2808375	3163345	
HIGH	Estland	PHEV	0	0	0	13	25	7803	13629	20963	29804	40152	52007	65369	80237	96613	114497	133887	154784	177188	201099	226517	
HIGH	Finnland	PHEV	0	123	287	573	988	1176	2065	3160	4493	6053	7840	9854	12096	14565	17261	20184	23334	26711	30316	34148	
HIGH	Frankreich	PHEV	0	601	1435	3503	9023	185077	323282	497232	708929	952371	1233560	1550495	1903176	2291603	2715777	3175696	3671362	4202774	4769932	5372836	
HIGH	Griechenland	PHEV	0	0	0	118	252	168	294	452	643	866	1121	1409	1730	2083	2469	2887	3337	3820	4336	4884	
HIGH	Irland	PHEV	0	0	0	36	135	2857	4991	7677	10914	14703	19044	23932	29382	35379	41927	49028	56680	64884	73641	82948	
HIGH	Island	PHEV	0	12	36	64	235	1192	2082	3202	4552	6132	7943	9984	12254	14755	17487	20448	23640	27061	30713	34595	
HIGH	Italien	PHEV	0	0	182	518	1256	14377	25113	38626	54916	73982	95825	120446	147843	178016	210967	246695	285199	326480	370538	417373	
HIGH	Kroatien	PHEV	0	0	0	5	48	132	230	354	503	678	878	1103	1354	1631	1932	2260	2612	2990	3394	3823	
HIGH	Lettland	PHEV	0	0	2	3	13	98	172	265	376	507	656	825	1013	1220	1445	1690	1954	2237	2538	2859	
HIGH	Lichtenstein	PHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HIGH	Litauen	PHEV	0	0	0	6	20	31	55	85	120	162	210	264	324	390	462	540	624	715	811	914	
HIGH	Luxembourg	PHEV	0	0	15	109	224	1716	2997	4609	6553	8828	11434	14372	17641	21241	25173	29436	34031	38957	44214	49802	
HIGH	Malta	PHEV	0	0	0	2	5	95	167	256	364	491	636	799	981	1181	1400	1637	1892	2166	2458	2769	
HIGH	Niederlande	PHEV	15	4341	24505	36970	78260	46716	81601	125509	178440	240393	311370	391369	480391	578436	685504	801595	926708	1060845	1204004	1356186	
HIGH	Norwegen	PHEV	1	334	657	2335	10154	183232	320059	492275	699882	942878	1221264	1535039	1884205	2268760	2688705	3144040	3634765	4160879	4722384	5319278	
HIGH	Österreich	PHEV	1	166	245	664	1765	23026	40220	61862	87951	118487	153470	192901	236778	285104	337876	395095	456762	522876	593438	668447	
HIGH	Polen	PHEV	0	0	0	73	249	271	473	727	1033	1392	1803	2266	2782	3350	3969	4642	5366	6143	6972	7853	
HIGH	Portugal	PHEV	1	26	70	170	711	6931	12107	18621	26475	35667	46197	58067	71275	85821	101707	118931	137494	157395	178635	201214	
HIGH	Rumänien	PHEV	0	1	2	12	47	30	53	82	116	156	203	255	313	376	446	522	603	690	784	883	
HIGH	Schweden	PHEV	0	603	1706	5178	10890	9632	16825	25878	36791	49565	64199	80693	99048	119263	141338	165274	191070	218727	248243	279620	
HIGH	Schweiz	PHEV	38	387	581	1407	3965	21139	36925	56793	80744	108778	140895	177095	217377	261743	310191	362722	419336	480033	544813	613676	
HIGH	Slowakei	PHEV	17	17	29	76	144	445	778	1196	1701	2291	2968	3730	4579	5514	6534	7641	8833	10112	11476	12927	
HIGH	Slowenien	PHEV	0	10	23	32	67	623	1088	1673	2378	3204	4150	5217	6403	7710	9137	10685	12352	14140	16048	18077	
HIGH	Spanien	PHEV	0	60	139	563	1434	23080	40316	62008	88159	118767	153834	193358	237340	285779	338677	396032	457845	524116	594845	670031	
HIGH	Tschechien	PHEV	0	0	2	51	179	2355	4113	6327	8995	12118	15696	19729	24216	29159	34556	40408	46715	53477	60694	68365	
HIGH	Türkei	PHEV	0	0	1	1	108	87	152	234	333	449	581	730	897	1080	1279	1496	1730	1980	2247	2531	
HIGH	Ungarn	PHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HIGH	Vereinigtes Königreich	PHEV	7	929	1824	9725	28117	71535	124952	192186	273237	368103	476786	599285	735601	885733	1049681	1227446	1419027	1624424	1843637	2076667	
HIGH	Zypern	PHEV	0	0	0	3	29	3	5	8	11	15	20	25	30	36	43	50	58	67	76	85	

Tabelle 73: Anzahl PHEV-Fahrzeuge - Szenario HIGH

	Stromverbrauch in MWh			
	2011	2012	2013	2014
ALL	3156706158	3178109988	3159940942	3101371856
Belgien	80112000	81164000	82687000	80628000
Bulgarien	28446000	27881000	27533000	27732000
Dänemark	31671000	31181000	31214000	30625000
Deutschland	525546000	525833000	523201000	512835000
Estland	6627000	6978000	6820000	6906000
Finnland	80054000	80637000	79848000	79046000
Frankreich	415278000	432111000	438999000	412587000
Griechenland	51794000	52017000	48791000	49500000
Irland	24587000	24300000	24536000	24734000
Island	16010000	16374000	17040000	16456000
Italien	301823000	296736000	287398000	281497000
Kroatien	15735000	15350000	15072000	14833000
Lettland	6191000	6848000	6576000	6582000
Liechtenstein				
Litauen	8580000	8921000	8955000	9237000
Luxemburg	6526000	6258000	6215000	6216000
Malta	1900000	1979000	1980000	2032000
Niederlande	107955000	105819000	104389000	102975000
Norwegen	107353000	110693000	111699000	108409000
Österreich	60193000	61087000	61011000	60468000
Polen	121975000	122674000	124095000	125863000
Portugal	48364000	46241000	45257000	45195000
Rumänien	42624000	42058000	40317000	41957000
Schweden	124627000	127286000	125016000	122191000
Schweiz	65011158	64667988	64019942	64384856
Slowakei	24812000	23937000	25084000	24157000
Slowenien	12501000	12428000	12479000	12459000
Spanien	242619000	239420000	230951000	226971000
Tschechien	56751000	56654000	56691000	56203000
Türkei	183993000	192896000	196168000	205442000
Ungarn	34574000	35199000	34852000	35724000
Vereinigtes Königreich	317944000	318084000	317128000	303562000
Zypern	4530000	4398000	3919000	3965000

Tabelle 74: Stromverbrauch 2011-2014 ausgewählte Länder, (Eurostat, 2016), eigene Darstellung

Gesamtstromverbrauch in MWh												
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
European Union (28 countries)	2.784.591.000	2.835.636.000	2.852.354.000	2.865.251.000	2.711.784.000	2.841.773.000	2.784.338.000	2.793.478.000	2.771.014.000	2.706.679.000		
Euro area (19 countries)	1.999.536.000	2.041.321.000	2.056.493.000	2.064.151.000	1.993.887.000	2.054.506.000	2.009.990.000	2.017.111.000	1.999.096.000	1.947.990.000		
Albania	5.104.000	3.425.000	3.589.000	4.651.000	5.374.000	5.668.000	5.625.000	5.486.000	6.893.000	6.507.000		
Austria	57.416.000	60.255.000	61.253.000	60.667.000	57.703.000	60.317.000	60.193.000	61.087.000	61.011.000	60.468.000		
Belgium	80.335.000	82.816.000	82.915.000	82.810.000	77.334.000	83.361.000	80.112.000	81.164.000	82.687.000	80.628.000		
Bosnia and Herzegovina	7.609.000	7.482.000	7.640.000	9.984.000	9.463.000	10.347.000	10.788.000	11.097.000	10.933.000	10.587.000		
Bulgaria	25.719.000	26.945.000	27.514.000	28.694.000	26.911.000	27.187.000	28.446.000	27.881.000	27.533.000	27.732.000		
Croatia	14.417.000	15.079.000	15.384.000	16.137.000	15.511.000	15.862.000	15.735.000	15.350.000	15.072.000	14.833.000		
Cyprus	3.960.000	4.169.000	4.385.000	4.646.000	4.753.000	4.872.000	4.530.000	4.398.000	3.919.000	3.965.000		
Czech Republic	55.291.000	57.016.000	57.234.000	58.033.000	54.906.000	57.204.000	56.751.000	56.654.000	56.691.000	56.203.000		
Denmark	33.469.000	33.801.000	33.479.000	33.120.000	31.446.000	32.112.000	31.671.000	31.181.000	31.214.000	30.625.000		
Estonia	6.040.000	6.490.000	6.795.000	7.004.000	6.650.000	6.908.000	6.627.000	6.978.000	6.820.000	6.906.000		
Finland	80.890.000	85.989.000	86.044.000	82.413.000	77.026.000	83.420.000	80.054.000	80.637.000	79.848.000	79.046.000		
Former Yugoslav Republic of Macedonia	6.227.000	6.439.000	6.748.000	6.897.000	6.392.000	6.784.000	7.378.000	7.005.000	6.801.000	6.729.000		
France	422.497.000	427.041.000	425.462.000	432.065.000	414.710.000	443.715.000	415.278.000	432.111.000	438.999.000	412.587.000		
Germany	522.264.000	527.970.000	529.356.000	527.574.000	497.259.000	532.424.000	525.546.000	525.833.000	523.201.000	512.835.000		
Greece	50.904.000	52.444.000	55.188.000	56.646.000	54.713.000	53.120.000	51.794.000	52.017.000	48.791.000	49.500.000		
Hungary	32.338.000	33.240.000	33.744.000	34.327.000	33.150.000	34.207.000	34.574.000	35.199.000	34.852.000	35.724.000		
Iceland	7.799.000	8.999.000	10.886.000	15.241.000	15.659.000	15.707.000	16.010.000	16.374.000	17.040.000	16.456.000		
Ireland	24.093.000	25.067.000	25.363.000	26.476.000	25.048.000	25.286.000	24.587.000	24.300.000	24.536.000	24.734.000		
Italy	300.880.000	308.777.000	309.317.000	309.317.000	290.016.000	299.314.000	301.823.000	296.736.000	287.398.000	281.497.000		
Kosovo	3.239.000	3.363.000	3.651.000	4.077.000	3.922.000	4.104.000	4.586.000	4.473.000	4.640.000	4.675.000		
Latvia	5.729.000	6.143.000	6.606.000	6.628.000	6.103.000	6.215.000	6.191.000	6.848.000	6.576.000	6.582.000		
Lithuania	7.977.000	8.432.000	8.859.000	9.045.000	8.371.000	8.332.000	8.580.000	8.921.000	8.955.000	9.237.000		
Luxembourg	6.147.000	6.605.000	6.684.000	6.587.000	6.109.000	6.588.000	6.526.000	6.258.000	6.215.000	6.216.000		
Malta	1.858.000	1.853.000	1.851.000	1.853.000	1.707.000	1.855.000	1.900.000	1.979.000	1.980.000	2.032.000		
Moldova	6.722.000	6.985.000	6.374.000	6.552.000	5.621.000	5.560.000	4.681.000	4.863.000	4.495.000	1.037.000		
Montenegro	3.765.000	3.856.000	3.938.000	3.738.000	3.017.000	3.211.000	3.407.000	3.220.000	3.354.000	2.732.000		
Netherlands	104.410.000	106.561.000	108.770.000	109.398.000	104.359.000	107.418.000	107.955.000	105.819.000	104.389.000	102.975.000		
Norway	110.727.000	107.399.000	110.650.000	112.021.000	107.333.000	113.451.000	107.353.000	110.693.000	111.699.000	108.409.000		
Poland	105.390.000	111.051.000	114.507.000	117.606.000	112.695.000	119.063.000	121.975.000	122.674.000	124.095.000	125.863.000		
Portugal	46.322.000	47.763.000	49.024.000	48.352.000	47.855.000	49.888.000	48.364.000	46.241.000	45.257.000	45.195.000		
Romania	38.859.000	40.965.000	40.974.000	42.581.000	38.022.000	41.468.000	42.624.000	42.058.000	40.317.000	41.957.000		
Serbia	25.663.000	25.703.000	26.519.000	27.258.000	26.810.000	27.569.000	27.991.000	27.167.000	26.903.000	26.158.000		
Slovakia	22.850.000	23.654.000	24.573.000	24.765.000	23.098.000	24.135.000	24.812.000	23.937.000	25.084.000	24.157.000		
Slovenia	12.742.000	13.165.000	13.264.000	12.807.000	11.293.000	11.945.000	12.501.000	12.428.000	12.479.000	12.459.000		
Spain	242.222.000	246.126.000	250.785.000	255.097.000	239.779.000	245.393.000	242.619.000	239.420.000	230.951.000	226.971.000		
Sweden	130.698.000	130.806.000	131.082.000	128.649.000	123.386.000	131.208.000	124.627.000	127.286.000	125.016.000	122.191.000		
Turkey	128.641.000	141.400.000	152.791.000	159.632.000	154.928.000	170.014.000	183.993.000	192.896.000	196.168.000	205.442.000		
Ukraine	123.104.000	129.645.000	133.929.000	135.025.000	119.309.000	134.025.000	139.800.000	137.668.000	137.531.000	133.787.000		
United Kingdom	348.874.000	345.413.000	341.942.000	341.954.000	321.870.000	328.957.000	317.944.000	318.084.000	317.128.000	303.562.000		

Tabelle 75: Stromverbrauch Europa 2005 -2014, (Eurostat, 2016), eigene Darstellung

Jährlicher Anstieg Gesamtstromverbrauch													
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2013-2014	Mittelwert		
Albania	-32,90%	4,79%	29,59%	15,55%	5,47%	-0,76%	-2,47%	25,65%	-5,60%	4,37%			
Austria	4,94%	1,66%	-0,96%	-4,89%	4,53%	-0,21%	1,49%	-0,12%	-0,89%	0,62%			
Belgium	3,09%	0,12%	-0,13%	-6,61%	7,79%	-3,90%	1,31%	1,88%	-2,49%	0,12%			
Bosnia and Herzegovina	-1,67%	2,11%	30,68%	-5,22%	9,34%	4,26%	2,86%	-1,48%	-3,16%	4,19%			
Bulgaria	4,77%	2,11%	4,29%	-6,21%	1,03%	4,63%	-1,99%	-1,25%	0,72%	0,90%			
Croatia	4,59%	2,02%	4,89%	-3,88%	2,26%	-0,80%	-2,45%	-1,81%	-1,59%	0,36%			
Cyprus	5,28%	5,18%	5,95%	2,30%	2,50%	-7,02%	-2,91%	-10,89%	1,17%	0,17%			
Czech Republic	3,12%	0,38%	1,40%	-5,39%	4,19%	-0,79%	-0,17%	0,07%	-0,86%	0,22%			
Denmark	0,99%	-0,95%	-1,07%	-5,05%	2,12%	-1,37%	-1,55%	0,11%	-1,89%	-0,96%			
Estonia	7,45%	4,70%	3,08%	-5,05%	3,88%	-4,07%	5,30%	-2,26%	1,26%	1,59%			
Finland	6,30%	0,06%	-4,22%	-6,54%	8,30%	-4,04%	0,73%	-0,98%	-1,00%	-0,15%			
Former Yugoslav Republic of Macedonia	3,40%	4,80%	2,21%	-7,32%	6,13%	8,76%	-5,06%	-2,91%	-1,06%	0,99%			
France	1,08%	-0,37%	1,55%	-4,02%	6,99%	-6,41%	4,05%	1,59%	-6,02%	-0,17%			
Germany	1,09%	0,26%	-0,34%	-5,75%	7,07%	-1,29%	0,05%	-0,50%	-1,98%	-0,15%			
Greece	3,03%	5,23%	2,64%	-3,41%	-2,91%	-2,50%	0,43%	-6,20%	1,45%	-0,25%			
Hungary	2,79%	1,52%	1,73%	-3,43%	3,19%	1,07%	1,81%	-0,99%	2,50%	1,13%			
Iceland	15,39%	20,97%	40,01%	2,74%	0,31%	1,93%	2,27%	4,07%	-3,43%	9,36%			
Ireland	4,04%	1,18%	4,39%	-5,39%	0,95%	-2,76%	-1,17%	0,97%	0,81%	0,33%			
Italy	2,62%	0,17%	0,00%	-6,24%	3,21%	0,84%	-1,69%	-3,15%	-2,05%	-0,70%			
Kosovo	3,83%	8,56%	11,67%	-3,80%	4,64%	11,74%	-2,46%	3,73%	0,75%	4,30%			
Latvia	7,23%	7,54%	0,33%	-7,92%	1,84%	-0,39%	10,61%	-3,97%	0,09%	1,71%			
Lithuania	5,70%	5,06%	2,10%	-7,45%	-0,47%	2,98%	3,97%	0,38%	3,15%	1,71%			
Luxembourg	7,45%	1,20%	-1,45%	-7,26%	7,84%	-0,94%	-4,11%	-0,69%	0,02%	0,23%			
Malta	-0,27%	-0,11%	0,11%	-7,88%	8,67%	2,43%	4,16%	0,05%	2,63%	1,09%			
Moldova	3,91%	-8,75%	2,79%	-14,21%	-1,09%	-15,81%	3,89%	-7,57%	-76,93%	-12,64%			
Montenegro	2,42%	2,13%	-5,08%	-19,29%	6,43%	6,10%	-5,49%	4,16%	-18,55%	-3,02%			
Netherlands	2,06%	2,07%	0,58%	-4,61%	2,93%	0,50%	-1,98%	-1,35%	-1,35%	-0,13%			
Norway	-3,01%	3,03%	1,24%	-4,18%	5,70%	-5,38%	3,11%	0,91%	-2,95%	-0,17%			
Poland	5,37%	3,11%	2,71%	-4,18%	5,65%	2,45%	0,57%	1,16%	1,42%	2,03%			
Portugal	3,11%	2,64%	-1,37%	-1,03%	4,25%	-3,05%	-4,39%	-2,13%	-0,14%	-0,23%			
Romania	5,42%	0,02%	3,92%	-10,71%	9,06%	2,79%	-1,33%	-4,14%	4,07%	1,01%			
Serbia	0,16%	3,17%	2,79%	-1,64%	2,83%	1,53%	-2,94%	-0,97%	-2,77%	0,24%			
Slovakia	3,52%	3,89%	0,78%	-6,73%	4,49%	2,81%	-3,53%	4,79%	-3,70%	0,70%			
Slovenia	3,32%	0,75%	-3,45%	-11,82%	5,77%	4,65%	-0,58%	0,41%	-0,16%	-0,12%			
Spain	1,61%	1,89%	1,72%	-6,00%	2,34%	-1,13%	-1,32%	-3,54%	-1,72%	-0,68%			
Sweden	0,08%	0,21%	-1,86%	-4,09%	6,34%	-5,02%	2,13%	-1,78%	-2,26%	-0,69%			
Turkey	9,92%	8,06%	4,48%	-2,95%	9,74%	8,22%	4,84%	1,70%	4,73%	5,41%			
Ukraine	5,31%	3,30%	0,82%	-11,64%	12,33%	4,31%	-1,53%	-0,10%	-2,72%	1,12%			
United Kingdom	-0,99%	-1,00%	0,00%	-5,87%	2,20%	-3,35%	0,04%	-0,30%	-4,28%	-1,51%			
				<b>Mittelwert gesamt</b>							<b>0,57%</b>		

Tabelle 76: Jährlicher Anstieg Gesamtstromverbrauch

GEO/TIME	Energy Consumption - sector industry (in Peta Joule)														Energy Consumption - sector transport (in Peta Joule)													
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014								
European Union (28 countries)	13.737	13.494	13.608	13.090	11.179	12.051	11.842	11.604	11.668	11.504	15.468	15.777	16.037	15.829	15.319	15.263	15.192	14.729	14.580	14.777								
Euro area (19 countries)	9.848	9.630	9.755	9.440	8.104	8.814	8.662	8.510	8.498	8.339	11.220	11.396	11.537	11.345	10.945	10.930	10.848	10.467	10.401	10.517								
Albania	9	11	11	10	12	15	16	15	12	16	35	29	30	32	32	31	33	32	35	35								
Belgium	493	523	515	505	450	540	480	480	493	489	414	401	408	441	435	441	446	412	406	420								
Bosnia and Herzegovina	23	24	25	31	27	32	35	36	36	39	0	0	0	0	0	0	1	0	0	42								
Bulgaria	169	170	174	152	102	107	113	108	108	110	122	127	123	130	122	120	123	129	117	130								
Denmark	119	121	117	112	97	101	101	95	89	87	223	226	235	232	217	217	218	203	201	206								
Germany (until 1990 former territ	2.474	2.507	2.613	2.571	2.248	2.536	2.547	2.537	2.543	2.542	2.609	2.655	2.612	2.584	2.537	2.558	2.567	2.572	2.620	2.657								
Estonia	30	29	32	32	23	24	25	24	27	23	32	34	37	35	31	33	33	33	32	33								
Finland	497	541	530	503	412	475	465	452	450	448	195	199	207	203	195	203	207	202	204	199								
France	1.402	1.359	1.325	1.291	1.107	1.192	1.171	1.178	1.258	1.169	2.114	2.132	2.158	2.113	2.075	2.080	2.084	2.074	2.063	2.074								
Greece	174	177	193	176	145	145	139	125	119	129	343	358	369	361	390	346	315	266	265	271								
Ireland	108	115	104	102	88	90	93	91	91	94	213	229	245	231	199	197	181	172	176	187								
Iceland	31	34	40	54	55	54	55	57	59	60	15	20	21	19	17	17	17	17	17	18								
Italy	1.669	1.623	1.592	1.523	1.247	1.309	1.261	1.217	1.122	1.095	1.877	1.902	1.914	1.842	1.764	1.747	1.751	1.652	1.620	1.678								
Kosovo	8	8	11	10	10	12	13	11	11	10	11	12	13	14	15	14	14	15	12	12								
Croatia	65	68	70	70	59	57	54	48	47	46	81	86	91	90	90	87	85	84	85	84								
Latvia	29	31	30	28	27	32	31	35	32	33	45	45	56	54	48	50	45	44	45	46								
Lithuania	41	44	44	40	34	38	39	42	41	41	60	65	77	77	63	65	64	66	66	73								
Luxembourg	32	34	32	32	27	31	29	28	26	26	116	111	111	112	104	109	114	108	106	104								
Malta	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	8	8	9	9	13	10	12	12	12	12								
Macedonia	23	25	28	26	18	23	27	24	23	22	15	15	17	17	17	18	19	20	19	22								
Moldova	31	26	28	25	22	28	26	27	20	10	18	18	19	23	22	25	27	24	25	26								
Montenegro	14	15	16	16	10	8	9	8	8	5	7	7	9	9	9	10	9	9	8	8								
Netherlands	713	691	703	675	600	646	637	619	608	597	638	654	657	662	633	632	643	617	607	583								
Norway	284	277	274	279	231	258	255	247	248	248	199	210	217	216	212	223	216	211	222	224								
Austria	364	366	373	382	354	383	385	378	385	381	378	373	381	368	354	364	356	353	369	365								
Poland	643	651	685	623	559	592	614	605	626	630	525	583	639	683	697	741	750	721	681	685								
Portugal	243	241	245	231	218	228	224	193	193	184	301	305	306	308	305	306	288	270	267	271								
Romania	419	402	383	378	273	288	297	284	264	271	179	185	199	226	226	215	224	228	224	229								
Sweden	529	530	536	511	462	511	498	489	480	471	360	363	370	365	355	360	358	349	349	357								
Serbia	147	154	160	132	91	109	119	104	104	87	94	102	79	100	96	95	88	77	85	89								
Slovakia	197	201	193	190	170	183	178	182	179	186	100	94	104	114	114	99	110	110	98	93								
Slovenia	69	71	67	62	51	53	52	51	50	52	63	65	74	87	73	76	80	81	77	76								
Spain	1.297	1.063	1.149	1.082	888	898	895	870	871	838	1.672	1.720	1.772	1.697	1.587	1.557	1.509	1.396	1.330	1.339								
Czech Republic	405	405	396	375	341	332	331	318	317	313	255	265	280	281	276	260	261	254	251	260								
Turkey	940	1.033	1.047	825	861	1.038	1.133	1.172	1.120	1.169	570	632	721	690	689	668	675	787	867	991								
Ukraine	1.651	1.657	1.682	1.534	1.174	1.303	1.353	1.260	1.170	1.059	509	501	657	658	546	552	549	506	501	437								
Hungary	142	142	141	140	112	122	120	107	162	171	181	193	195	201	198	178	172	164	149	167								
United Kingdom	1.398	1.374	1.352	1.287	1.088	1.127	1.052	1.039	1.077	1.066	2.323	2.354	2.367	2.276	2.193	2.156	2.152	2.130	2.121	2.141								
Cyprus	13	12	12	12	11	10	9	7	8	9	41	41	43	44	43	44	44	40	36	35								

Tabelle 77: Energy Consumption europäischer Länder in den Sektoren „industry“ und „transport“

GEO/TIME	Energy Consumption - others sectors (in Peta Joule)										non energy consumption (in Peta Joule)									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
European Union (28 countries)	20.672	20.662	19.461	20.488	20.174	21.411	19.250	19.927	20.084	18.170	4.960	4.937	4.892	4.713	4.273	4.484	4.379	4.207	4.082	4.161
Euro area (19 countries)	14.292	14.348	13.421	14.228	14.039	14.778	13.247	13.712	13.932	12.556	3.810	3.783	3.808	3.663	3.357	3.549	3.451	3.332	3.209	3.262
Albania	35	33	30	32	34	34	34	33	37	36	5	6	5	4	7	5	2	2	7	4
Belgium	625	591	545	610	586	637	546	571	614	516	323	306	309	350	287	304	302	309	330	351
Bosnia and Herzegovina	42	43	44	49	43	46	47	46	45	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Bulgaria	136	142	135	136	136	143	152	150	143	138	36	34	34	42	24	18	21	19	19	21
Denmark	307	309	306	306	305	332	301	298	299	273	12	12	13	11	10	11	12	11	12	11
Germany (until 1990 former territ	4.063	4.192	3.578	3.957	3.831	4.103	3.627	3.770	3.950	3.546	1.033	1.007	978	947	887	945	937	914	910	926
Estonia	58	58	61	62	62	65	61	63	61	62	10	9	9	9	5	4	3	4	7	5
Finland	363	368	372	368	390	420	374	399	379	375	48	48	53	53	49	51	47	44	48	49
France	3.192	3.113	2.985	3.140	3.091	3.218	2.767	2.946	3.038	2.692	699	727	761	687	600	598	600	600	568	587
Greece	360	367	361	358	330	309	340	324	258	252	32	38	35	39	38	46	37	30	27	30
Ireland	207	210	208	223	210	213	182	181	182	170	22	18	18	5	12	14	13	12	12	9
Iceland	38	37	38	39	40	39	39	40	43	43	7	8	7	14	14	14	15	0	0	1
Italy	2.196	2.153	2.127	2.254	2.270	2.322	2.144	2.230	2.219	1.972	360	377	374	373	355	400	385	330	265	301
Kosovo	22	22	21	25	25	25	26	26	27	27	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1
Croatia	157	150	144	149	152	158	152	147	143	131	28	27	30	30	25	25	25	22	23	23
Latvia	94	95	96	92	94	90	85	90	85	84	4	5	5	5	3	3	4	4	4	4
Lithuania	91	96	95	96	95	97	94	95	91	89	34	34	34	55	50	30	51	51	42	45
Luxembourg	39	39	39	40	40	41	37	39	40	38	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Malta	6	6	6	6	5	7	7	8	8	8	8	8	8	8	0	0	0	0	0	0
Macedonia	32	32	30	31	34	33	32	33	28	28	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2
Moldova	52	53	46	44	42	47	49	48	49	47	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2
Montenegro	13	14	14	14	14	14	12	13	14	14	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1
Netherlands	918	909	861	918	926	1.030	882	919	944	800	645	637	639	589	589	649	583	601	600	593
Norway	295	290	297	297	322	341	312	329	326	298	97	99	109	106	93	96	96	95	97	100
Austria	421	419	399	416	393	426	394	399	414	376	72	84	79	75	75	77	71	77	75	85
Poland	1.280	1.327	1.254	1.309	1.322	1.446	1.347	1.372	1.342	1.264	191	215	217	215	196	208	210	205	209	217
Portugal	252	240	241	231	238	224	213	208	204	206	108	87	98	83	65	72	73	55	57	60
Romania	437	455	429	438	434	443	432	442	426	409	103	97	100	96	69	62	72	72	61	64
Sweden	520	498	489	481	499	556	501	518	494	479	96	100	102	98	74	88	81	76	86	82
Serbia	159	151	187	164	169	172	181	174	160	153	16	22	22	13	39	26	34	14	24	22
Slovakia	187	181	171	176	177	191	163	153	167	142	54	54	56	54	49	44	51	40	45	39
Slovenia	74	71	64	72	75	82	79	74	74	65	13	13	13	12	10	9	5	5	5	6
Spain	1.124	1.214	1.187	1.184	1.200	1.275	1.225	1.215	1.180	1.140	350	335	334	322	299	295	284	250	210	172
Czech Republic	429	434	411	419	409	448	415	420	430	390	123	125	114	125	107	116	109	112	108	121
Turkey	1.146	1.226	1.300	1.506	1.374	1.391	1.486	1.565	1.486	1.437	185	242	244	225	287	302	259	304	302	233
Ukraine	1.225	1.252	1.256	1.254	1.185	1.279	1.297	1.284	1.319	1.134	361	329	325	308	181	235	254	257	208	148
Hungary	441	418	373	372	375	392	381	347	327	305	91	93	94	84	79	83	83	79	61	69
United Kingdom	2.673	2.580	2.498	2.648	2.504	2.716	2.322	2.520	2.547	2.226	469	451	381	349	332	325	314	276	296	291
Cyprus	22	25	26	26	27	27	27	26	23	23	3	3	3	3	3	4	3	2	1	1

Tabelle 78: Energy Consumption europäischer Länder in „other sectors“ und „non energy consumption“

INDIC_NRG	Final Energy Consumption (in Peta Joule)									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
European Union (28 countries)	54.838	54.870	53.999	54.119	50.945	53.210	50.664	50.466	50.414	48.612
Euro area (19 countries)	39.170	39.158	38.521	38.677	36.444	38.071	36.209	36.022	36.040	34.674
Albania	85	78	76	78	85	85	85	81	90	90
Belgium	1.855	1.821	1.778	1.906	1.757	1.922	1.774	1.773	1.843	1.777
Bosnia and Herzegovina	65	67	69	81	69	78	83	83	82	191
Bulgaria	462	474	467	460	384	388	409	406	387	399
Denmark	661	668	671	661	630	661	632	607	600	577
Germany (until 1990 former territ	10.179	10.362	9.780	10.059	9.503	10.142	9.678	9.792	10.023	9.672
Estonia	130	130	139	137	120	125	122	124	127	122
Finland	1.103	1.157	1.162	1.127	1.045	1.150	1.094	1.098	1.082	1.071
France	7.407	7.330	7.229	7.231	6.873	7.088	6.622	6.798	6.926	6.521
Greece	909	940	959	934	903	847	832	746	669	682
Ireland	549	571	562	569	509	515	469	456	462	460
Iceland	91	99	106	126	127	125	126	115	121	122
Italy	6.103	6.054	6.008	5.993	5.637	5.779	5.540	5.428	5.227	5.047
Kosovo	41	43	44	49	50	51	56	53	51	50
Croatia	331	331	335	340	326	327	317	301	298	284
Latvia	172	180	187	179	172	176	166	173	166	167
Lithuania	226	239	271	262	223	229	249	254	240	247
Luxembourg	189	186	183	184	172	183	181	177	174	169
Malta	17	16	17	21	19	21	21	22	22	23
Macedonia	72	73	76	76	71	77	82	79	76	75
Moldova	101	98	95	94	87	102	103	100	96	85
Montenegro	35	38	40	40	34	34	32	31	31	28
Netherlands	2.913	2.890	2.859	2.843	2.749	2.958	2.745	2.756	2.759	2.572
Norway	875	876	898	899	858	918	879	882	894	870
Austria	1.236	1.243	1.231	1.241	1.176	1.251	1.205	1.208	1.243	1.207
Poland	2.640	2.776	2.796	2.830	2.774	2.986	2.922	2.904	2.858	2.797
Portugal	904	873	889	854	826	830	798	726	721	722
Romania	1.138	1.138	1.111	1.138	1.002	1.008	1.026	1.027	975	973
Sweden	1.505	1.491	1.497	1.455	1.390	1.515	1.437	1.432	1.409	1.389
Serbia	417	429	440	436	381	410	422	369	372	350
Slovakia	538	530	524	534	494	528	502	474	489	460
Slovenia	218	220	218	232	209	220	215	210	206	199
Spain	4.443	4.332	4.442	4.284	3.974	4.024	3.912	3.732	3.592	3.489
Czech Republic	1.213	1.230	1.201	1.200	1.134	1.157	1.117	1.105	1.107	1.085
Turkey	2.842	3.133	3.313	3.246	3.211	3.399	3.554	3.828	3.775	3.830
Ukraine	3.746	3.739	3.921	3.753	3.086	3.369	3.453	3.307	3.197	2.778
Hungary	854	845	802	797	764	775	756	696	700	712
United Kingdom	6.863	6.758	6.598	6.561	6.097	6.324	5.840	5.966	6.040	5.723
Cyprus	80	81	83	85	84	84	83	75	69	69

Tabelle 79: Final Energy Consumption europäischer Länder

Land	Fläche (km²)	Einwohner	Hauptstadt	EU	Energieagentur	ABK	Link	Elektromobilitätsverbände	Link	durchschnittliche CO2 Emission Neuwagen
<a href="#">Albanien</a>	28.748	3.560.000	<a href="#">Tirana</a>		Albania EU-Energy Efficiency Centre	EEC	<a href="http://www.esc.org.al/">http://www.esc.org.al/</a>			
<a href="#">Andorra</a>	464	72.300	<a href="#">Andorra la Vella</a>					ASBE	<a href="http://www.asbe.be/en/">http://www.asbe.be/en/</a>	117,9
<a href="#">Belgien</a>	30.518	10.300.000	<a href="#">Brüssel</a>	x						
<a href="#">Bosnien-Herzegowina</a>	51.129	3.800.000	<a href="#">Sarajevo</a>							
<a href="#">Bulgarien</a>	110.994	7.810.000	<a href="#">Sofia</a>	x	Sustainable Energy Development Agency	SEDA	<a href="http://www.sesa.government.bg/en/">http://www.sesa.government.bg/en/</a>			130,3
<a href="#">Dänemark</a>	43.093	5.410.000	<a href="#">Kopenhagen</a>	x	Danish Energy Agency	DEA	<a href="http://www.ens.dk/en">www.ens.dk/en</a>			106,2
<a href="#">Deutschland</a>	357.114	82.220.000	<a href="#">Berlin</a>	x	Deutsche Energie Agentur	DENA	<a href="http://www.dena.de">www.dena.de</a>	BSM	<a href="http://www.solar-mobil.de/">http://www.solar-mobil.de/</a>	128,4
<a href="#">Estland</a>	45.227	1.350.000	<a href="#">Tallinn</a>	x						137,2
<a href="#">Finnland</a>	338.145	5.220.000	<a href="#">Helsinki</a>	x	MOTIVA		<a href="http://www.motiva.fi/en">http://www.motiva.fi/en</a>	EMBG	<a href="http://teknologia.ecoliisuus.fi/en">http://teknologia.ecoliisuus.fi/en</a>	123,0
<a href="#">Frankreich</a>	547.026	60.680.000	<a href="#">Paris</a>	x	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie	ADEME	<a href="http://www.ademe.fr/en">http://www.ademe.fr/en</a>	AVERE France	<a href="http://www.avere-france.org/">http://www.avere-france.org/</a>	111,0
<a href="#">Griechenland</a>	131.957	10.670.000	<a href="#">Athen</a>	x	Center for Renewable Energy Sources and Saving	CRES	<a href="http://www.cres.gr/kape/index_eng.htm">http://www.cres.gr/kape/index_eng.htm</a>	HELIEV	<a href="http://www.heliev.gr/">http://www.heliev.gr/</a>	106,4
<a href="#">Irland</a>	70.284	4.040.000	<a href="#">Dublin</a>	x	Sustainable Energy Authority Ireland	SEAI	<a href="http://www.seai.ie/">http://www.seai.ie/</a>			114,3
<a href="#">Island</a>	103.000	293.500	<a href="#">Reykjavik</a>		ORKUSTOFNUN		<a href="http://www.orkun.is/">http://www.orkun.is/</a>			
<a href="#">Italien</a>	301.230	57.890.000	<a href="#">Rom</a>	x	Agencia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo svil	ENEA	<a href="http://www.enea.it/en/home/Luglio-2015?set">http://www.enea.it/en/home/Luglio-2015?set</a>	CVES	<a href="http://www.celweb.it/CIVES/home.htm">http://www.celweb.it/CIVES/home.htm</a>	115,4
<a href="#">Kosovo</a>	10.887	2.130.000	<a href="#">Pristine</a>							
<a href="#">Kroatien</a>	56.600	4.490.000	<a href="#">Zagreb</a>	x	Energetski institut Hrvocje Pozar	E IHP	<a href="http://www.eihp.hr/?lang=en">http://www.eihp.hr/?lang=en</a>			112,9
<a href="#">Lettland</a>	64.600	2.350.000	<a href="#">Riga</a>	x						137,1
<a href="#">Litauen</a>	160	34.500	<a href="#">Vaduz</a>							
<a href="#">Litauen</a>	65.200	3.440.000	<a href="#">Vilnius (Vilnius)</a>	x	Lietuvos Energetikos Institutas	LEI	<a href="http://www.lei.lt/index.php?k=9">http://www.lei.lt/index.php?k=9</a>			130,0
<a href="#">Luxemburg</a>	2.596	462.500	<a href="#">Luxemburg</a>	x	energieagence		<a href="http://www.energieagence.lu/de/accueil">http://www.energieagence.lu/de/accueil</a>			127,5
<a href="#">Mallta</a>	316	399.000	<a href="#">Valletta</a>	x						112,9
<a href="#">Mazedonien</a>	25.714	2.050.000	<a href="#">Skopje</a>							
<a href="#">Moldawien</a>	33.843	4.460.000	<a href="#">Chisinau</a>							
<a href="#">Montenegro</a>	1.95	32.400	<a href="#">Montaco-Ville</a>							
<a href="#">Montenegro</a>	13.812	680.000	<a href="#">Podgorica</a>							
<a href="#">Niederlande</a>	41.864	16.290.000	<a href="#">Amsterdam</a>	x	Agentschap NL	NL Agency	<a href="http://english.vov.nl/">http://english.vov.nl/</a>	E-Team - Dutch	<a href="http://medietlandelektrisch.nl/eng/uis">http://medietlandelektrisch.nl/eng/uis</a>	101,2
<a href="#">Norwegen</a>	323.769	4.580.000	<a href="#">Oslo</a>		Enova SF		<a href="http://www.enova.no/">http://www.enova.no/</a>	NORSK ELBILFORENING	<a href="http://www.elbil.no/">http://www.elbil.no/</a>	
<a href="#">Österreich</a>	83.870	9.190.000	<a href="#">Wien</a>	x	Austrian Energy Agency	eA	<a href="http://www.energieagentur.at/">http://www.energieagentur.at/</a>	EEÖ	<a href="http://eeoe.at/">http://eeoe.at/</a>	123,7
<a href="#">Polen</a>	312.694	38.610.000	<a href="#">Warschau</a>	x	Krajowa Agencja Poszarowania Energii S.A	KAPE SA	<a href="http://www.kapec.gov.pl/index.php/en/">http://www.kapec.gov.pl/index.php/en/</a>			129,3
<a href="#">Portugal</a>	92.289	10.570.000	<a href="#">Lissabon</a>	x	Agência para a Energia	ADENE	<a href="http://www.adene.pt/">http://www.adene.pt/</a>			105,7
<a href="#">Rumänien</a>	238.931	22.310.000	<a href="#">Bukarest</a>	x	Autoritatea Nationala de Reglementare in Domeniul Energiei	ANRE	<a href="http://www.anre.ro/en">http://www.anre.ro/en</a>	AVER	<a href="http://www.aver.ro/">http://www.aver.ro/</a>	125,0
<a href="#">Russland</a>	17.075.300	145.180.000	<a href="#">Moskau</a>							
<a href="#">San Marino</a>	61	29.000	<a href="#">San Marino</a>							
<a href="#">Schweden</a>	449.964	9.010.000	<a href="#">Stockholm</a>	x	Energimyndigheten		<a href="http://www.energimyndigheten.se/en/">http://www.energimyndigheten.se/en/</a>	Swiss E-Mobility	<a href="http://www.swiss-embility.ch/">www.swiss-embility.ch/</a>	126,3
<a href="#">Schweiz</a>	41.290	7.450.000	<a href="#">Bern</a>		Schweizerische Agentur für Energieeffizienz	S.A.F.E.				
<a href="#">Serbien</a>	88.361	10.000.000	<a href="#">Belgrad</a>		Republic of Serbia Energy Efficiency Agency	SEEA				
<a href="#">Slowakei</a>	49.036	5.430.000	<a href="#">Bratislava</a>	x	Slovenská inovačná a energetická agentúra	SIEA	<a href="http://en.siea.sk/">http://en.siea.sk/</a>			127,7
<a href="#">Slowakei</a>	20.152	2.070.000	<a href="#">Ljubljana</a>	x	Agencija za prestrukturiranje energetske d.o.o	Ape	<a href="http://www.apes.si/en/index.html">http://www.apes.si/en/index.html</a>	DEVS	<a href="http://www.devs.si/">http://www.devs.si/</a>	119,2
<a href="#">Spanien</a>	504.982	44.110.000	<a href="#">Madrid</a>	x	Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía	IDAE	<a href="http://www.idaee.es/index.php/analuk">http://www.idaee.es/index.php/analuk</a>	AEDIVE	<a href="http://aedive.es/">http://aedive.es/</a>	115,3
<a href="#">Tschechische Republik</a>	78.864	10.300.000	<a href="#">Prag</a>	x				ASEP	<a href="http://elektromobilny-os.cz/">http://elektromobilny-os.cz/</a>	126,3
<a href="#">Türkei</a>	779.452	70.300.000	<a href="#">Ankara</a>		Energy Saving Trust	EST	<a href="http://www.enerveysavingtrust.org.uk/">http://www.enerveysavingtrust.org.uk/</a>	ELAR	<a href="http://www.elar.org.tr/en/">http://www.elar.org.tr/en/</a>	121,3
<a href="#">UK</a>	244.820	60.440.000	<a href="#">London</a>	x						
<a href="#">Ukraine</a>	603.700	47.620.000	<a href="#">Kiew</a>							
<a href="#">Ungarn</a>	93.032	10.910.000	<a href="#">Budapest</a>	x	Energia Központ			HEA	<a href="http://www.elektromobilitas.hu/">http://www.elektromobilitas.hu/</a>	129,6
<a href="#">Vatikan</a>	0,4	800	<a href="#">Vatikanstadt</a>							
<a href="#">Weißrussland</a>	207.600	10.300.000	<a href="#">Minsk</a>							
<a href="#">Zypern</a>	9.251	780.000	<a href="#">Nikosia</a>	x	Cyprus Institute of Energy	CIE	<a href="https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/partners/cie">https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/partners/cie</a>			125,8

Tabelle 80: Übersicht über europäische Staaten und Mobilitätsverbände