



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
(ICADE)

**CÓMO CONSEGUIR EL OBJETIVO DE TENER UN MILLÓN DE
COCHES ELÉCTRICOS CIRCULANDO EN 2020 Y CUÁLES SON
LOS RETOS A LOS QUE SE ENFRENTA ALEMANIA EN
ESTE PROCESO**

Autor: Marlene Jordan

Director: Gloria Martín Antón

Madrid

Marzo de 2014



CÓMO CONSEGUIR EL OBJETIVO DE TENER UN MILLÓN DE COCHES ELÉCTRICOS CIRCULANDO EN 2020 Y CUÁLES SON LOS RETOS A LOS QUE SE ENFRENTA ALEMANIA EN ESTE PROCESO

Marlene
Jordan

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE GRÁFICOS	iii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN Y ABSTRACT	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación del proyecto	1
1.2. Necesidad e interés de la investigación	2
1.3. Objetivos y problemática	2
1.4. Metodología utilizada y alcance de la investigación	2
1.5. Fuentes de datos utilizados	3
1.6. Partes principales del trabajo fin de grado	3
2. SITUACIÓN INICIAL	4
2.1. El petróleo se agota	4
2.2. Contaminación del medio ambiente	5
2.3. Reacción de la Unión Europea al cambio climático	5
2.4. La industria de coches y la movilidad en Alemania	7
2.5. Megacities y nuevas tendencias de la movilidad	9
2.6. El objetivo del gobierno alemán de 2020	10
2.7. Electromovilidad en Alemania	14
3. CONTEXTO DE MOVILIDAD ELÉCTRICA	15
3.1 Historia de la electromovilidad	15

3.2	Clasificación de los vehículos eléctricos (VE)	16
3.2.1	Battery Electric Vehicle (BEV)	16
3.2.2	Range Extended Electric Vehicle (REEV)	16
3.2.3	Hybrid Electric Vehicle (HEV)	17
3.2.4	Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV)	17
3.2.5	Fuel Cell Hybrid Electric Vehicle (FCHEV)	17
3.3	Posición del desarrollo tecnológico	18
3.3.1	La tecnología transitoria híbrida	18
3.3.2	El concepto de propulsión eléctrica	19
3.4	Costes de vehículos eléctricos	21
3.5	Sistema de recarga	23
3.5.1.	Carga inductiva	23
3.5.2.	Concepto del cambio de las baterías	24
3.5.3.	Carga a través de un cable de recarga	24
3.5.4.	Enchufes y el estándar de carga	24
3.6	Estandarización y normas	25
3.7	Ventajas y desventajas de los coches eléctricos	26
4.	ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS	28
4.1.	El Estado y las decisiones políticas	28
4.2.	Promotores de infraestructuras	32
4.3.	Los usuarios	35
4.4.	La industria	38
4.4.1.	Las empresas energéticas	39
4.4.2.	Fabricantes de Baterías	41
4.4.3.	Los fabricantes de coches y sus proveedores	43
4.4.4.	Las empresas de tecnologías de la información y la comunicación (TIC)	46
4.4.5.	Conclusión de la industria	46
4.5.	Servicios financieros	47
5.	CONCLUSIONES	48
	BIBLIOGRAFÍA	51
	APÉNDICES	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico i: El precio medio de un barril de petróleo de 2002 a 2014..... 4

Gráfico ii: El desarrollo del precio de un barril de petróleo en Julio 2008..... 59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración i: Los tres fases del programa del gobierno para alcanzar el objetivo de un millón de coches eléctricos en 2020..... 12

Ilustración ii: Los *Breakeven-Points* de los *TCO* de coches con propulsión eléctrica y con propulsión convencional 22

Ilustración iii: El enchufe *CCS* del coche e-Up de VW 25

Ilustración iv: Áreas afectadas del cambio a electromovilidad 28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla i: Ventas de coches con enfoque en el segmento premium 8

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

BEV	Battery Electric Vehicles
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BMW	Bayrische Motoren Werke
CA	Corriente alterna
CC	Corriente continua
CCS	Combined Charging System
EEUU	Estados Unidos
etc.	et cetera
FCHEV	Fuel Cell Hybrid Electric Vehicle
HEV	Hybrid Electric Vehicles
km	kilómetros
MCI	Motor de combustión interna
PHEV	Plug-In Hybrid Electric Vehicle
REEV	Range Extended Electric Vehicle
TCO	Total Cost of Ownership
TIC	tecnologías de la información y la comunicación
UE	Unión Europea
VE	Vehículo eléctrico
VW	Volkswagen
VDA	Verbund der Automobilindustrie
V2G	Vehicle to Grid
ZEV	Zero Emission Vehicle Mandatory

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, desearía dar las gracias a mi directora de trabajo fin de grado Gloria Martín Antón por todo el tiempo y ayuda que me ha prestado durante la preparación y elaboración de este trabajo.

Además, agradezco a mi familia el apoyo incondicional que me han demostrado durante mis cuatro años de carrera y en general por haberme dado la oportunidad de estudiar esta carrera.

RESUMEN Y ABSTRACT

Resumen

En la actualidad el coche eléctrico ha ganado mucha importancia, porque presenta una solución prometedora para los problemas ecológicos y económicos. El gobierno alemán, entre otros gobiernos del mundo, ha entendido el potencial de los coches eléctricos y quiere apoyarlo. Alemania se ha puesto el objetivo de llegar a ser el líder del mercado de coches eléctricos y tener un millón ellos circulando en 2020.

Este trabajo contiene, en un primer lugar, una visión general sobre la electromovilidad, sus conceptos y diferentes clasificaciones y explica los retos actuales: el alcance limitado y los costes altos debido al nivel de la tecnología de la batería. Una vez finalizado este punto se entra en las diferentes áreas que se ven afectadas por el cambio a la electromovilidad y que juegan un papel muy importante para que tenga éxito. El Estado y los procesos políticos pueden tener una gran influencia en el éxito de los coches eléctricos en un país, y en este caso en Alemania.

Por último, se ha determinado que, si los tres puntos cruciales: las decisiones políticas, la industria y los usuarios se familiarizan con el tema de la electromovilidad y tienen la voluntad de investigar y resolver los retos, Alemania puede conseguir su objetivo de un millón de coches eléctricos circulando en las calles.

Palabras clave: Vehículo eléctrico, fabricantes de coches, electromovilidad, Smart Grid, batería de litio, alcance limitado, Alemania, coche eléctrico puro, puntos de carga, electricidad

Abstract

The latest the electric car has become very important, because it presents a promising solution to ecological and economic problems. The German government, among other governments worldwide, understood the potential of electric cars and wants to support it. Germany has set itself the goal of becoming the market leader in electric cars and of having a million registered electric cars in 2020.

At the beginning, this paper provides an overview of electric mobility, the concepts and different classifications and explains the current challenges: the limited distance and the high costs due to the level of the battery technology. In the following part the different fields that are affected by the change to electric mobility are analyzed and these playing an important role for its success are taken a closer look at. The government and political processes can have a major influence on the success of electric cars in the country, in this case in Germany.

Finally, it has been determined that if the three crucial points political decisions, industry and users, get used to electric mobility and are willing to investigate and resolve challenges, Germany can achieve its goal of a million registered electric cars.

Keywords: electric vehicle, car manufacturer, electric mobility, Smart Grid, lithium battery, limited distance, Germany, purely electric cars, loading stations, electricity

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación del proyecto

En la actualidad, no hay un día en que el tema de la electromovilidad no se mencione y discuta en los medios. La importancia de una alternativa a la movilidad con propulsión convencional viene motivada sobre todo por dos acontecimientos globales de los últimos años: por una parte, la escasez del petróleo, la resultante escalada de su precio y, por otra parte, el perceptible cambio climático, debido a la expulsión de gases.

Para independizarse de los países, que producen el petróleo, y para evitar un aumento de la contaminación del medio ambiente, la electromovilidad ha ganado de importancia y juega un papel importante para resolver estos acontecimientos. Por tanto muchos países industrializados están enfocándose hacia esta tecnología de movilidad para desarrollarla. Entre ellos se encuentra también Alemania. Dado al hecho que la industria de coches en Alemania presenta el orgullo de la industria y de la nación y el hecho de que quiere distinguirse en este cambio a la electromovilidad, el gobierno alemán quiere impulsarla. A tal fin el gobierno alemán, bajo el mandato de la canciller Angela Merkel, se ha propuesto el objetivo de tener un millón de coches eléctricos circulando en 2020 y llegar a ser líder en el mercado. Pero la tecnología de la electromovilidad todavía no está madura y consecuentemente hay que afrontar muchos retos.

Durante mis prácticas en *Bayrische Motoren Werke* (BMW) en Munich en 2011, tuve mi primer contacto con el tema de la electromovilidad. Durante este tiempo BMW presentó a sus empleados su concepto del coche eléctrico puro, el BMW i3. Por un lado, mostraba los resultados obtenidos en ese momento, pero también, animaba a sus trabajadores a formarse en este nuevo terreno.

Desde ese momento estoy siguiendo el desarrollo de la electromovilidad con mucho interés. Decidí, por lo tanto, escribir mi trabajo fin de grado sobre este tema y analizar los retos que todavía existen con esta tecnología. Este trabajo me ha permitido de profundizar mis conocimientos en la área de electromovilidad, sobre todo de coches eléctricos, una área en que me gustaría trabajar en el futuro.

1.2. Necesidad e interés de la investigación

La electromovilidad va a jugar un papel importante en el futuro y va a afectarnos todos. Pero los conocimientos y la aceptación de la población son muy bajos y hay que informar sobre esta nueva forma de movilidad. Además hay que investigar más en esta tecnología para crear aceptación de los usuarios y llegar a la penetración del mercado. Con este trabajo quiero analizar qué retos existen todavía que afrontar respecto a la electromovilidad y cómo Alemania puede conseguir su objetivo. Además quiero presentar al público con este trabajo la visión de la electromovilidad, sus conceptos y qué áreas se ven afectadas y de qué manera.

1.3. Objetivos y problemática

La problemática de este trabajo es cómo Alemania puede conseguir su objetivo de tener un millón de coches circulando en 2020. Dado el hecho de, que la industria del automóvil presenta una parte importante en la economía alemana, el éxito de conseguir este objetivo es muy importante y tiene gran influencia en los distintos niveles de Alemania. Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es analizar ante qué retos Alemania se coloca y cuáles son diferentes áreas que tienen afrontar cambios y cómo ellas pueden apoyar el objetivo de conseguir un millón de coches eléctricos circulando en 2020. Otro objetivo del trabajo es familiarizar con el concepto de coches eléctricos, su funcionamiento y oportunidades.

1.4. Metodología utilizada y alcance de la investigación

La metodología utilizada por este trabajo es cuantitativa y por mayor parte cualitativa. La metodología cuantitativa solamente se usa alguna vez para demostrar las afirmaciones, pero la mayor parte del trabajo se ha basado en datos cualitativos, como informes, libros y páginas de web de instituciones, asociaciones y de empresas. Hay que tener en cuenta que algunos informes pretenden sólo convencer al lector del tema.

En consecuencia se ha procedido a una amplia investigación sobre el tema con el objetivo de informar al lector sobre los conceptos principales y los retos que existen. A continuación se ha profundizado y analizado en las diferentes áreas afectadas por la electromovilidad y que juegan un papel importante para

conseguir el objetivo de Alemania. Los resultados obtenidos servirán para una tasación del mercado de coches eléctricos sobre todo en Alemania y si el gobierno alemán puede conseguir su objetivo hasta 2020.

El alcance de la investigación sobre todo empieza con el programa del gobierno alemán de 2009 que es el momento de la fijación del objetivo. Se desarrollan en detalle los esfuerzos y procesos que existían hasta hoy, marzo de 2014 y se muestran las perspectivas y pasos que se necesitarán en el futuro para desarrollar la electromovilidad. Así el horizonte del trabajo se enfoca del año 2009 al 2020.

1.5. Fuentes de datos utilizados

Para obtener la información necesitada para elaborar y analizar el tema de interés, se han utilizado principalmente estos tipos de fuentes: En primer lugar, se ha accedido a libros que analizan el concepto de coches eléctricos, la movilidad en el futuro y la interacción de movilidad y energías renovables. En segundo lugar se han estudiado informes y páginas web de organismos públicos, tanto nacionales como europeas, relacionados con la electromovilidad. Por último se han recopilado informes de consultoras, empresas y asociaciones afectadas.

1.6. Partes principales del trabajo fin de grado

Este trabajo se abre con la situación inicial y numera primero los factores favorables por la movilidad alternativa. A continuación se presenta la reacción de la Unión Europea (UE) frente a estos problemas y se introduce el mercado de coches en Alemania, la nueva forma de movilidad y por último se presenta el programa del gobierno alemán, que fija el objetivo de tener un millón de coches en las calles. En siguiente lugar, se va a proceder a describir el contexto de electromovilidad; su historia, los diferentes conceptos de coches eléctricos y de las componentes esenciales y ocuparse de la necesidad de establecer normas. Al final de esta parte se va a resumir los ventajas y desventajas de los coches eléctricos. A continuación se presentan las diferentes áreas afectadas, en qué situación se encuentran actualmente y qué retos tienen y finalmente se desarrolla el análisis y se concluye si Alemania puede conseguir su objetivo, a pesar de estos retos.

2. SITUACIÓN INICIAL

2.1. El petróleo se agota

Según un estudio de la consultoría Bain & Company la reserva de carbón es suficiente hasta el año 2148, la reserva mundial de gas hasta el año 2069 y la reserva de petróleo alcanzaría sólo hasta el año 2054 (ADAC, 2010)¹. Lo que significa que es necesario encontrar alternativas para estas fuentes de energías. No sólo hay un agotamiento de energías como carbón, gas y petróleo, sino que al mismo tiempo hay una población mundial creciente y por tanto una demanda creciente de energía.

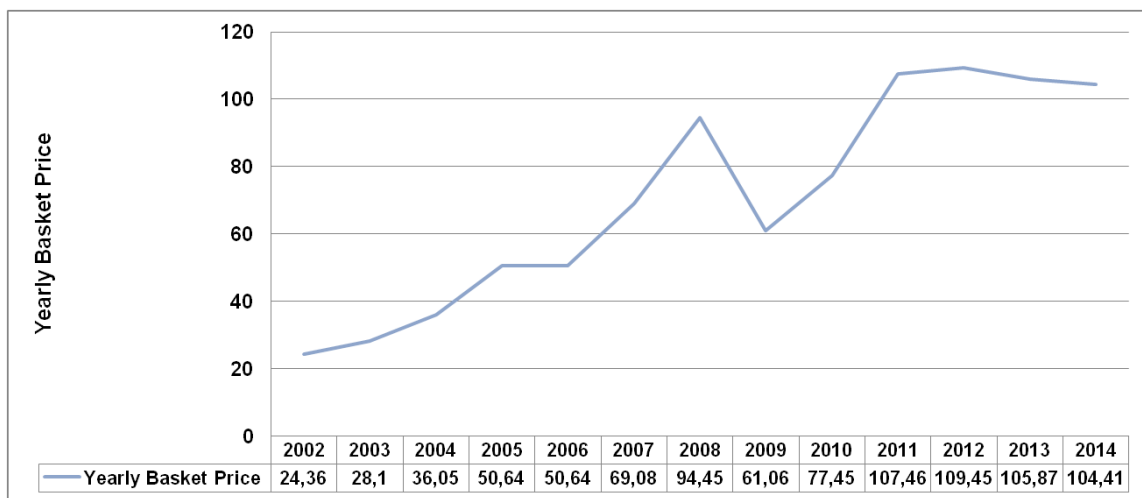


Gráfico i: El precio medio de un barril de petróleo de 2002 a 2014 [Adaptado de (OPEC, 2014)]

El precio de barril está creciendo casi continuamente. En julio de 2008 el barril de petróleo alcanzó su valor máximo hasta ahora, con un precio de 140,73 dólares por barril. (Veáse Gráfico ii en el Apéndice)

Como se puede observar en el Gráfico i el precio medio de un barril de petróleo ha subido continuamente en los últimos años. Sólo en el año 2009 el precio por el barril se desplomó y llegó al nivel del precio del año 2006 con un precio alrededor de 61 Dólares de barril. Este colapso en el precio está provocado por la crisis económica mundial y la consecuente disminución de la demanda. Pero con la recuperación de la economía mundial el precio del petróleo ha crecido otra vez y ha alcanzado un precio de 104 Dólares en enero

¹ ADAC es el Automóvil Club más grande en Alemania, equivalente al Real Automóvil Club de España (RACE).

de 2014 (Economist, 2011) (OPEC, 2014) (Waldermann, 2008). El precio sigue creciendo con una demanda creciente en las siguientes años.

Dado este hecho, es muy importante encontrar y desarrollar energías alternativas y conseguir la movilidad con otras energías de propulsión.

2.2. Contaminación del medio ambiente

En los últimos años se acumulan las tormentas, las olas de calor y los incendios forestales. La temperatura fluctúa entre los dos extremos de calor y de frío en verano y en invierno. Estos desastres naturales y la variación extrema de la temperatura son los resultados de la contaminación del medio ambiente. El principal causante es el aumento de gas de efecto invernadero en la atmósfera provocado por la gente. La contaminación del medio ambiente está reforzada por el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido de nitrógeno (N₂O). El aumento de gases tiene relación con el inicio de la industrialización hace unos 200 años. Debido a la industrialización se ha cambiado la economía, por ejemplo con la producción en gran escala, y por consecuencia la demanda de energía y de recursos. La gran concentración de dióxido de carbono refuerza el efecto invernadero² y por consecuencia aumenta la temperatura en la tierra (Bojanowski, 2012) (Schaefer, 2008).

El tráfico motorizado causa el 22% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero y representa un quinto de la UE en 2010 (IEA, 2012, p. 9). Es decir el tráfico motorizado provoca una gran parte de las emisiones y contamina el medio ambiente. El cambio climático es un tema polémico a nivel mundial desde algunos años y resulta necesario que los responsables de la industria y los gobiernos reaccionen.

2.3. Reacción de la Unión Europea al cambio climático

Para reaccionar al cambio climático y cambiar la enorme contaminación el Parlamento Europeo y el Consejo Europeo decidieron al 23 de abril de 2009 en

² En el efecto invernadero se absorben los rayos de sol y son convertidos en calor. Si se aumenta la cantidad de los gases del efecto invernadero dentro de la atmósfera terrestre, se aumenta la absorción de los rayos del sol. Al mismo tiempo se reduce el calor de irradiación a la atmósfera.

SITUACIÓN INICIAL

el documento n°406/2009/CE “no superar en más de 2°C los niveles preindustriales de aquí a 2050, una reducción de al menos un 50% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en relación con los niveles de 1990” (EUROPEA, 2009). Al mismo tiempo se aprobó el reglamento n°443/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo con el objetivo de establecer normas de comportamiento para reducir las emisiones de CO₂ de los vehículos. Para conseguirlo, el reglamento fija en 130g de CO₂ per kilómetro (km) de promedio de emisiones de CO₂ de los turismos nuevos hasta 2015 y “para el parque de vehículos nuevos [el reglamento establece el objetivo de aplicar] a partir de 2020, de unas emisiones medias de 95g de CO₂/km [...]” (EUROPEA, 2009).

Esto significa que los fabricantes de automóviles tienen que producir coches, que cumplan estos requisitos. Si no así, es decir si los nuevos vehículos no cumplen el reglamento de la UE, los fabricantes tendrán que pagar sanciones. Sólomente los fabricantes, que fabriquen menos de 10.000 coches, tienen la posibilidad de pedir a la Comisión Europea una excepción del valor límite de emisiones (Parlament, 2008). Es decir estos fabricantes de coches en pequeña cantidad tienen la posibilidad de no cumplir las estrictas restricciones de la Comisión Europea.

En Alemania los emisiones de CO₂ de los vehículos han bajado de 2001 a 2012 de 179,5 g de CO₂/km a 141,5 g de CO₂/km. Ya es una mejora, pero con este valor de 2012, Alemania todavía está detrás de la media de la UE. Los fabricantes de coches en otros países ya han conseguido una emisión de CO₂ por km más bajo. En Francia por ejemplo el promedio es de 124,4 g de CO₂/km y en Portugal 117,6 de CO₂/km en 2012 (Kraftfahrt-Bundesamt, 2013, p. 7 y ss.).

Alemania se ha impuesto adicionalmente como objetivo obtener un cierto porcentaje de su generación de electricidad a través de energías renovables y ha promulgado el *Erneuerbare-Energien-Gesetz*³. El objetivo es que en 2020 el 35% de la generación de electricidad provenga de energías renovables, el 50%

³ Lo que es una ley de las energías renovables.

en 2030, el 65% en 2040 y el 80% en 2050 (Bundesregierung, 2011, p. 7) (Jonck & Hodsman, 2012).

En 2012 el porcentaje de energías renovables en la generación de electricidad fue de 22,8%, en 2007 un 13,7% y en 2002 un 7,9% en Alemania (Statista, 2013). Es decir que ya se ha mejorado la situación de la generación de la electricidad renovable de 2002 a 2012, pero hasta 2020 hay que generar un 12,2% más respecto al año 2012.

2.4. La industria de coches y la movilidad en Alemania

Alemania es famoso en el mundo por sus coches de alta calidad. La industria de coches es uno de los pilares más importantes de la economía alemana.

El valor añadido bruto de la industria de coches en Alemania fue un 3,9% de la economía alemana en 2010, lo que corresponde a un valor de 88 mil millones de euros en este año (Hütter, 2013, p. 5).

Según el *Verbund der Automobilindustrie*⁴(VDA), más de 5,3 millones de vehículos fueron producidos en Alemania en 2012. El volumen de ventas dentro de Alemania en el ejercicio 2012 fue de 80 mil millones de euros y en promedio han trabajado 742.199 personas en la industria de la automoción (VDA, s.f.). Alemania no sólo tiene grandes fabricantes de coches sino también muchas empresas, que fabrican componentes importantes por los coches, como Robert Bosch, ZF y Mahle.

Es decir, el sector es muy importante por la economía alemana y genera muchos puestos de trabajos. También respecto a la innovación en el sector de coches Alemania tiene una posición muy fuerte. De los 10 mayores fabricantes de coches o de sus componentes del mundo con respecto a investigación, cuatro fabricantes son alemanes⁵(Legler, et al., 2009).

⁴ Lo que es la Asociación de la Industria del Automóvil en Alemania.

⁵ Estos cuatro fabricantes son: Volkswagen (VW), Daimler, Bosch y BMW.

SITUACIÓN INICIAL

El peso específico de la industria de coches en Alemania es la gran concentración en el segmento premium. Bajo el segmento premium se entiende vehículos de alta calidad, tanto desde el punto de vista tecnológico como del confort⁶ (Barthel, et al., 2010, p. 20).

	2005	2012	Dif. en %	Ø Crecimiento p. a.
Fabricantes de coches premium alemanes	3,5 mill.	4,9 mill.	41%	5,0%
Fabricantes de coches premium europeos	4,2 mill.	5,6 mill.	35%	4,4%
El mercado de coches mundial	54,8 mill.	66,9 mill.	22%	2,9%

Tabla i: Ventas de coches con enfoque en el segmento premium; [Adaptado de (Kostka & Dudenhöffer, 2013, p. 1)]

En la Tabla i se puede ver la parte de las ventas de los coches premium alemanas en comparación con el mercado mundial de coches. De 2005 a 2012 las ventas de coches premium crecían un 41%, de 3,5 mill. a 4,9 mill. coches. En cambio el mercado de coches en el resto del mundo sólo crecía un 22% durante el mismo período. En consecuencia, el segmento premium ensancha su cuota de mercado, lo que beneficia la industria de coches alemana. En el año 2005 Alemania tenía con su segmento premium una cuota de mercado de 6,3 % de las ventas mundiales de coches. En 2012 subió la cuota de mercado a un 7,3% y se espera que vaya a crecer en los próximos años (Kostka & Dudenhöffer, 2013, p. 1).

Por supuesto la industria de coches en Alemania no sólo es uno de los empleadores más grandes del país, sino que los alemanes en sí mismo aman sus coches y sobre todo la movilidad asociada.

En enero del año 2013 estaban registrados 52,4 millones de automóviles (KBA, 2013). Sobre la base de los 80,5 millones habitantes de Alemania (Destatis, 2013) da como resultado un grado medio de motarización de 650 coches por 1.000 habitantes.

⁶ Premium no se debe igualar con limusinas de lujo. También coches pequeños, como el BMW Mini o el Audi A1 se cuentan dentro del segmento de premium. Los fabricantes de coches premium en Alemania son Audi, BMW y Mercedes. Todos ellos también presentan submarcas como MINI, Smart y Porsche.

Según un estudio de Infas⁷ del año 2008 un 18% de los hogares alemanes no tiene ningún coche, un 53% de los hogares tiene un coche, un 24% tiene dos coches y un 5% de los hogares alemanes tiene tres o más coches (Infas, 2010).

2.5. Megacities y nuevas tendencias de la movilidad

En el mundo se puede ver una tendencia de aumento de la cantidad de personas que viven en grandes ciudades. Si una ciudad grande tiene más de 10 millones de habitantes, está nombrada *Megacity*⁸. Estas ciudades pueden tener una extensión de más 50 km y tienen grandes problemas con la movilidad de vehículos, porque siempre hay atascos en las carreteras y el aire está muy sucio. En Alemania el fenómeno de las *Megacities* hasta ahora no está tan presente, pero se debe señalar que en las últimas décadas una despoblación rural y una concentración de la gente en zonas de aglomeración. Debido a la urbanización se ha cambiado en los últimos años la necesidad y la forma de movilidad. Todavía el vehículo presenta el medio de transporte más importante en la vida diaria, pero el habitante de la ciudad también utiliza otros medios de transporte, presta atención a los costes y a la eficiencia respecto al tiempo (Lienkamp, 2012, p. 13 y ss.).

Una tendencia que se puede observar en los últimos años es, que el coche pierde entre las nuevas generaciones su símbolo categoría social frente a Netbooks, Smartphones etc. Siguiendo y reaccionando a esta tendencia la industria abre también nuevos caminos, para comercializar movilidad y generar volumen de ventas, por ejemplo con el concepto de *Carsharing* y ofrecer más personalización de los coches por sus clientes.

Sumandose a estas nuevas tendencias, existen otras tendencias que cambian la idea de movilidad convencional. La contaminación del medio ambiente y el resultante calentamiento de la tierra tiene un impacto en la actitud y en el

⁷ Infas es la abreviación por *Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH*, lo que es un Instituto de Ciencias Sociales Aplicadas.

⁸ Ejemplos de los más grandes *Megacities* son Tokyo, Shanghai, São Paulo y Seoul. Estas ciudades tienen más de 20 millones de habitantes. La definición de megacity es que la ciudad tiene más de 10 millones de habitantes (Bugliarello, s.f.).

comportamiento de mucha gente. Esta población se preocupa mucho de su huella ecológica en el mundo y quiere evitar más contaminación o un consumo que tenga un impacto negativo sobre el medio ambiente (Barthel, et al., 2010, p. 12) (Winterhoff, et al., s.f., p. 5). Un grupo de esta población y probablemente el grupo más dominante respecto a la movilidad en la próxima década es el *Greenovator*. Este grupo de gente tiene conciencia ambiental y estilo de vida sostenible con calidad de vida. Para el *Greenovator* son de su interés sobre todo los conceptos de movilidad inteligentes y sostenibles y eso tiene consecuencias en su consumo de movilidad. Además define su consumo de productos y conceptos sostenibles y así interpreta el nuevo prestigio de vehículos (Winterhoff, et al., s.f., p. 4).

2.6. El objetivo del gobierno alemán de 2020

Existieron varios factores principales que impulsaron al gobierno alemán a dar importancia a la movilidad con propulsión alternativa.

A ello contribuye por un lado, como se ha mencionado en el párrafo 2.1, la contaminación ambiental y la reacción de la UE. Por otro lado el agotamiento de energías como carbón, gas y petróleo y también el deseo de Alemania de desligarse de la dependencia de los países que tienen grandes yacimientos de estos recursos. Por último, la gran importancia de la industria de coches en Alemania y las nuevas tendencias del consumo de movilidad. Dado el hecho de que esta industria juega un papel muy importante, cuando no el más importante, en la economía alemana. Por consecuencia genera muchos puestos de empleos y Alemania no se debe permitir de perder su posición precursora. Por lo tanto el gobierno alemán ha reconocido pronto la nueva tendencia y se ha propuesto nuevas metas.

El fomento de la movilidad con propulsión alternativa comenzó con un programa del gobierno para apoyar la tecnología de hidrógeno y de pila de combustible⁹ en 2006 (Niedersachsen, s.f.). La base para el fomento de la electromovilidad en Alemania fue establecida por el gobierno alemán en el

⁹ El programa se llama “*Nationalen Investitionsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie*”.

SITUACIÓN INICIAL

informe del *Integrierten Energie- und Klimaprogramm*¹⁰ del 5 de diciembre 2007 en Berlín. Un año después, en 2008, tenía lugar en Berlín una conferencia nacional de estrategia de electromovilidad, denominada *Nationale Strategiekonferenz Elektromobilität*¹¹, donde los representantes del gobierno y de la industria del automóvil debatieron sobre el futuro de ésta en Alemania, qué cambios en el sector se debe esperar en las próximas décadas y por consecuencia, cuáles son las tareas y retos (Bähnisch, 2008).

En agosto de 2009 el gobierno alemán, bajo el liderazgo de la canciller Angela Merkel, redactó el *Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung*¹² en el que se formuló por primera vez el objetivo de conseguir un millón de coches eléctricos¹³ circulando en las calles de Alemania en 2020 (Bundesregierung, 2009).

En el programa del gobierno alemán se analiza la situación actual de Alemania en el sector de la automoción, especial en el sector de la electromovilidad y la potenciabilidad de Alemania en este sector, pero asimismo a los retos a los que se enfrenta Alemania en los próximos años. El programa divide el proceso hasta 2020 en tres fases: La primera fase del año 2009 al año 2011 está determinada por la preparación del mercado. Esta fase se destaca por la investigación en la tecnología y los primeras estaciones de recarga públicas. En la siguiente fase, de 2011 a 2016, se quiere alcanzar el funcionamiento del mercado. Es decir que ya haya usuarios privados de coches eléctricos, que exista una infraestructura de estaciones de recargas de electricidad y que haya un buen acoplamiento con las energías renovables. La tercera y última fase para conseguir el objetivo de un millón de coches eléctricos en las calles de Alemania está fijado por el período de 2017 a 2020. El objetivo de esta fase es conseguir un cierto volumen de mercado y llegar a ser líder de la

¹⁰ Lo que significa Programa integrado de Energía y Clima.

¹¹ Lo que significa Conferencia Nacional de Estrategia de Electromovilidad.

¹² Lo que significa Programa Nacional de Desarrollo de Electromovilidad desarrollado por el gobierno.

¹³ Se entiende por coches eléctricos en el programa los siguientes tipos de vehículos: Battery Electric Vehicle, Range Extended Electric Vehicle y Plug-In Hybrid Electric Vehicle. Entre otras cosas se explica el funcionamiento de estos tipos de vehículos y sus características en el párrafo 3.2.

SITUACIÓN INICIAL

electromovilidad. Además el programa del gobierno preve para esta fase, por un lado una infraestructura de estaciones de recarga de electricidad que cubra totalmente Alemania y por otro lado, una integración y la reintegración de la electricidad con la red corriente.

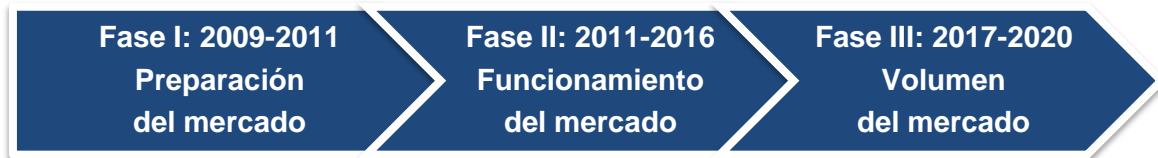


Ilustración i: Los tres fases del programa del gobierno para alcanzar el objetivo de un millón de coches eléctricos en 2020 [Adaptado de (Bundesregierung, 2009, p. 45 y ss.)]

Si Alemania quiere alcanzar su objetivo y ser en adelante líder de mercado en este sector el gobierno debería invertir mucho en la investigación y el desarrollo de las baterías y los coches eléctricos e impulsar a la industria a desarrollarse en este campo (Bundesregierung, 2009, p. 45 y ss.).

Por consecuencia, al inicio de 2009 la coalición aceptó un programa de financiación para fomentar la tecnología en el país de 500 millones euros de 2009 hasta 2011. Además el gobierno determina que los ministerios afectados en relación con la electromovilidad deben potenciar el objetivo del gobierno y el desarrollo de los coches eléctricos (Barthel, et al., 2010, p. 27) (Bundesregierung, 2009) (Bundesregierung, 2011, p. 12 y ss.) (Möller & Rothfuss, 2010, p. 12). El último gobierno extendió el programa de financiación de 2009 a 2013 en un volumen de 1,5 billones de euros (eMobilServer, s.f.) para apoyar más el desarrollo de la tecnología y acercarse el objetivo de convertirse en el líder de mercado de la electromovilidad.

Para, no solamente acercarse a este objetivo, sino también lograrlo, hace falta que la industria y el gobierno tiren de la misma cuerda. Como consecuencia la industria fue incluida en el plan de desarrollo del gobierno y se fundó el 3 de mayo de 2010 la *Nationale Plattform Elektromobilität*¹⁴. Con el establecimiento de esta plataforma se aprobó una declaración conjunta del gobierno y de la industria de coches alemana, en la cual se ponen de acuerdo sobre el objetivo de convertir Alemania en el proveedor y líder de mercado de la electromovilidad (Barthel, et al., 2010, p. 28).

¹⁴ Lo que significa Plataforma Nacional para Electromovilidad.

SITUACIÓN INICIAL

En septiembre 2013, Alemania ha elegido por la decimoctava vez su gobierno para los próximos 4 años. El nuevo gobierno, compuesto por los partidos CDU¹⁵ y SPD¹⁶, ha puesto la electromovilidad en su contrato de coalición. El gobierno alemán repite en este contrato el objetivo de tener en 2020 un millón de coches eléctricos en las calles (Koalitionsvertrag zwischen CDU, 2013). El gobierno y los ministerios responsables¹⁷ llevan a cabo diferentes proyectos, que investigan todas áreas importantes de electromovilidad¹⁸, para apoyar la aceptación de los coches eléctricos y investigar más sobre el mercado y la tecnología (Teichmann, et al., 2012, p. 102) (BMW, s.f.).

El gobierno quiere establecer un marco para la rápida introducción de coches eléctricos en el mercado alemán, pero sin incentivos de compra para los consumidores. En lugar de incentivos de compra el gobierno libera a los usuarios de coches eléctricos de los impuestos de los vehículos; quiere un ajuste de la imposición de los coches oficiales y una apertura del carril de autobús para los coches eléctricos. Además el gobierno está planeando ofrecer construcciones de aparcamientos especiales, para crear incentivos a comprar coches eléctricos (Teichmann, et al., 2012, p. 102). Adicionalmente el Estado Federal quiere cambiar su parque de vehículos por vehículos eléctricos para ser un excelente modelo de cara a sus ciudadanos y para acercarse a la meta de conseguir un millón de coches en las calles en 2020 (Koalitionsvertrag zwischen CDU, 2013, p. 30 y ss.).

¹⁵ CDU es el Partido de la Unión Demócratacristiana de Alemania.

¹⁶ SPD es el Partido Socialdemócrata de Alemania.

¹⁷ Los ministerios del gobierno alemán que se preocupan también del tema transporte y energía son los siguientes: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie- el Ministerio federal de economía y de energía, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur- el Ministerio Federal de Transporte e infraestructura digital, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit- el Ministerio federal del Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear y Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Ministerio federal de educación e investigación).

¹⁸ Implican las siguientes categorías: la técnica de propulsión, los sistemas de energía y de almacenamiento de energía, la infraestructura de la red de recarga de electricidad y la integración de la red, conceptos de movilidad, el reciclaje y la eficiencia de los recursos y la tecnología de información y de comunicación.

2.7. Electromovilidad en Alemania

En estos momentos entonces el gobierno alemán mantiene el plan de conseguir un millón de coches eléctricos en sus calles en 2020. La pregunta que se deduce de este objetivo es dada la situación actual, si será posible que en menos de seis años Alemania pueda lograr este objetivo.

La verdad es que Alemania hasta ahora no está al mismo nivel de los países vecinos ni de los otros estados industrializados. En 2012 los *Battery Electric Vehicles (BEV)* tenían una cuota de nuevos registros en la UE de 0,2% en todos los coches y los Países Bajos tienen la cuota más alta con 0,8% de BEV (icct, 2013, p. 6 y ss.). Observando la existencia de coches eléctricos en Alemania se puede ver, que todavía está muy lejos de su objetivo de tener un millón de coches en las calles en 2020.

Según el *Kraftfahrt-Bundesamt*¹⁹ había en la fecha clave, del 1 de enero de 2013, solamente 7.114 coches eléctricos y 64.995 coches híbridos. Es decir estos dos tipos de coches no llegaron a 75.000 coches, pero al menos se ha mejorado la cantidad al respecto el año anterior. La existencia de los coches híbridos ha aumentado un 36,²⁰ y los coches eléctricos han aumentado un 56,7%²¹ respecto al año anterior (KBA, 2013).

Con una cuota del 69,6% y una cantidad de 30.206.472 los coches con propulsión de gasolina forman el grupo de tipo de coches más grande en Alemania. El segundo tipo de coche mayor son los coches con motor diesel con un 29,0% del mercado (KBA, 2013).

En resumen se puede decir que a día de hoy Alemania está muy lejos de lograr su objetivo de un millón de coches eléctricos. Qué retos principales existen y cómo sin embargo, Alemania podría lograr su objetivo está desarrollado en el párrafo 4.

¹⁹ Lo que es el Ministerio federal de Automovilidad en Alemania

²⁰ En la fecha clave, del 1 de enero de 2012, había 47.642 coches híbridos.

²¹ En la fecha clave, del 1 de enero de 2012, había 4.541 coches eléctricos.

3. CONTEXTO DE MOVILIDAD ELÉCTRICA

3.1 Historia de la electromovilidad

Aunque la electromovilidad puede parecer una nueva invención, la historia empezó casi 200 años atrás. No se sabe exactamente, quién inventó el primer coche eléctrico. Uno de los primeros modelos conocidos fue construido por el escocés Robert Anderson entre 1832 y 1839. En las siguientes décadas aparecerían nuevos modelos construidos por investigadores que incorporaban avances en la tecnología de las baterías. Al final del siglo XIX Francia y Gran Bretaña empezaban a apoyar la fabricación de los coches eléctricos. En 1897 los Estados Unidos (EEUU) se incorporan con la primera aplicación comercial en la flota de taxis de Nueva York. Con esta aplicación empezó el éxito de los automóviles en EEUU. En esta época los coches eléctricos tenían algunas ventajas frente a sus competidores. Estos no tenían la vibración, el olor y el ruido como los coches de gasolina. Además ya que había pocas calles bien desarrolladas en las ciudades y el alcance limitado de las baterías no era un problema. En 1912 los coches eléctricos alcanzan su punto máximo de producción de esta época. Dado el desarrollo de los coches con motor de combustión y su confort creciente, la industria del automóvil eléctrico desapareció por completo a finales de 1930 (Bellis, 2012) (IDEA, 2012, p. 5) (Transport&Environment, 2009, p. 8).

Al inicio de 1970 empezaba de nuevo el interés en la electromovilidad, debido a preocupaciones sobre la contaminación ambiental y el precio creciente de petróleo. Algunos programas iniciaron la producción, pero dado que la tecnología de la batería no se desarrollaba tan rápido como se deseaba, los automóviles eléctricos no resultaron competitivos (Transport&Environment, 2009, p. 8). Con la ley “*Zero Emission Vehicle Mandatory*” (ZEV) implantada en la década de los 90 en California aparecía otra vez el interés en los vehículos eléctricos. El objetivo de California fue tener en 1998 el 2% de los vehículos de tipo ZEV y el 10% en 2003. La ley se fue debilitando a lo largo de los años y, como consecuencia hubo poca producción de coches eléctricos (IDEA, 2012, p. 5) (Transport&Environment, 2009, p. 9).

Con los precios crecientes de petróleo, el aumento de la conciencia del cambio climático y las preocupaciones sobre la contaminación medio ambiental, el desarrollo técnico de las baterías y la regulaciones, cada vez de emisiones más restrictivas, se ha vuelto a impulsar con fuerza el desarrollo del vehículo eléctrico a partir de 2008 (DeutscheBank, 2008, p. 5) (Transport&Environment, 2009, p. 10). Los mayores fabricantes de coches invierten en la electromovilidad para desarrollar nuevos modelos y abolir las desventajas de la electromovilidad tales como el bajo alcance de recorrido y el gran tiempo de carga de la batería (RWE, 2008).

3.2 Clasificación de los vehículos eléctricos (VE)

Para conseguir una comprensión uniforme desarrollamos a continuación algunas clasificaciones de los diferentes vehículos eléctricos.

3.2.1 Battery Electric Vehicle (BEV)

Bajo este concepto se define un coche que está únicamente accionado por un motor eléctrico. Es decir la fuente de la energía proviene 100% de la electricidad almacenada en la batería. Por consecuencia estos vehículos necesitan una batería mayor que la de los otros tipos. Los BEVs tienen un gran potencial de la reducción de CO₂ si se utilizan energías renovables. Por otro lado tienen un alcance limitado por la composición del tamaño de las baterías, dado el hecho que se quiere conseguir un alcance mayor y por el eso no sólomente el precio sube, sino también el espacio necesitado en el coche y por consecuencia el peso de la batería. Como consecuencia son, hasta ahora adecuados, para el segmento de coches pequeños y tiempo de viaje más corto (Bundesregierung, 2009, p. 7) (EV.Info, s.f.) (IDEA, 2012, p. 7) (MacDougall, 2013, p. 5).

3.2.2 Range Extended Electric Vehicle (REEV)

“Tienen las mismas características que los vehículos eléctricos de batería pero llevan además un motor de combustión interna (MCI) (otra fuente de energía secundaria) que funciona como un generador. Utiliza un motor de combustión interna para alimentar un generador eléctrico que carga la batería del sistema en un proceso lineal, en caso de que sea necesario [una recarga de la batería]” (IDEA, 2012, p. 7). La gran ventaja de este modelo es que tiene un mayor

alcance, debido a la fuente secundaria de energía. En cuanto se ha conseguido un nivel mínimo de nivel de carga el generador empieza a producir electricidad. Como consecuencia la fuente principal de energía procede de la red de corriente (Bundesregierung, 2009, p. 7) (EV.Info, s.f.).

3.2.3 Hybrid Electric Vehicle (HEV)

La característica de este tipo de vehículo es que combina dos propulsiones de energía. Por un lado un MCI con combustible líquido y por otro lado un motor eléctrico con alimentación de la batería (Kaiser, et al., 2011, p. 28). Se puede dividir la propulsión híbrida en tres categorías según su método de construcción, es decir en vehículos híbridos en serie y paralelos así como en vehículos híbridos mixtos. Además se puede clasificar el HEV según su grado de electrificación, es decir en micro-, leve-, lleno- y Plug-In-Híbrido (Hofmann, 2010, p. 17 y ss.). Este tipo de coches ya existe en gran cantidad en las calles y puede ser considerado como una tecnología de puente en el cambio de propulsión convencional a la propulsión pura eléctrica (MacDougall, 2013, p. 8).

3.2.4 Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

Este vehículo es una ampliación de los HEVs y ofrece tecnología adicional a la del HEV, es decir el MCI con una batería, la posibilidad de cargar la batería en la red de corriente (“*Plug-in*”). El vehículo está propulsado por el MCI y/ o el motor eléctrico a través configuración paralela o en serie (IDEA, 2012, p. 7). Esta variante de propulsión aumenta el alcance de la operación eléctrica, porque existe una batería con dimensión más grande y por consecuencia se garantiza una reducción del consumo de combustible (Kaiser, et al., 2011, p. 28) (MacDougall, 2013, p. 5).

3.2.5 Fuel Cell Hybrid Electric Vehicle (FCHEV)

Esta familia de vehículos tiene un sistema de propulsión completamente diferente en comparación con los vehículos convencionales. Los FCHEV son sistemas de transformación de energía, es decir se produce una transformación de energía química, sin el paso intermedio por energía eléctrica, a través de una pila de combustible (BMVI, s.f.). La pila combustible funciona de manera que en ella, un combustible, como por ejemplo el hidrógeno, actúa con oxígeno atmosférico y genera así energía eléctrica. El principio es similar a la propulsión

eléctrica con batería, pero con la diferencia de que la pila de combustible no funciona de forma reversible. Es decir ella no puede almacenar la energía, sino solamente convertir la (Hofmann, 2010, p. 110 y ss.).

Esta forma de vehículo no tiene ninguna vinculación con el red de corriente y tiene cero emisiones de escape nocivos, la única emisión de estos vehículos es agua a través de los gases de escape (EV.Info, s.f.).

3.3 Posición del desarrollo tecnológico

En general se puede diferenciar la tecnología de vehículos en dos categorías diferentes según los tipos de vehículos: por un lado vehículos eléctricos puros y, por otro lado, los vehículos híbridos. A continuación voy a enumerar las oportunidades y los retos de las diferentes tecnologías de propulsión, según el vista el punto de vista tecnológico.

3.3.1 La tecnología transitoria híbrida

Una opción de la electromovilidad es el vehículo eléctrico. Otra puede ser un vehículo híbrido con sus diferentes formas de propulsión.

Ya se ha explicado las diferentes formas de propulsión. Por ello quiero explicar más en detalle el REEV, que es un competidor directo del vehículo puro eléctrico.

Actualmente el mayor problema de los vehículos eléctricos es la capacidad de almacenamiento, porque la batería no cumple con los deseos de los usuarios con respecto al alcance. Este reto no es fácil de resolver en los próximos años, por consecuencia el sector automóvil tiene que desarrollar una tecnología transitoria (Hofmann, 2010, p. 379 y ss.). Como explica la empresa Bosch en su página web, el alcance con la propulsión eléctrica en los REEVs es hoy en día aproximadamente 80 km. En viajes más largos, el Range Extender proporciona a vehículo un alcance mayor, dado que la batería se recarga. En comparación con la propulsión de un MCI, el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ se reducen en un promedio del 90% (Bosch, s.f.).

Como ejemplo de un modelo de REEV muy nuevo se puede nombrar el BMW i3, cuya venta empezó en noviembre de 2013 en Alemania. El alcance del

BMW i3 es de 130 a 160 km y el BMW i3 con Range Extender puede obtener un alcance de 240 a 300 km²² (BMW, s.f.) (Schmidt, 2013). Dado el hecho de que el rendimiento medio de conducción es 37 km²³, un REEV debería ser suficiente para la necesidad diaria de los usuarios (ADAC, 2010).

Con el motor incorporado de combustión estos vehículos tienen un factor de seguridad más alto para los usuarios y por tanto, son más aceptados por el cliente. Otros factores como la eficiencia, la recuperación de energía en el frenado, confort etc. favorecen a los REEVs. Dado que en un futuro próximo no va a existir un vehículo eléctrico puro, que cumpla todos los requisitos deseados de los usuarios, se van a establecer también los sistemas híbridos (Hofmann, 2010, p. 379 y ss.).

Esta forma de vehículo agrupa las ventajas de un motor convencional con las ventajas de un coche eléctrico y se presenta como una posibilidad de conseguir el objetivo del gobierno federal de tener un millón de coches eléctricos circulando en las calles en 2020.

3.3.2 El concepto de propulsión eléctrica

Dentro del concepto de propulsión eléctrica se puede diferenciar entre dos fuentes de energía. Por un lado, se puede propulsar el motor con una batería y por otro lado, con una pila de combustible. A continuación se describen estas dos fuentes de energía un poco más en detalle y se enumerarán a las retos y las perspectivas de ellos.

a. El concepto de propulsión eléctrico con batería

El coche eléctrico accionado por batería, que está tratado como el futuro tecnológico, todavía tiene muchos retos, como son:

- mejorar baterías limitada y de poco alcance
- disminuir el alto peso de la batería
- reducir el tiempo de carga

²² El alcance depende del estilo de conducción y la temperatura exterior, porque cuanto más frío es, menos potencia presenta las baterías.

²³ La universidad RWTH Aachen ha analizado el perfil de los conductores en Alemania bajo la dirección del profesor Achim Kampker y ha encontrado de sus datos, que el camino medio de un alemán tiene solamente una distancia de 37 km al día.

- aminorar los altos costes de la batería
- incrementar la infraestructura de cargas de las estaciones que es todavía insuficiente.

Cuatro de estos cinco retos son tareas tecnológicas. Es decir, hay que investigar mucho en el desarrollo tecnológico fundamental de las baterías. Este es para conseguir una mayor aceptación entre los clientes. Sólomente si se crea una buena cuota de aceptación en el mercado, Alemania tiene la posibilidad de conseguir su objetivo. Para conseguir esta aceptación los coches eléctricos deben cumplir a características principales de un coche convencional. Es decir deben cumplir, o al menos acercarse a parametros tales como alcance, densidad de potencia, seguridad o duración de vida. El objetivo es conseguir en el futuro más rendimiento, una capacidad más alta y costes más bajos (Viehmann, 2011).

Además las baterías deben ser capaces de tratar con miles de ciclos de cargas durante un período de 10 a 15 años de servicios, sin que caiga el rendimiento (MacDougall, 2013, p. 15).

b. El concepto de propulsión eléctrico con pila de combustible

En este concepto la pila de combustible convierte el combustible hidrógeno directamente en energía eléctrica, que consigue mover, un motor eléctrico. (FullCell & e-Mobility, s.f.) Es decir en comparación a la propulsión eléctrica con batería, la energía se almacena en forma de gas hidrógeno en el coche.

Las ventajas de la propulsión eléctrica con una pila de combustible frente a la propulsión con batería son, que sobre todo el alcance es mayor. Otra gran ventaja es, que el hidrógeno se puede recargar más rápido. El tanque de gasolina sólomente necesita algunos minutos para rellenar de nuevo, mientras que se necesitan algunas horas para recargar la batería (Büttner & Stockburger, 2012).

Pero como desventaja de la propulsión de eléctrica con pila de combustible se puede nombrar los altos costes de la recarga del gas (Schwarzer, 2012).

3.4 Costes de vehículos eléctricos

La adquisición de un vehículo eléctrico parece sólomente económico si se contempla la cuenta global a lo largo tiempo, es decir si se mira el *Total Cost of Ownership*²⁴(TCO).

Comprar coches eléctricos es más caro, debido a los costes de compra mayores por la tecnología que hay detrás, pero los costes de marcha²⁵ es más favorable (Lienkamp, 2012, p. 33 y ss.). Casi 40% del precio de un coche eléctrico está asignado a la batería, como la parte más cara del coche (Möller & Rothfuss, 2010, p. 7). Por consecuencia hace falta que la industria investigue en la tecnología y sobre todo en el tema de reciclaje de las baterías, porque esto da un cierto valor añadido a los coches y hace el vehículo más interesante a los compradores (Arnold, et al., 2010, p. 67 y ss.).

Los costes en la marcha por el carburante por un lado y los gastos de impuestos y seguros por el otro resultan mucho más caros en vehículos con propulsión convencional en comparación con los vehículos con propulsión eléctrica (Teichmann, et al., 2012, p. 66). Los costes de petróleo y gasolina siguen creciendo. Por contra los costes de electricidad son relativamente bajos y el Estado no puede subir los impuestos así, porque los coches eléctricos se puede cargar también en las enchufes de los hogares y por eso debería subir el precio de la electricidad de los hogares también (Lienkamp, 2012, p. 33 y ss.). Al lado de los costes de marcha más bajos una gran ventaja de los coches eléctricos es, que no necesitan tanta inspección como los coches convencionales, dado el hecho de que los coches eléctricos están construidos con menos piezas de desgaste (Reichert, et al., 2012).

Sin duda, los compradores de vehículos eléctricos deben obtener un cierto rendimiento mínimo de trayecto, por lo que los altos costos iniciales de un vehículo eléctrico se recompensan con su mayor durabilidad. Debido a la esperada caída de los precios de las baterías y el muy probable aumento de los precios de los combustibles la diferencia en los costes de compra y el

²⁴ TCO, es el coste total de propiedad, es decir los costes fijos más los gastos corrientes.

²⁵ Por un lado por los costes menor de la propulsión y por otro lado los costes menor de inspección.

CONTEXTO DE MOVILIDAD ELÉCTRICA

rendimiento mínimo de trayecto anual reducirá los TCO (Wietschel, et al., 2012, p. 46 y ss.).

Dependiente de los costes de compra de los vehículos y del rendimiento de trayecto anual, el breakeven-point²⁶ de vehículos con propulsión convencional o con batería eléctrica se alcanzaría antes (Veáse Modelo B de la Ilustración ii) o después (Veáse Modelo A de la Ilustración ii).

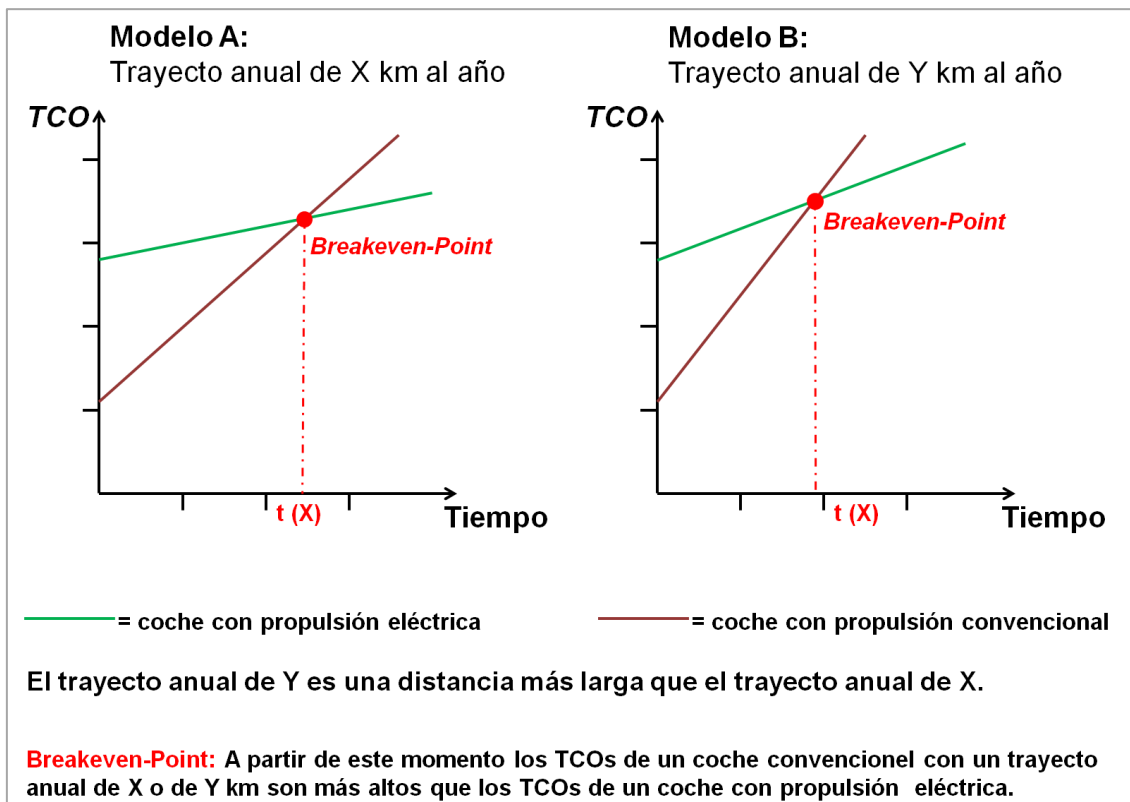


Ilustración ii: Los *Breakeven-Points* de los TCO de coches con propulsión eléctrica y con propulsión convencional [Elaboración propia]

El *breakeven-point* anterior se daría en caso de realizar un trayecto anual muy largo. Así los gastos corrientes tienen una mayor parte en el cálculo de los TCO y, como ya se ha mencionado, los costes de marcha son más favorables por el coche eléctrico. Por el otro lado el *breakeven-point* sería posterior, si se tiene un trayecto anual corto. Así los costes de compra tienen una parte mayor en el

²⁶ *Breakeven-point* se utiliza en la economía como el punto desde el cual los ingresos están más altos que los gastos de producción. A partir de este punto empiezan los beneficios. Aplicado esta idea a los coches eléctricos y la comparación de sus TCO con los TCO de un coche con propulsión convencional, el *breakeven-point* es aquel momento en que es más rentable de comprar un coche eléctrico. Para calcular los costes variables, que son parte del TCO, hay que aplicar un nivel fijo de trayecto anual.

cálculo de los *TCO* y tarda más tiempo de recompensar estos costes altos (Wietschel, et al., 2012, p. 46 y ss.).

El *TCO* del vehículo eléctrico no solamente es más favorable por los usuarios que hacen más kilometraje, sino también por los usuarios que obtienen su gasolina en regiones donde el precio está más alto. Una de estas regiones es la UE, debido a los altos impuestos (ADAC, 2010).

Según un estudio del *Boston Consulting Group* la propuesta para 2020 y para ciertas hipótesis, el *breakeven-point* en Europa Occidental de un coche eléctrico se alcanzaría a partir de los 9 años (Dinger, et al., 2010, p. 9 y ss.). *PriceWaterhouseCoopers* estima el *breakeven-point* a partir de un kilometraje anual de 45.000km después de 7 años (Arnold, et al., 2010, p. 69).

En resumen se puede ver que el *breakeven-point* de los *TCO* depende de varios factores. Sin duda alguna hay que investigar más en la tecnología para hacerla más barata y por consecuencia que los coches eléctricos sean más atractivos a los usuarios.

3.5 Sistema de recarga

En relación con el sistema de recarga para vehículos eléctricos existen tres posibles conceptos:

3.5.1. Carga inductiva

En la carga inductiva se emplean en la calle bobinas de inducción, por ejemplo en las carreteras o en el aparcamiento. De esta manera el coche eléctrico se puede cargar durante la conducción o durante el aparcamiento, lo que representa una opción atractiva. Pero esta manera de recargar la batería tiene algunos obstáculos y riesgos: primero el equipamiento de las carreteras con las bobinas de inducción ya que hace falta un gran volumen de inversión. Además es necesario invertir mucho más en la tecnología de los vehículos para que sean capaces de inducir con estas bobinas de inducción. Un gran riesgo al entorno es la emisión electromagnética durante la recarga. El impacto sobre el ser humano puede ser muy grave y peligroso. Así pues primero hay que encontrar maneras cien por cien seguras antes de aplicar este sistema (Reichert, et al., 2012).

3.5.2. Concepto del cambio de las baterías

La idea en este concepto sería cambiar las baterías vacías en estaciones específicas. La gran ventaja de este concepto sería, que el cambio de la batería sólo tardaría algunos minutos y así el conductor obtiene más flexibilidad en el corto plazo de “recargar” y mayor alcance para su coche. Pero también este concepto tiene todavía grandes retos. Por un lado, se necesita un gran volumen de inversión para construir las estaciones de cambio. Por otro lado, para ser capaz de cambiar las baterías libremente, se necesitaría más uniformidad y normas de las baterías(Reichert, et al., 2012).

3.5.3. Carga a través de un cable de recarga

Este es el concepto más fácil y por consecuencia el concepto por mayor parte utilizado. Está basado simplemente en una conexión entre la estación de carga y el vehículo a través de un cable. La gran ventaja es que ya existe una buena distribución de red de corriente. Además cada casa tiene enchufes que se pueden utilizar también para la carga. Para realizar la carga pública es necesario tener enchufes uniformes (Reichert, et al., 2012).

3.5.4. Enchufes y el estándar de carga

Los enchufes estándar todavía representan un gran reto y debería ser abordado pronto. Ahora mismo existen cuatro estandars diferentes con los que se puede cargar el coche.

1. Primero, la **corriente alterna (CA) del enchufe del hogar**. No hay muchos problemas con la infraestructura de este manera de carga. La desventaja se presenta por la limitación de estos enchufes en el caso normal, a 2,4 kW. Es decir esta solución de carga sólo es apta por personas pacientes.
2. Otra manera sería también con **la CA pero con el enchufe del tipo-2 o sea el enchufe Mennekes**. La mayoría de las estaciones de recargas funcionan con estos enchufes, pero hay que llevar un cable apropiado para él. La prestación en el caso normal es de 22 kW.^{27 28}

²⁷ En el caso de un Renault Zoe se puede recargar el 80% de la batería en una hora.

²⁸ Problema es que algunos coches eléctricos son más lentos y sólo tienen una prestación permitida de 3,6 kW.

3. La tercera forma es la **corriente continua (CC) según Chademo** con una prestación de 50 kW.²⁹ La diferencia de la carga con CA es que el cable está instalado de forma permanente en el.³⁰
4. El **Combined Charging System (CCS)** es la última de las cuatro formas y está introducida ahora mismo mucho en Alemania. Como el enchufe Chademo utiliza CC, es muy rápido³¹ y simple de manejar. La gran ventaja de CCS, es que en el enchufe se puede meter también el cable de Mennekes. Por consecuencia se puede, según la necesidad, cargar más lento pero con CC. Lo malo: Actualmente sólo hay tres estaciones de carga públicas en Alemania (Schwarzer, 2013).



Ilustración iii: El enchufe CCS del coche e-Up de VW [Fuente: (Schwarzer, 2012)]

3.6 Estandarización y normas

Como se ha visto en los párrafos anteriores las estandarizaciones y las normas ayudarían mucho en el desarrollo de los coches eléctricos.

Por un lado, para que el usuario pueda estar seguro de que puede viajar con su coche y no tenga problemas de compatibilidad en otros países (o ya en otras zonas). Por otro lado, para que las industrias de coches y de energía se puedan concentrar en el desarrollo tecnológico y tengan normas básicas fijadas.

²⁹ El coche eléctrico más vendido, el Nissan Leaf, se puede cargar la batería en un 80% en 30 minutos.

³⁰ Estaciones de carga con este enchufe ya tienen una infraestructura bastante buena, en la actual 3.553 estaciones que hay a nivel mundial, con 1.967 en Japón, 1.020 en la EU, 554 en EEUU y 12 en otros países (CHAdEMO, s.f.).

³¹ Los coches eléctricos BMW i3 y VW e-Up se cargan un 80% en 30 minutos.

Campos en los cuales hay que encontrar normas son:

- estaciones de carga,
- enchufes e
- instrumentos de comunicación entre vehículo, estación de carga, infraestructura y el operador de redes de corrientes (Möller & Rothfuss, 2010, p. 27 y ss.).

Otro reto es que los países tienen un voltaje y unos niveles de seguridad diferente. Estos diferentes sistemas tienen por consecuencia, que cada país tiene una infraestructura de carga óptima diferente. Así que es difícil de encontrar una estandarización por el mundo o incluso en Europa. Al menos en Europa hace falta tener un sistema igual, porque los adaptadores no son una alternativa posible (Möller & Rothfuss, 2010, p. 28 y ss.) (Teichmann, et al., 2012, p. 30 y ss.).

3.7 Ventajas y desventajas de los coches eléctricos

Algunas de las ventajas de los coches eléctricos son, que son libre de emisiones³², hacen poco ruido y hay una recuperación de la energía de freno y así disminuye el consumo de energía sobre todo en el tráfico de las ciudades (Möller & Rothfuss, 2010, p. 18). Además cabe destacar la falta de dependencia de los precios del petróleo y los costes de carga mucho más bajos (Teichmann, et al., 2012, p. 117).

Por otro lado los coches eléctricos y sobre todo la tecnología de la batería eléctrica incluye todavía grandes desventajas y retos por el futuro: la tecnología de las baterías de hoy no puede competir con los valores de otros combustibles. Además los costes de la producción de las baterías, no están en competencia con los costes del producto de la tecnología de los motores de combustión. Otra desventaja es el tiempo de recarga, que todavía no puede competir con la recarga de gasolina (Möller & Rothfuss, 2010, p. 18). Además el alcance limitado hace que el usuario tenga que restringir hasta cierto nivel su flexibilidad de movilidad (Teichmann, et al., 2012, p. 117).

³² Siempre que se utilice electricidad producida a través de energías renovables.

CONTEXTO DE MOVILIDAD ELÉCTRICA

Se puede resumir que el coche eléctrico ofrece algunas ventajas, pero respecto a las desventajas queda bastante que hacer en los próximos años.

En general la electromovilidad necesita ser asequible, segura y tener un almacenamiento de la batería eficiente. Además la batería, como el corazón de la electromovilidad, debe mantener un ciclo de vida más largo mientras que consigue ser más eficiente, más ligero y más seguro. (MacDougall, 2013, p. 4)

4. ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

El cambio de los coches con propulsión convencional a los coches eléctricos presenta un cambio de paradigma. Lo que significa que se tiene que reestructurar la idea de movilidad.

Áreas afectadas del cambio a electromovilidad

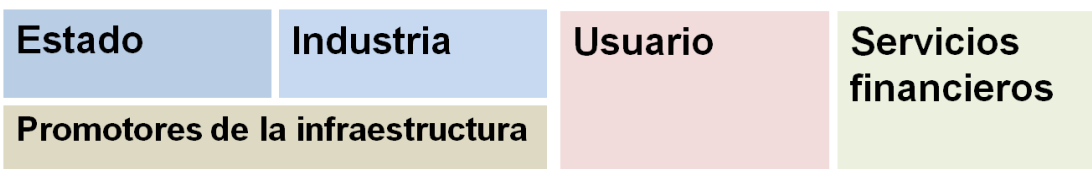


Ilustración iv: Áreas afectadas del cambio a electromovilidad [Elaboración propia]

En este capítulo se van a analizar las diferentes áreas que están afectadas por este cambio. La pregunta clave es cómo pueden ayudar estas a conseguir el objetivo del gobierno alemán, de tener un millón de coches eléctricos circulando en las calles de Alemania en 2020. Para responder a esta pregunta se va a entrar en las diferentes áreas afectadas, su situación actual y qué retos tienen que asumir, para que el cambio de paradigmas tenga éxito.

4.1. El Estado y las decisiones políticas

El tema de la electromovilidad sobre todo ha ganado importancia gracias al Estado y sus decisiones políticas, tanto nacional como internacional que se han puesto objetivos sobre la protección del medio ambiente y del clima.

Pero al mismo tiempo, el Estado tiene que coordinar sus objetivos con otros, como mantener la competitividad de la economía, el aseguramiento de la financiación de las funciones del gobierno y la previsión de la asistencia social para las necesidades humanas básica, como por ejemplo la movilidad. Así que el Estado tiene que examinar cuáles son las consecuencias económicas, ecológicas y sociales de las nuevas tendencias y de los nuevos objetivos y, en resumen, actuar de la manera mejor posible. Para conseguir lo mejor para la población el Estado tiene que sentar algunas bases necesarias, estructuras y reglamentos para la economía y el desarrollo de nuevas tecnologías (Götze & Rehme, 2011, p. 19 y ss.).

En relación con el cambio de paradigma en la electromovilidad la tarea del Estado es utilizar sus instrumentos de estructuración y estimular el mercado

ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

para conseguir un cambio en la movilidad en Alemania. Con el programa del gobierno alemán del año 2009 ya se ha puesto la primera piedra por parte de la política y se ha impuesto claramente el objetivo de que Alemania debe conseguir ser líder de mercado en la electromovilidad.

Pero, prometer un programa no es suficiente, el Estado tiene más responsabilidades. Estas se puede resumir en los siguientes retos que deben alcanzarse desde el punto de vista político:

- la infraestructura incompleta de estaciones de carga de las baterías
- la falta de oferta y demanda privada de los coches eléctricos
- el retraso en la investigación y el desarrollo, sobre todo en la tecnología de las baterías, frente a otros países³³
- garantizar a los ciudadanos una movilidad eficaz y rentable, pero también proteger la industria alemana, no sólo de coches³⁴, y con eso muchos puestos de trabajo (Barthel, et al., 2010, p. 36 y ss.) (Bundesregierung, 2009, p. 9 y ss.) (Dudenhöffer, 2013) (Lienkamp, 2012, p. 65 y ss.).

A continuación se van a desarrollar las medidas más importantes en las que el Estado alemán se debe concentrar para conseguir su objetivo de un millón de coches eléctricos en 2020 y convertirse en el líder de mercado en la electromovilidad:

El Estado debe intervenir en el mercado y resolver sus retos. Sobre todo en las dos primeras fases del programa de gobierno (*Veáse Ilustración 1*) el gobierno alemán debe invertir mucho en la investigación y el desarrollo de la tecnología de los coches eléctricos y en especial en la tecnología de las baterías. Con la investigación el gobierno puede ser capaz de mejorar la situación de los cuatro retos mencionados y así acercarse al objetivo impuesto.

³³ Sobre todo en los países EEUU, China y Francia los gobiernos promueven sus industrias y sus investigaciones de baterías y tecnología con programas, que incluyen grandes sumas de inversión. Inversión estimada en millones de Euros de 2006 a 2020: EEUU 22.000; China 3.850; Francia 1.040 (VDA, 2011).

³⁴ El cambio de la movilidad no sólo afecta la industria automóvil, sino otras industrias como las de TIC, las de elaboración de metales, energéticas etc.

ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

Del lado financiero, el gobierno debe sentar las bases necesarias para el desarrollo del mercado. Para incentivar la investigación y el desarrollo de la industria es muy importante que el Estado dé un marco normativo para el desarrollo y la aplicación de normas sobre la carga de baterías y el uso de vehículos eléctricos (Reichert, et al., 2012) y, así abolir las barreras de entrada en el mercado a las industrias y a los usuarios. Por un lado, para las industrias, para que investiguen más en la electromovilidad y así generen una mayor oferta de coches, y, por otro lado, a los usuarios, para que no duden de los coches eléctricos y confíen en esta nueva forma de movilidad. Para crear esta confianza también es indispensable mejorar la infraestructura de estaciones de carga de las baterías. El gobierno debe destinar más dinero a la construcción de estaciones de recarga.

Se deben crear incentivos para promover la compra de coches eléctricos.

Incentivos monetarios y no monetarios que contrarresten las barreras específicas durante el proceso de introducción de la electromovilidad (Schönfelder, et al., 2009). Estos incentivos podrían ser subvenciones o desgravaciones. Por ejemplo, a través de mayores impuestos a los coches con propulsión convencional. La ventaja de la desgravación es que después de la penetración del mercado, el gobierno puede derogarla fácilmente, es decir puede reaccionar fácilmente a la demanda. Además, se pueden tener derechos especiales para coches eléctricos, como carreteras y aparcamientos exclusivos o simplemente aparcamientos gratis (Lienkamp, 2012, p. 65 y ss.) (Schönfelder, et al., 2009).

El Ministro Federal de Transportes Alexander Dobrinth³⁵ ha anunciado en enero 2014 que pondrá una base legal al desarrollo de la electromovilidad en Alemania. Al igual que su predecesor, Dobrinth rechaza las primas de compra puras, pero quiere favorecer el desarrollo de la electromovilidad a través de privilegios especiales como los nombrados en este párrafo (Reuters, 2014).

³⁵ Alexander Dobrinth, miembro del Partido de la Unión Cristiano-Social de Alemania (CSU), está desde diciembre 2013 el nuevo ministro del Ministerio Federal de Transporte, Construcción y Desarrollo Urbano de Alemania. Él ha reemplazado Peter Ramsauer, que fue su predecesor de 2009 a 2013.

El gobierno tiene el deber de informar a sus ciudadanos sobre el cambio climático, sus retos y cómo se puede contrarrestar, con por ejemplo una movilidad alternativa. Para promover la venta de los coches eléctricos el gobierno podría decretar el anuncio de los TCO de todos los tipos de coches. Con este anuncio se podría crear una nueva conciencia sobre los coches y sobre el hecho de que se van a recompensar los costes con el tiempo (Veáse *el capítulo 3.4*) (Lienkamp, 2012, p. 40).

Otra medida puede ser que el Estado dé ejemplo: se debería cambiar la flota de vehículos oficiales a coches eléctricos para tener un empuje inicial en el establecimiento de la electromovilidad (Lienkamp, 2012, p. 65 y ss.) (Schönfelder, et al., 2009). Los coches eléctricos serían perfectos: sobre todo en trayectos cortos, rutas y tiempo de aplicación fijas. Aparte de éstas son adecuadas también las empresas con grandes flotas. Estas empresas serían, por ejemplo, empresas logísticas, Correos, las de alquiler de coches etc. Para empujar la venta de coches eléctricos a empresas el gobierno debería introducir una amortización extraordinaria y así compensar los costes más altos de compra (VDA, 2011, p. 23).

Una medida radical para aumentar la demanda de coches eléctricos por parte del gobierno sería instituir, que los coches con una expulsión de gases de un cierto nivel serían obligados a comprar uno nuevo que incorporaría adicional y forzosamente un coche eléctrico³⁶. Esta medida causaría al inicio mucha protesta, pero al mismo tiempo empujaría mucho el mercado de coches eléctricos y aumentaría mucho la aceptación de los clientes(Lienkamp, 2012, p. 40).

Como se puede ver, el gobierno tiene muchas posibilidades para afrontar estos retos. Dado que todavía la aceptación de coches eléctricos es muy baja y la necesidad de investigar es inmensa, se necesita un alto nivel de fomento en todos los niveles.

³⁶ Este sistema de acoplamiento obligado ya existió en los EEUU en los años 50. Con la compra de un coche de la marca Porsche se ha recibido adicional un Käfer, un coche del fabricante VW. De esta manera el coche Käfer se ponía muy popular en los EEUU (Hengstenberg, 2009).

Aparte de la investigación el gobierno debe ser un buen coordinador entre las diferentes industrias y establecer regulaciones, para simplificar el mercado (VDA, 2011, p. 24).

Como decía el experto de automóvil Dudenhöffer, “el coche eléctrico es el Joker en la lucha contra la contaminación y contra los problemas de tráfico y él debe jugar un importante papel político” (Dudenhöffer, 2013). El gobierno hará un buen papel si consigue ser un buen coordinador; relacionando investigación e industria, reuniendo a los actores afectados, creando incentivos para ellos y estableciendo adecuadas condiciones y reglamentos (Arnold, et al., 2010, p. 75). Así que Alemania puede conseguir otra vez la competencia de investigación en la tecnología de baterías, mantener uno de los papeles líderes del mundo en la industria automovil, utilizar las energías renovables y disminuir las emisiones del país.

4.2. Promotores de infraestructuras

En Alemania había en 2011 casi 2.000 puntos de recarga de electricidad. Con esta cantidad Alemania tiene el mayor número de la UE³⁷, pero en relación al tamaño de Alemania, la cantidad de puntos de recarga no es muy grande. El objetivo propuesto de infraestructuras accesibles al público para 2020 de la Comisión Europea es de 150.000 para Alemania (Europea, 2013), es decir que todavía hay que mejorar mucho la infraestructura y construir estaciones de carga.

Con la cantidad de 2.000 puntos de recarga de electricidad la infraestructura de en Alemania es mala. Hasta ahora sobre todo se tiene la posibilidad de recargar el coche en la casa privada o alguna veces las empresas ofrecen la posibilidad de cargar en su aparcamiento. Pero más allá de estas estaciones fijas comienza la dura realidad. Los conductores de coches eléctricos se enfrentan además a otros dos problemas: por un lado, hasta ahora no hay un enchufe estándar de recarga (*Veáse 3.6 Estandarización y normas*) y faltan sistemas de pago óptimos en estaciones de cargas públicas (Schwarzer, 2013). Dado el hecho de que Alemania tiene distintas regiones a las que suministran diferentes proveedores, hace falta tener un sistema funcional para el país. Por

³⁷ Alemania está seguida por Países Bajos con 1.700, Francia con 1.600 y España con 1.356.

ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

un lado, para aumentar la densidad de puntos de recarga y, por el otro lado, para mejorar la manera de pago. Se podría pagar por ejemplo a través de una tarjeta de carga que funcione en todo el país o con una aplicación específica del *smartphone* (Schönfelder, et al., 2009).

Un paso importante por la simplificación de la recarga lo ha realizado el *Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.*³⁸ a través de la asignación de números de identificación de coches eléctricos. A partir del 1 de marzo de 2014 el BDEW quiere repartir estos números y así permitir un fácil acceso a los puntos de recarga en lugares públicos por parte de los usuarios. Así se puede identificar fácilmente el usuario y echar cuentas (BDEW, 2014).

No sólomente hay un retraso en el establecimiento de los puntos de recarga de electricidad sino también con las estaciones de hidrógeno. Para obtener una red completa en Alemania, se requieren alrededor de 1.000 estaciones de servicio de hidrógeno. El gobierno alemán quiere apoyar las estaciones de servicios de hidrógeno y ha concedido una subvención de 20 millones de Euros para ampliar la cantidad de estaciones públicas de las 14 estaciones de combustible de hidrógeno actuales a un total de 50 sitios (BMVI, 2012). Los costes de una estación de servicio de hidrógeno son mucho más altos que los puntos de recarga de electricidad. Si se mira más profundamente la frecuencia de recarga de los coches en las estaciones hidrógeno se ve que tiene una gran ventaja frente a las de electricidad: El alcance menor de los vehículos eléctricos, obliga a tener una red de infraestructuras mucho más amplia respecto de las estaciones (Teichmann, et al., 2012, p. 63 y ss.).

Algunos fabricantes de coches ya apoyan la implantación de estas infraestructuras y construyen estaciones de recarga. Así el fabricante de coches Daimler en cooperación con la empresa Linde³⁹ anunció en 2011 la construcción de 20 estaciones para los servicios de hidrógeno en Alemania (Reuters, 2011), VW y BMW han levantado estaciones de CCS en Wolfsburg y Munich (Schwarzer, 2013) y ahora el fabricante Tesla está invirtiendo mucho

³⁸ Lo que significa Asociación Federal de Energía y Régimen de Aguas.

³⁹ Linde es un fabricante alemán de gases industriales.

ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

en la infraestructura de las estaciones de carga de electricidad en Alemania y Europa Occidental.

Tesla contribuye en la infraestructura de movilidad en Alemania y quiere equipar al país con un número alto de estaciones de carga rápida hasta finales de 2014 (Lübbehüsen, 2013) (Tesla, 2014). Según el Director de Tesla, Elon Musk, la infraestructura de estaciones de carga en Alemania es deficiente y necesita un alto nivel de investigación. Dado que el fabricante quiere ofrecer a sus clientes una buena red y flexibilidad en Europa, se está investigando mucho sobre las infraestructuras de las estaciones de carga (Frontal-21, 2013). Los clientes de Tesla cargan siempre gratis en estas estaciones. Este servicio también se va a ofrecer a coches de otros fabricantes⁴⁰ pero hay un problema: hasta ahora no hay ningún otro modelo de coche con este tipo de enchufe⁴¹ y muestra otra vez la importancia de la estandarización (Lübbehüsen, 2013).

Por consecuencia, primero hay que llegar a un acuerdo de estandarización y normativa de los enchufes y de la manera de pagar en las estaciones de electricidad. A continuación hay que construir las estaciones de electricidad y las de servicios de hidrógeno. Con una infraestructura más densa, los usuarios de coches con propulsión alternativa podrán cargar sus coches de manera más flexible. Con el aumento de la infraestructura, va a aumentar la aceptación de los coches eléctricos por lo que se conseguira una mayor penetración de mercado. Dado el hecho de que la aceptación de los usuarios es un factor clave para el éxito de los coches eléctricos, la infraestructura es una parte esencial del éxito de esta manera de movilidad. Sólomente si el usuario puede moverse de manera flexible y tiene la posibilidad de cargar su batería, él va a comprometerse con los coches eléctricos.

Los mayores promotores son el sector público, la industria automóvil y la industria energética. Sobre todo el sector público alemán debe reconocer esta condición básica, la necesidad de una buena infraestructura de coches eléctricos, para lograr su objetivo.

⁴⁰ Si estos modelos tienen una compatibilidad para cargar con 135 kW de CC.

⁴¹ Tesla tiene sus propios enchufes por la carga, estos se llaman *superchargers* y se puede cargar el 80% en 30 minutos. Con una carga del 80% se puede conducir alrededor 320km (Eckl-Dorna, 2014).

4.3. Los usuarios

“Deseo aún más coches eléctricos. Pero no podemos prescribir una nueva tecnología, las personas tienen que desearla también.” (ADAC, 2010)

Con este mensaje el último Ministro Federal de Transportes Peter Ramsauer explica claramente, lo importante que es la aceptación por parte de los usuarios para una penetración del mercado y que no se puede imponer los usuarios la nueva tecnología.

Muchas veces se olvida en la discusión sobre la electromovilidad el punto de vista del usuario y sólo se analizan los aspectos tecnológicos. Pero para tener éxito con la electromovilidad y llegar a una penetración del mercado, es muy importante entender las dudas y necesidades de los usuarios, porque ellos tienen que estar al final convencidos del concepto y comprar los coches. Por tanto, se va a desarrollar en este párrafo las dudas actuales de los usuarios, qué retos existen hasta llegar a una aceptación extendida y cómo se puede alcanzar una penetración del mercado.

Desde la fabricación en serie el coche representa el medio de transporte principal de la gente. Los modelos de movilidad sólo se van a cambiar si hay una ruptura de la tendencia, como por ejemplo el agotamiento del petróleo y su aumento del precio, desastres ambientales, o cambios políticos (Teichmann, et al., 2012, p. 30). Como en los últimos años hubo algunas rupturas de esta tendencia⁴², se va cambiando poco a poco la conciencia ambiental de la gente. En los próximos años se va a reforzar esta conciencia y se acompañará por un cambio de paradigma. Con este cambio de conciencia los usuarios van a repensar su papel y su responsabilidad ecológica y modificarán su comportamiento y su medio de transporte.

El coche sólo va a ser uno de los muchos medios de transporte, aunque todavía uno de los más importantes, que se van a utilizar (IHK, 2011, p. 1). Los trayectos diarios se pueden recorrer fácilmente con un coche eléctrico. Sólo los trayectos de larga distancia de viajeros diarios, de vacaciones o la planificación del tiempo libre no se pueden superar con coches eléctricos.

⁴² como el continuo aumento del precio de petróleo, accidente nuclear de Fukushima y la marea negra en el Golfo de México.

ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

Hoy por hoy este problema se puede resolver a través de vehículos híbridos y otros conceptos de movilidad, como por ejemplo con coches de alquiler de propulsión convencional o *Carsharing* (Teichmann, et al., 2012, p. 59 y ss.). Por tanto, en el futuro una familia no va a tener como medio de transporte sólo el coche con propulsión convencional, como en la actualidad, sino que va a usar diferentes ofertas de movilidad según su necesidad ⁴³(Barthel, et al., 2010, p. 26).

Inicialmente los usuarios van a ser sobre todo personas con un sueldo muy alto y que ya tienen dos o tres coches. Ellos se denominan *First Mover*. Actualmente el coche eléctrico tiene costes de compras muy altos y no es accesible, debido al alto poder financiero necesitado, por la gran masa de población. Pero esta tendencia cambiaría en el futuro. Dado el precio creciente del petróleo en los próximos años, va a ser más inaccesible moverse con un coche de propulsión convencional. Al mismo tiempo los costes de las baterías van a bajar y los costes de compra de un coche eléctrico van a ser mucho menores, comparado con el precio relativamente alto de hoy.

El autognosis ecológico de los compradores juega también un papel muy importante en la decisión de compra. Los usuarios de electromovilidad muestran una gran afinidad a la protección del medio ambiente.

Además el éxito de la aceptación y la penetración del mercado depende, sobre todo al inicio, de los incentivos para el comprador. En Alemania no existen y no van a existir en forma de prima de compra, pero se quieren crear estímulos con derechos especiales y con menos impuestos, (Möller & Rothfuss, 2010, p. 8) (Reuters, 2014) (Teichmann, et al., 2012, p. 52) para recompensar los altos costes de un coche eléctrico, provocados por los altos costes de la batería (Veáse 3.4). Para bajar los costes hay que mejorar la tecnología. Además hay que informar a los usuarios de los *TCO* de un coche eléctrico y destacar que la compra inicial es más cara, pero que estos costes se compensan con los menores costes de propulsión, como ya se ha desarrollado en 3.4.

⁴³ Por ejemplo utilizar por el trayecto al trabajo el transporte público, por excursiones el coche eléctrico y por las vacaciones un coche híbrido.

ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

Pero la aceptación no solamente depende de los estímulos monetarios, sino que se tiene que tener claro que hay también factores psicológicos, que influyen en la aceptación de la electromovilidad. La pregunta resultante es, cómo se puede influir en la aceptación de los usuarios de manera positiva. Para analizar esta pregunta, primero se tienen que considerar los factores inhibitorios y los que pueden influir de manera positiva en la aceptación del cliente.

Uno de los mayores factores inhibitorios es, que los vehículos eléctricos están limitados al uso en distancias cortas, debido a la batería. Ahora mismo el alcance de un BEV normalmente está dentro 120 y 200 km por carga de batería⁴⁴. Como consecuencia los vehículos eléctricos son, sobre todo, adecuados para el tráfico diario o para la movilidad dentro de la ciudad, pero no para trayectos más largos (Barthel, et al., 2010, p. 25).

En 2012 casi el 74% de la población alemana vivía en ciudades (Statisia, 2012) y los trayectos con los coches representan entorno a un 90% de los viajes de corta distancia⁴⁵. El trayecto diario en coche se estima en una media de 37 km (ADAC, 2010) (Barthel, et al., 2010, p. 25). Así que los coches eléctricos pueden cubrir con su alcance de batería las necesidades diarias de los usuarios.

El reto está en influir en la psicología del usuario. Aunque desde un punto de vista racional la potencia de los coches eléctricos es suficiente para el uso diario, el usuario tiene miedo y no quiere ser limitado en su libertad y flexibilidad. La solución a este reto puede ser: por un lado, hay que seguir investigando en la tecnología para conseguir un mayor alcance y así limitar las restricciones de los usuarios y mejorar la infraestructura. Por otro lado, el usuario tiene que adaptar su comportamiento y su flexibilidad a las posibilidades de los coches eléctricos y aceptar a las nuevas formas de movilidad. Por ejemplo, hay que planear un poco sobre dónde y como se va a cargar.

⁴⁴ Ya existen modelos con un alcance más largo, como los coches eléctricos del fabricante Tesla. Estos tienen un alcance hasta 500 km por carga de batería, pero se encuentran también en un segmento de costes todavía más alto con costes alrededor 70.000 Euros (DPA, 2014).

⁴⁵ El mayor parte de los trayectos ni llega a la distancia de 10 km por trayecto.

Otro reto es la necesidad de que la tecnología de los coches eléctricos sea tan fiable y segura como la de los vehículos convencionales. Es decir un proceso de carga simple, de manejo simple del vehículo y de su equipo, con tecnologías de la información y la comunicación (TIC), gran seguridad frente a los choques etc. Si la tecnología fuera tan fiable y segura como la de los coches convencionales la aceptación de la electromovilidad sería muy alta en la población y al mismo tiempo tendría un efecto positivo en la economía (Teichmann, et al., 2012, p. 30).

Por consecuencia otra vez hace falta tener normas que apoyen la confianza en los coches eléctricos, para que un usuario no tenga miedo a viajar con su coche, porque en otros países no encuentre su enchufe o porque no haya infraestructuras de recarga.

En resumen se puede decir que el reto mayor es lograr la aceptación y la adaptación de los usuarios a los coches eléctricos para la penetración del mercado.

Estos retos se pueden lograr sobre todo informando a los usuarios y mejorando la tecnología y la infraestructura. Al mismo tiempo los nuevos servicios de movilidad pueden ayudar, como la oferta de paquetes de movilidad, en los que se puede elegir el medio de transporte según la necesidad (Barthel, et al., 2010, p. 26). Es decir los diferentes proveedores de movilidad se unirán y van a ofrecer "cadenas de movilidad". Así el usuario puede encontrar rápidamente el medio óptimo para cada trayecto (IHK, 2011, p. 1).

4.4. La industria

Con el inicio de la creciente electrificación de la movilidad se abre un periodo de transición también en la industria. Por un lado, las industrias que se ven afectadas son de forma evidente, los fabricantes de coches, pero también las empresas energéticas, las empresas de TIC y los fabricantes de baterías. Sin duda alguna, para que Alemania consiga su objetivo las industrias tienen que colaborar entre ellas, reorganizarse y investigar mucho.

En este sentido van a crecer algunas industrias debido a la electrificación, pero también habrá empresas que van a desaparecer cuando los coches convencionales sean minoría, como por ejemplo los fabricantes de bujías.

En los siguientes párrafos se va a explicar cuales son las diferentes industrias afectadas de la electrificación, cómo conseguir el objetivo y qué retos tienen que resolver.

4.4.1. Las empresas energéticas

La electromovilidad no sólo es un tema de los fabricantes de coches, sino que concierne, también a las empresas energéticas. Es evidente que la electromovilidad debe usar energía renovable. La pregunta resultante es, si las empresas energéticas son capaces de proveer de esta energía en 2020 a un millón de coches eléctricos. La respuesta es sí, pero sólo si no quieren cargar todos sus coches en el día y al mismo tiempo⁴⁶ (Motor-Traffic, 2012). Por tanto uno de los grandes retos es que la red deberá poder soportar esta sobrecarga sin caerse (Suárez, 2010, p. 16).

Ahora mismo no se utiliza toda la capacidad de las energías alternativas renovables⁴⁷, porque no hay una manera eficiente de almacenar la energía y prever la capacidad de generación energética renovable. El reto no es tanto de generación de electricidad, sino de almacenamiento, de distribución y de venta. Una posible solución para éste la desarrollaremos a continuación.

En general se puede decir que existen dos sistemas de recarga de los coches eléctricos:

a. La carga incontrolada pasiva

Con este sistema la recarga empieza en el momento en que se conecta el coche a la red de corriente. El gran problema es que esta manera de recarga significa una sobrecarga en la generación, la transmisión y la distribución de la energía eléctrica. Además la recarga de los coches tiende a realizarse durante el horario de carga máxima diaria; a mediodía y durante la tarde. Este uso provoca un crecimiento del precio, debido a la alta demanda. Incluso puede provocar una sobrecarga de recursos de la energía renovable, si se acumula la demanda al mismo

⁴⁶ Una idea sería ofrecer precios más baratos para la electricidad si la gente recargan su coche por la noche (Haupt, 2013).

⁴⁷ Al final del año 2013 un 44% de la energía neto producido en Alemania fue energía renovable, entre ellos 18% energía eólica y un 19% de energía solar (BMW, s.f.).

tiempo y todavía no hay posibilidad de almacenar la energía renovable (Schönfelder, et al., 2009).

b. Integración activa en la red corriente y otros conceptos

Este sistema de recarga se denomina **Smart Grid**, y funciona con el concepto principal de **Vehicle to Grid**⁴⁸ (**V2G**). Este concepto se basa en la utilización de la batería del vehículo como depósito móvil de la electricidad. Por tanto la batería se puede cargar en el momento en que la demanda de electricidad sea menor y la producción de electricidad alta⁴⁹. En este momento el precio de la electricidad es bajo debido al exceso de oferta. Este sistema permite la posibilidad de utilizar la electricidad acumulada en la batería en la casa, cuando hay una gran demanda de electricidad. La ventaja es, que el usuario puede beneficiarse de los diferentes precios ofrecidos de la electricidad en distintas horas de acuerdo a la oferta y demanda de electricidad. Es una buena alternativa, ya que así no se pierde la energía renovable sobrante, sino que se puede almacenar. Pero hay que tener en cuenta que normalmente a la hora de producción superflua de energía hay muchos menos coches conectados a la red, y por la noche, cuando no se produce tanta energía renovable la mayor parte de los coches eléctricos están recargándose.

Esto todavía representa un reto para el V2G. Otro reto del V2G es, la necesidad de tener un aparcamiento fijo. Además, que la batería no debe sufrir un desgaste⁵⁰ por la carga y descarga y aparece el problema de la protección de datos⁵¹ (Reichert, et al., 2012) (Schönfelder, et al., 2009) (Teichmann, et al., 2012, p. 80 y ss.).

⁴⁸ Del vehículo a la red de corriente.

⁴⁹ Una alta producción de electricidad a través de energías renovables, sería por ejemplo cuando hay mucho viento.

⁵⁰ Debido al aumento del número de ciclos de las baterías, condicionado a través de las frecuentes cargas y recargas, se aumenta automáticamente el desgaste de la batería.

⁵¹ Por un lado las empresas energéticas quieren saber lo más posible sobre sus clientes y con la ayuda de un perfil de sus clientes ser capaz de calcular la demanda de datos. Al otro lado el consumidor final no quiere exponer todos sus datos y su demanda.

Una ampliación del concepto de Smart Grid es **Smart Home** en el que se incorpora un ciclo cerrado de energía, que incluye el concepto de V2G y organiza el consumo de la energía de manera más óptima e inteligente. Es decir puede producir electricidad pura, estar conectados a la red corriente, recargar los coches eléctricos y regular los electrodomésticos de la manera más eficiente. El habitante de esta *Smart Home* se llama *Prosumer*, derivado de los dos palabras *Produce* y *Consumer*, porque el habitante, por un lado produce la electricidad⁵² por sí mismo y por otro lado, consume la electricidad producida (Teichmann, et al., 2012, p. 81 y ss.).

La integración activa en la red corriente con los conceptos V2G y la *Smart Home* son conceptos prometedores, pero, las empresas energéticas en cooperación con empresas de TIC, todavía tienen que investigar más en estos conceptos. Va a tardar hasta que se pueda imponer de manera extensiva estos conceptos.

Los retos más actuales son ofrecer al cliente, por un lado, un punto de recarga pública y, por otro lado, facturar este recargo por un precio contratado (Möller & Rothfuss, 2010, p. 24 y ss) (Suárez, 2010, p. 8). Las empresas energéticas deben construir estaciones de cargas en Alemania. Ahora mismo los grandes actores en el sector de energía son todavía conservadores, pero deberían actuar ya. Cuando se haya logrado la penetración del mercado es necesario que las empresas energéticas ya sean activos del mercado. Además se deben concertar cooperaciones con los fabricantes de coches para establecer la infraestructura.

4.4.2. Fabricantes de Baterías

El coche eléctrico supera al coche convencional en algunos puntos como: la ausencia de ruido, las nulas emisiones directas y la alimentación más económica, pero tienen, por otro lado, algunas desventajas significativas. Los coches eléctricos tienen una menor autonomía y, más importante aun, el

⁵² A través de una instalación de fotovoltaica en el techo de la casa o a través de un pequeño molino de viento.

ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

elevado tiempo de recarga. La tecnología de la batería de ion de litio⁵³ ha mejorado significativamente la problemática de estos dos retos, pero al mismo tiempo esta tecnología sigue siendo bastante cara y incrementa el coste de compra de un coche eléctrico. Por consecuencia, el principal reto de los fabricantes de las baterías es fabricar ellas mismas de manera económica. Sobre todo porque la tecnología de ión es la más prometedora actualmente ya que permite un transporte de distancia larga y períodos de recarga de la batería más cortos (Lienkamp, 2012, p. 29 y ss.)(Suárez, 2010, p. 6). Dado que el litio es limitado⁵⁴, es muy importante que se desarrolle una manera de reciclaje y genera baterías con otro material⁵⁵. Además porque existe el riesgo de que suba el precio del litio debido al aumento de demanda (Teichmann, et al., 2012, p. 60 y ss.).

Resumiendo, se puede decir que los retos son, por un lado superar las desventajas que tienen todavía las baterías frente a la propulsión convencional y además los fabricantes de baterías deben investigar también en la construcción de las mismas con otros materiales.

Hasta ahora no hay muchos fabricantes en Alemania que solamente se concentren en la tecnología de baterías. Según el VDA, Alemania ha producido en 2011 solamente un 2% de las baterías de electricidad del mundo. Pero ha producido un 20% de los coches vendidos mundialmente (VDA, 2011, p. 26). Se puede ver que entre estos dos aspectos todavía existe un abismo enorme. La competencia lleva ventaja. Al inicio de 2014 Tesla anunció que van a construir una *gigafactory* de baterías y empezar con la instalación de la producción de baterías más grande del mundo. Ahí quieren producir a partir de 2020 una cantidad de baterías, que estaría por encima, de lo que producen todos los fabricantes en el mundo entero a día de hoy. La gran ventaja de esta enorme investigación es que se va a desarrollar mucho la tecnología y se

⁵³ La batería de ion de litio se caracteriza por una gran densidad de energía y su reacción electroquímica del litio.

⁵⁴ Se puede poner en duda, si hace sentido explotar un recurso limitado por un coche ecológico, pero no se va a entrar en este aspecto en este trabajo.

⁵⁵ Existe la posibilidad de construir baterías también de combinaciones con níquel o con cinc. Las existencias de níquel y de cinc son mucho más abundantes que la existencia de litio.

esperan costes más bajos, una densidad más grande de la batería y como consecuencia, una reducción del peso de la misma (P.E., 2014).

Sin duda alguna, si Alemania quiere llegar a ser líder en el mercado hay que poner el foco en la tecnología de baterías, que presenta la pieza central de los coches eléctricos. Las autoridades políticas deberían dar incentivos y convocar proyectos y así intentar mejorar la situación de Alemania en comparación con el resto del mundo.

Además hace falta ofrecer estudios universitarios y no universitarios especializados en esta área.

4.4.3. Los fabricantes de coches y sus proveedores

Esta una de las claves de la industria alemana y una parte importante de la economía del país. Muchos puestos de trabajos en Alemania están unidos a esta industria - uno de cada siete puestos de trabajo en Alemania está conectado de manera directa o indirecta con la industria automovilística. Los fabricantes de los coches alemanes y sus proveedores deben jugar un papel enorme en la electrificación de la movilidad y adaptar este proceso como valor añadido. Pero todavía existen muchos retos en esta área y los fabricantes no han entrado demasiado en este mercado. La demanda de los coches eléctricos en Alemania deja mucho que desear y para integrarse en esta tecnología hay que invertir mucho. Es decir la necesidad de investigar es muy alta, frente al hecho de que la respuesta del mercado hasta ahora es muy pequeña. Esto significa que los fabricantes y proveedores deben arriesgarse a entrar en este mercado y el Estado tiene que apoyarlo y coordinar la industria (VDA, 2011, p. 24 y ss.).

La tecnología de electromovilidad y el cambio de paradigma de propulsión convencional a propulsión eléctrica, todavía tiene muchos retos que los fabricantes deben resolver en los próximos años: el potencial, el coste y el peso de la batería (Veáse 4.4.2), los diferentes enchufes, los altos costes de compra, la falta de demanda y la falta de oferta de modelos adecuados y, en general, el hecho de que nuestro mundo está cambiando del coche a un mundo de amplia movilidad.

ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

Uno de los retos, el de los altos costes de los coches eléctricos, se puede resolver considerando que:

- mayor competencia en la movilidad mayor competencia en el precio
- haya una mejora del progreso tecnológico y una disminución de los costes
- se dé producción en masa.

Para aumentar la escala los fabricantes de coches pueden establecer también acuerdos con empresas de renting o con grandes compradores de flota de coches lo que permite tener una mejor introducción de sus modelos.

Además los fabricantes de coches, como se trata de su negocio, son responsables de ofrecer a los usuarios una amplia oferta de coches eléctricos. Hasta ahora la oferta de los fabricantes es muy pobre y no puede competir con los grandes como Tesla, Renault y General Motors. Es cierto que los grandes fabricantes de coches en Alemania (Daimler, VW y BMW) ofrecen coches eléctricos puros, pero el hecho es que hasta hace poco⁵⁶ sólo BMW había desarrollado por separado su propio concepto de construcción y diseño de un coche puramente eléctrico⁵⁷, lo que muestra la falta del espíritu competitivo de los otros fabricantes. Daimler y VW han tomado sus coches ya existentes, como el Smart, el Clase-A (de Daimler) o el Golf (de VW) y los han transformado en coches eléctricos (Barthel, et al., 2010, p. 38 y ss.) (Lienkamp, 2012, p. 52 y ss.).

Pero si se quiere conseguir el objetivo de un millón de coches eléctricos hay que arriesgar más y concentrarse con exclusividad en la área de la electromovilidad. Lo que puede ayudar y ya existe son cooperaciones de los fabricantes de coches con:

- fabricantes de baterías, como por ejemplo Daimler con Evonik,
- empresas de TIC, como BMW y la empresa My City Way,

⁵⁶ Al final de 2013 VW ha introducido su coche eléctrico puro, el e-Up.

⁵⁷ El i3 de BMW es el primer coche de un fabricante alemán, que sólo se ha desarrollado como un coche eléctrico. Gracias al material utilizado por el cárter del coche, con fibra de carbono.

ÁREAS AFECTADAS Y SUS RETOS

- empresas de construcción especializada en materiales livianos, como BMW y Carbon
- o fabricantes de coches, como Daimler y BYC (Preuß, 2010) (Teichmann, et al., 2012, p. 84).

El Estado debe apoyar estas cooperaciones y ayudar a la investigación por parte de los fabricantes de coches.

Además es necesario tener normas que permitan facilitar la compatibilidad de pilas, enchufes y componentes (Suárez, 2010, p. 15).

Los proveedores tienen que especializarse y deben tener en cuenta, que algunos productos actuales no serán necesarios con la propulsión eléctrica. Así por ejemplo la empresa ZF, que hasta ahora ha producido motores convencionales, se ha adaptado y desarrolla también motores eléctricos, para no perder su posición en el mercado de motores y adaptarse a la nueva tendencia (Frontal-21, 2013). Por ello muchos proveedores y fabricantes de coches deben ser conscientes de cuáles van a ser los elementos de un coche eléctrico, de si son capaces de producirlos o de en qué parte se quieren especializar. Por tanto en las áreas de elaboración de metales y de mecánica se suprimirán empresas y consecuentemente los puestos de trabajo asociados, pero por otro lado, aparecen nuevas tareas en la área de microelectrónica y la producción de materia plástica, que van a crear nuevos puestos de trabajo (VDA, 2011, p. 24).

Los fabricantes de coches se enfrentan a muchos retos y tienen que empezar a confiar más en el futuro de los coches eléctricos y arriesgarse. En los inicios de los grandes cambios siempre hay un cierto miedo, pero la historia ha demostrado muchas veces, que estos cambios llegan y lo hacen más rápido a cómo se pensaba (VDA, 2011, p. 24 y ss.).

Sobre todo porque este área representa el corazón de la industria alemana y no se puede permitir la pérdida de competitividad y hay que estar preparados para el futuro. La industria no sólo tiene que prepararse para el cambio en la tecnología de los coches, sino también para el cambio del comportamiento del usuario y establecer servicios en su negocio, que le ofrezcan un paquete flexible de movilidad.

4.4.4. Las empresas de tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

Además de la batería otra parte muy importante de los coches eléctricos es la comunicación y la información: la comunicación entre los coches, los puntos de carga, los proveedores de energía y la infraestructura. Sobre todo en los conceptos V2G y *Smart Grid* esto juega un papel esencial. A través del Smartphone el usuario puede no sólo ver el estatus de carga de su coche, sino regularlo de acuerdo a su necesidad. Este área está apoyada también fuertemente por el gobierno y existen numerosos proyectos de colaboración con el *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie*⁵⁸. El objetivo es mejorar los sistemas de energía y de transporte a través de las TIC y así optimizar la rentabilidad, el impacto ambiental y la productividad. Esto es un área relativamente joven y no tan arraigada tradicionalmente. Por ello, en los últimos meses ha habido un aumento de las empresas que desarrollan este campo a las que el gobierno ha dado su apoyo. Este área está muy importante, porque presenta la conexión entre el usuario y el coche y puede facilitar mucho la vida a éste. Gracias a estos aspectos se consigue aumentar la flexibilidad del usuario y por tanto, la aceptación de los coches eléctricos (BMW, s.f.) (VDA, 2011, p. 17 y ss.).

4.4.5. Conclusión de la industria

Como se ha visto en los últimos párrafos, la industria se enfrenta todavía a muchos retos con los coches eléctricos, como la falta de normas y regulaciones, la alta necesidad de investigación en la tecnología, los costes altos de la batería y el alcance todavía muy limitado. Además el paso a la nueva tecnología va a poner en riesgo muchos puestos de trabajo, por ejemplo en la fabricación de bujías. Pero, la industria debe ver también la gran posibilidad de esta tecnología en el futuro y además debe entender, que sólo es cuestión de tiempo el momento de cambio. Sería mejor ser uno de los primeros y así alcanzar ya un cierto nivel de conocimiento y experiencia, en vez realizar un proceso de cambio tardío, cuando ya se ha perdido cuota de mercado respecto a otros países.

⁵⁸ Lo que es el Ministerio federal de Economía y de Energía.

Los dos componentes claves de la industria son, por un lado que las diferentes industrias deben trabajar juntas, realizando cooperaciones estratégicas, y, por otro lado, que el gobierno debe estimular la industria.

Además la industria y el gobierno deben ser conscientes de que la riqueza de Alemania depende en gran parte de la fabricación de coches y debe mantener una posición alta en el ranking mundial. Para obtener esta posición es importante que haya empresas especializadas en esta tecnología. Gente especializada procedentes de nuevas carreras y de nuevos cursos de formación profesional. Esto implica transformar los conocimientos de quienes diseñaran los nuevos coches y quienes trabajen con ellos, por ejemplo en los talleres.

4.5. Servicios financieros

La aceptación del coche eléctrico por parte del usuario es una cosa. La otra cara de la moneda es, sí el usuario puede permitirse el coste de compra de un coche eléctrico. Los costes de compra de un coche eléctrico todavía son muy altos, en comparación con un coche con propulsión convencional. Mucha gente no se puede permitir económicamente este precio más alto. Como se ha analizado en el capítulo 3.4, los costes se compensan en el tiempo. Pero esto no cambia el hecho de que se necesita al inicio una gran cantidad de dinero para realizar la compra. Para posibilitar la compra de un coche los servicios financieros, es decir los bancos privados, públicos y los bancos propios de los fabricantes de coches, deberían ofrecer un crédito especial para la compra del coche. Este crédito tiene que tener una tasa de interés más bajo que el mercado y así hacer que la compra de un coche eléctrico sea más atractiva. El Estado también juega un papel importante ya que debe ocuparse de que efectivamente se vaya a ofrecer esta manera de financiación (Wietschel, et al., 2012, p. 72).

5. CONCLUSIONES

La pregunta que nos hacíamos al inicio de este trabajo es si al final Alemania va a ser capaz de tener un millón de coches eléctricos circulando en 2020 y a qué retos se tiene que enfrentar. Un representante del gobierno hace muy poco ha subrayado, que el gobierno todavía piensa que el objetivo es realista y posible de lograr. Entre los principales retos que se observan están la tecnología demasiado costosa, el alcance corto, la falta de infraestructura⁵⁹. Los Ministerios deben impulsar su función de dar ejemplo y cambiar su flota en vehículos eléctricos (IKT, 2014).

Tras analizar las diferentes áreas afectadas, su situación actual y retos respecto de la electromovilidad estoy de acuerdo con la confirmación del gobierno, pero veo también que hay muchas cuestiones que abordar y no queda mucho tiempo para resolverlas. Las decisiones políticas deben ser protagonistas en lograr alcanzar el objetivo. Puede influir enormemente el éxito o el fracaso de la electromovilidad. Dado el hecho de que Alemania ha fijado sus objetivos hay que hacer todo lo posible ahora para lograr los. El ejemplo clásico de Noruega muestra, que el Estado puede influir en gran escala en el éxito de los coches eléctricos⁶⁰. El gobierno noruego ayuda a su mercado de coches eléctricos con estímulos monetarios, como altas subvenciones en la compra de un coche eléctrico, y con estímulos no monetarios, como el derecho de utilizar el carril bus y la oferta de aparcamientos gratis (Vidal, 2014). Tampoco pienso que las subvenciones sean la herramienta adecuada, porque trastocan el mercado, pero el Estado tiene otras herramientas y posibilidades que debería utilizar. Uno de los primeros cosas que debería hacer es:

- fijar con otros países reglamentos y normas para que la industria y los usuarios puedan confiar en la compatibilidad y las industrias no se arriesguen investigando componentes no compatibles,

⁵⁹ Mucha gente no tienen un garaje fijo y por tanto una buena infraestructura es indispensable.

⁶⁰ Los últimos datos indican, que hasta ahora 21.000 coches eléctricos son registrados en Noruega, un país con una población de solamente 5 millones. En comparación- EEUU tiene alrededor 70.000 coches eléctricos registrados, pero tiene una población mucho más alto con 313 millones.

CONCLUSIONES

- apoyar la investigación de la industria y ser coordinador entre diferentes áreas, con el objetivo de que se formen alianzas estratégicas de producir de la manera más eficiente los componentes de los coches eléctricos y los propios coches eléctricos también
- investigar en la infraestructura de los puntos de carga y también animar a las empresas energéticas y fabricantes de coches para que investiguen en la infraestructura, porque eso es una condición básica en la aceptación por parte de los usuarios
- informar a los ciudadanos sobre los razones favorables para ir hacia una movilidad alternativa y las ventajas de los coches, como los costes bajos de propulsión.

Además los estímulos públicos deben ser importantes para favorecer la compra: como derechos especiales, impuestos más bajos y la posibilidad de financiación fácil con buenos créditos. Dado el hecho de que muchos puestos de trabajos son dependientes de la industria de coches es importante que el gobierno centre todos sus esfuerzos en mantener su posición de líder en una industria que está cambiando rápidamente. Pero no sólo el Estado tiene la responsabilidad de centrar sus esfuerzos, sino también la industria en sí misma. La industria debe invertir mucho y reestructurarse para adaptarse a los nuevos retos. Pero sobre todo los fabricantes de coches, tal y como hemos visto en 4.4.3, deberían ser la fuerza motriz, pero están siendo todavía conservadores. Sin su intención de responder al reto de cambio e invertir en los componentes, no va a ser posible conseguir el objetivo. Ellos deberían tener claro, que el mercado de movilidad y transporte va a cambiar y hace falta de adaptarse ya, para estar preparado cuando llegue el momento de la penetración del mercado.

El tercer punto crucial son los usuarios. Hoy en día los clientes de los coches eléctricos son gente con un gusto por la tecnología y que están dispuestos a informarse bien dónde hay puntos de recarga y aceptan el alcance limitado. Pero en los próximos años hace falta entusiasmar a más gente y conseguir la penetración del mercado. Es tarea del Estado y de la industria informar primero a los usuarios del coche eléctrico y ofrecerles una oferta amplia con la mejor tecnología, que ofrezca seguridad, compatibilidad, infraestructura de puntos de

CONCLUSIONES

cargas, flexibilidad y disfrute de conducción. Si estos puntos están garantizados el usuario va a aceptar el coche eléctrico y va a conseguirse la penetración del mercado.

Si estos tres puntos cruciales- el Estado, la industria y los usuarios se adaptan a este cambio de paradigma y se atreven a acercarse y familiarizarse con la nueva forma de movilidad, Alemania puede conseguir su objetivo.

Sin duda alguna la electromovilidad representa el futuro y esta manera de conducir, sin causar emisiones y sin ser dependiente del petróleo de otros países, va a reemplazar la movilidad con propulsión convencional. Sólomente nos queda preguntarnos cuanto sera el tiempo que necesitará el coche eléctrico para dominar las calles.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAC, 2010. *Adacmobility- Die Spannung steigt*. [En línea]
Available at: <http://adacmobility.files.wordpress.com/2010/07/elektromobilitaet1.pdf>
[Último acceso: 09 02 2014].
- ADAC, s.f. *ADAC: E-Mobilität- Sind eine Million Elektroautos bis 2020 realistisch?*. [En línea]
Available at: <http://www.adac.de/infotestrat/adac-im-einsatz/motorwelt/e-mobilitaet.aspx>
[Último acceso: 23 03 2014].
- Arnold, H., Kuhnert, F., Bauer, D. W. & Kurtz, R., 2010. *IAO Frauenhofer: Elektromobilität: Herausforderung für Industrie und öffentliche Hand*. [En línea]
Available at: <http://www.iao.fraunhofer.de/images/downloads/elektromobilitaet.pdf>
[Último acceso: 08 02 2014].
- Bähnisch, S., 2008. *Autobild- Deutschland unter Strom*. [En línea]
Available at: <http://www.autobild.de/artikel/strategiekonferenz-elektromobilitaet-811305.html>
[Último acceso: 09 02 2014].
- Barthel, K. y otros, 2010. *Zukunft der deutschen Automobilindustrie; Herausforderungen und Perspektiven für den Strukturwandel im Automobilsektor*, Bonn: Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung .
- BDEW, 2014. *BDEW: BDEW zur Vergabe von Identifikationsnummern für E-Mobility: Fahren von Elektroautos wird noch kundenfreundlicher*. [En línea]
Available at: <http://www.bdew.de/internet.nsf/id/20140228-pi-fahren-von-elektroautos-wird-noch-kundenfreundlicher-de>
[Último acceso: 23 03 2014].
- Bellis, M., 2012. *About Inventors, History of Electric Vehicles*. [En línea]
Available at: <http://inventors.about.com/od/estartinventions/a/History-Of-Electric-Vehicles.htm>
[Último acceso: 16 02 2014].
- BMVI, 2012. *BMVI: Bundesregierung und Industrie errichten Netz von 50 Wasserstoff-Tankstellen*. [En línea]
Available at: <http://www.bmvi.de//SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2012/125-ramsauer-wasserstofftankstellen.html>
[Último acceso: 23 03 2014].
- BMVI, s.f. *BMVI: EffizienzhausPlus Glossar*. [En línea]
Available at: http://www.bmvi.de/DE/EffizienzhausPlus/Glossar/effizienzhaus-plus-glossar_node.html
[Último acceso: 28 02 2014].
- BMVI, s.f. *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur; Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NIP)*. [En línea]
Available at: <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/UI/nationales-innovationsprogramm-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie-nip.html?nn=75440>
[Último acceso: 16 02 2014].
- BMWE, s.f. *Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Industrie und Umwelt-Elektromobilität*. [En línea]
Available at: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Industrie-und-Umwelt/elektromobilitaet,did=575166.html>
[Último acceso: 10 03 2014].
- BMWl, s.f. *BMWl: Stromversorgungssicherheit und Kraftwerke; Zahlen und Fakten*. [En línea]
Available at: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Stromversorgungssicherheit-und-Kraftwerke/zahlen-fakten.html>
[Último acceso: 23 3 2014].

- BMW, s.f. *IKT für Elektromobilität; Forschungsprogramm IKT für Elektromobilität II*. [En línea]
Available at: <http://www.ikt-em.de/de/1579.php>
[Último acceso: 25 3 2014].
- BMW, s.f. *BMW Nutzfahrzeuge i3*. [En línea]
Available at: <http://www.bmw.de/de/neufahrzeuge/bmw-i/i3/2013/antrieb.html>
[Último acceso: 16 02 2014].
- Bojanowski, A., 2012. *Spiegel Online: Treibhausgas- CO2-Messungen übersteigen Schwellenwert*. [En línea]
Available at: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/messungen-in-arktis-treibhausgas-co2-ueberschreitet-erstmal-400-ppm-a-836398.html>
[Último acceso: 09 03 2014].
- Bosch, s.f. *Bosch- Automotivetechnology; Systems for electric vehicles with range extender*. [En línea]
Available at: http://www.bosch-automotivetechnology.com/en/de/powertrain/powertrain_systems_for_passenger_cars_1/systems_for_electric_vehicles_with_range_extender/systems_for_electric_vehicles_with_range_extender_1.html
[Último acceso: 16 02 2014].
- Bugliarello, G., s.f. *National Academy of engineering*. [En línea]
Available at: <https://www.nae.edu/Publications/Bridge/UrbanizationEngineering/MegacitiesandtheDevelopingWorld.aspx>
[Último acceso: 10 03 2014].
- Bundesregierung, 2009. *Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung*. [En línea]
Available at: http://www.bmbf.de/pubRD/nationaler_entwicklungsplan_elektromobilitaet.pdf
[Último acceso: 16 02 2014].
- Bundesregierung, 2011. *Energie Fakten; Regierungsprogramm Elektromobilität*. [En línea]
Available at: <http://www.energie-fakten.de/pdf/2011-05-regierungsprogramm-elektromobilitaet.pdf>
[Último acceso: 09 02 14].
- Bundesregierung, 2011. *Erneuerbare Energien: Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG)*. [En línea]
Available at: http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf
[Último acceso: 10 03 2014].
- Büttner, R. & Stockburger, C., 2012. *Spiegel Online: Brennstoffzellenautos: Die Wasserstoff-Offensive des Peter Ramsauers*. [En línea]
Available at: <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/brennstoffzelle-der-bessere-kraftstoff-fuer-elektroautos-a-835997.html>
[Último acceso: 28 02 2014].
- CHAdEMO, s.f. *CHAdEMO's fast charging station in the world*. [En línea]
Available at: <http://www.chademo.com/wp/>
[Último acceso: 11 03 2014].
- Destatis, 2013. *Destatis-Statistisches Bundesamt: Pressemitteilung Nr. 283 vom 27.08.2013: 80,5 Millionen Einwohner am Jahresende 2012*. [En línea]
Available at: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2013/08/PD13_283_12411.html
[Último acceso: 2014 03 02].
- DeutscheBank, 2008. *ElectricDrive: Electric Cars- Plugged In*. [En línea]
Available at: <http://www.electricdrive.org/index.php?ht=a/GetDocumentAction/id/27929>
[Último acceso: 16 02 2014].

- Dinger, A. y otros, 2010. *Boston Consulting Group: Batteries for Electric Cars: Challenges, Opportunities, and the Outlook to 2020*. [En línea]
Available at: <http://www.bcg.com/documents/file36615.pdf>
[Último acceso: 10 03 2014].
- DPA, 2014. *T-Online: Elektroautos - So stark sinkt die Reichweite im Winter wirklich*. [En línea]
Available at: http://www.t-online.de/auto/neuheiten/id_67238228/elektroautos-reichweite-sinkt-im-winter-drastisch.html
[Último acceso: 23 3 2014].
- Dudenhöffer, F., 2013. *Uni Due; Automobilindustrie- IAA 2013; Die Zukunft des Autos ist ohne Strom nicht denkbar*. [En línea]
Available at: <https://www.uni-due.de/~hk0378/publikationen/2013/Bayern%20Kurier%20Kommentar-31%208%202013.pdf>
[Último acceso: 22 03 2014].
- Eckl-Dorna, W., 2014. *Manager Magazin: Elektroautos- Warum die deutschen Autobauer Teslas Batteriefabrik fürchten müssen*. [En línea]
Available at: <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/analyse-warum-deutschland-teslas-batteriefabrik-fuerchten-sollte-a-956031.html>
[Último acceso: 23 3 2014].
- Economist, 2011. *Economist- The oil business; Big Oil's bigger brothers*. [En línea]
Available at: <http://www.economist.com/node/21534794>
[Último acceso: 12 02 2014].
- eMobilServer, s.f. *eMobilServer Das Internetportal zur Elektromobilität: Bringt der neue Koalitionsvertrag 2013-17 von CDU/CSU und SPD mehr Rückenwind?*. [En línea]
Available at: <http://www.emobilserver.de/elektro-magazin/emobil-standpunkt/standpunkt/bringt-der-neue-koalitionsvertrag-2013-2017-von-cducsu-und-spd-fuer-elektromobilitaet-mehr-rueckenwind.html>
[Último acceso: 08 02 2014].
- Europea, C., 2013. *Europa.eu: Nota de prensa- La UE lanza una estrategia para los combustibles limpios*. [En línea]
Available at: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-40_es.htm
[Último acceso: 09 03 2014].
- EUROPEA, E. P. E. Y. E. C. D. L. U., 2009. *Decisión N°406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*, Bruselas: EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA.
- EUROPEA, E. P. E. Y. E. C. D. L. U., 2009. *REGLAMENTO (CE) N°443/2009*, Bruselas: EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA.
- EV.Info, s.f. *EV.Info: EV-Propulsion- EV EREV FCEV PHEV HEV*. [En línea]
Available at: <http://www.ev-info.com/ev-erev-fcev-phev-hev>
[Último acceso: 16 02 2014].
- Frontal-21, 2013. *ZDF: Verpasste Zukunft - Deutschland versagt bei Elektroautos; Tesla- Chef Musk im Interview*. [En línea]
Available at: <http://www.zdf.de/Frontal-21/Verpasste-Zukunft-30383880.html>
[Último acceso: 23 3 2014].
- FullCell & e-Mobility, s.f. *FullCell eMobility; Brennstoffzellensystem*. [En línea]
Available at: <http://www.fuel-cell-e-mobility.info/technologie/funktionsweise/brennstoffzellensystem/>
[Último acceso: 19 02 2014].

- Götze, U. & Rehme, M., 2011. *Technische Universität Chemnitz: Elektromobilität-Herausforderungen und Lösungsansätze aus wirtschaftlicher Sicht*. [En línea]
Available at: <https://www.tu-chemnitz.de/wirtschaft/bwl3/Publikationen/Elektromobilitaet.pdf>
[Último acceso: 22 03 2014].
- Haupt, H., 2013. *ZeitOnline: Elektromobilität- An einem Kabel ziehen*. [En línea]
Available at: <http://www.zeit.de/auto/2013-06/elektroauto-ladekabel-stecker-normierung/komplettansicht>
[Último acceso: 24 3 2014].
- Hengstenberg, M., 2009. *Spiegel Online: 60 Jahre US-Käfer Der erste Beetle*. [En línea]
Available at: <http://www.spiegel.de/einestages/60-jahre-us-kaefer-a-948123.html>
[Último acceso: 22 03 2014].
- Hofmann, P., 2010. *Hybridfahrzeuge - Ein alternatives Antriebskonzept für die Zukunft*. Wien: Springer Verlag.
- Hütter, A., 2013. *Statistisches Bundesamt: Verkehr auf einen Blick*. [En línea]
Available at:
https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/BroschuereVerkehrBlick0080006139004.pdf?__blob=publicationFile
[Último acceso: 09 03 2014].
- icct, 2013. *EUROPEAN VEHICLE MARKET STATISTICS- Pocketbook 2013*. [En línea]
Available at:
http://theicct.org/sites/default/files/publications/EU_vehiclemarket_pocketbook_2013_Web.pdf
[Último acceso: 11 03 2014].
- IDEA, 2012. *IDEA: Mapa Tecnológico Movilidad Eléctrica*. [En línea]
Available at:
http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Movilidad_Electrica_ACC_c603f868.pdf
[Último acceso: 16 02 2014].
- IEA, I. E. A., 2012. *IEA Statistics- CO2 Highlights*. [En línea]
Available at: <https://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>
[Último acceso: 08 02 2014].
- IEA, I. E. A., 2013. *IEA Publication, World Energy Outlook*. [En línea]
Available at:
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013_Executive_Summary_Spanish.pdf
[Último acceso: 08 02 2014].
- IHK, 2011. *IHK Aachen: Wirtschaftliche Nachrichten*. [En línea]
Available at:
http://www.aachen.ihk.de/linkableblob/acihk24/servicemarken/downloads/1600632/.5/.data/wn_11_2011-data.pdf
[Último acceso: 23 03 2014].
- IKT, 2014. *IKT: Bundesregierung bekräftigt Millionen-Ziel für E-Autos*. [En línea]
Available at: <http://www.ikt-em.de/de/2223.php>
[Último acceso: 26 3 2014].
- Infas, 2010. *Mobilität in Deutschland: Trends im Verkehrsmarkt*. [En línea]
Available at: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/VortragMiD_VDV_Marketingkongress2010.pdf
[Último acceso: 02 03 2014].

- Jonck, J. & Hodsmann, M., 2012. *Eurosolar, Erneuerbare Energien in den Bundesländern*. [En línea]
Available at: http://www.eurosolar.de/de/images/stories/pdf/SZA_1_2012/Jonck_SZA_1_EUROSOLAR.pdf
[Último acceso: 09 02 2014].
- Kaiser, O. S., Meyer, S. & Schippl, J., 2011. *Forum Elektromobilität; Elektromobilität ITA-Kurzstudie*. [En línea]
Available at: http://www.forum-elektromobilitaet.de/assets/mime/f9f55aa11aae9c20a29407051b27c13a/Elektromobilitaet_ITA-Kurzstudie.pdf
[Último acceso: 16 02 2014].
- KBA, 2013. *KBA- Bestand - Bestandsbarometer am 1. Januar 2013*. [En línea]
Available at: http://www.kba.de/cln_031/nn_125398/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/2013_b_bestandsbarometer_teil2_absolut.html
[Último acceso: 11 03 2014].
- KBA, 2013. *KBA; Fahrzeuge- Bestand*. [En línea]
Available at: http://www.kba.de/nn_125264/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand_node.html?_nn=true
[Último acceso: 02 03 2014].
- Keichel, M. & Schwedes, O., 2013. *Das Elektroauto-Mobilität im Umbruch*. 1. Edition ed. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Koalitionsvertrag zwischen CDU, C. u. S., 2013. *Homepage CDU; Dokumente*. [En línea]
Available at: <https://www.cdu.de/sites/default/files/media/dokumente/koalitionsvertrag.pdf>
[Último acceso: 07 02 2014].
- Kostka, B. H. & Dudenhöffer, P. D. F., 2013. *Uni Duisburg-Essen; 13. Internationales CAR Symposium - Premium zahlt sich aus*. [En línea]
Available at: <https://www.uni-due.de/~hk0378/publikationen/2013/PK-Pressetext-Sympo-22.1.2013.pdf>
[Último acceso: 05 03 2014].
- Kraftfahrt-Bundesamt, 2013. *KBA Fachartikel Co2 Monitoring und Energieeffizienz*. [En línea]
Available at: http://www.kba.de/cln_031/nn_124384/SharedDocs/Publikationen/FZ/Fachartikel/monitoring_20130513.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/monitoring_20130513.pdf
[Último acceso: 10 02 2014].
- Legler, H. y otros, 2009. *ZEW Gutachten Automobilität; Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie*. [En línea]
Available at: ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/AutomobEndBericht_final.pdf
[Último acceso: 08 02 2014].
- Lienkamp, M., 2012. *Elektromobilität- Hype oder Revolution?*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Lübbehüsen, H., 2013. *Zeit Online: Elektroauto - Tesla errichtet Gratis-Schnellladestationen*. [En línea]
Available at: <http://www.zeit.de/mobilitaet/2013-10/tesla-elektroauto-ladestationen>
[Último acceso: 23 03 2014].

- MacDougall, W., 2013. *German Trade& Invest: Electromobility in Germany: Vision 2020 and Beyond*. [En línea]
Available at: <http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/electromobility-in-germany-vision-2020-and-beyond-en.pdf>
[Último acceso: 05 03 2014].
- Möller, D. A. & Rothfuss, D.-W.-I. F., 2010. *acatech BEZIEHT POSITION - Nr. 6: Wie Deutschland zum Leitanbieter für Elektromobilität werden kann; Status Quo-Herausforderungen- Offene Fragen*. Berlin Heidelberg, Springer Verlag.
- Motor-Traffic, 2012. *Motor-traffic: Studie- Genug Strom für Millionen E-Moblie*. [En línea]
Available at: <http://motor-traffic.de/news.php?newsid=142557>
[Último acceso: 23 3 2014].
- Niedersachsen, L., s.f. *Energiespeicher und Systeme*. [En línea]
Available at: <http://www.energiespeicher-nds.de/mainmenu/infothek/foerdermittelprogramme/nationales-innovationsprogramm-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie-nip.html>
[Último acceso: 10 03 2014].
- OPEC, 2014. *Organization of the Petroleum Exporting Countries; OPEC Basket Price*. [En línea]
Available at: http://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/40.htm
[Último acceso: 10 02 2014].
- P.E., 2014. *The economist: Tesla's gigafactory- Driving ahead*. [En línea]
Available at: <http://www.economist.com/blogs/schumpeter/2014/03/teslas-gigafactory>
[Último acceso: 23 3 2014].
- Parlament, E., 2008. *Europarl- CO2 Emissionen von Neuwagen: 130 Gramm CO2 pro Kilometer im Jahr 2015*. [En línea]
Available at: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IMPRESS+20081208BRI43933+ITEM-002-DE+DOC+XML+V0//DE&language=DE>
[Último acceso: 09 02 2014].
- Preuß, S., 2010. *FAZ: Autosalon Genf- Daimler baut Elektroautos mit China-Konzern*. [En línea]
Available at: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/autosalon-genf-daimler-baut-elektroautos-mit-china-konzern-1952027.html>
[Último acceso: 25 3 2013].
- Reichert, C., Reimann, K. & Lohr, J., 2012. *Elektromobilität- Antworten auf die fünf entscheidenden Fragen*. En: H. Servatius, U. Schneidewind & D. Rohlfing, edits. *Smart Energy- Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, pp. 453-461.
- Reuters, 2011. *Handelsblatt: Daimler und Linde wollen Wasserstoff-Tankstellen bauen*. [En línea]
Available at: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/automobilindustrie-daimler-und-linde-wollen-wasserstoff-tankstellen-bauen/4245390.html>
[Último acceso: 23 03 2014].
- Reuters, 2014. *Handelsblatt: Dobrinth will Elektroautos per Gesetz fördern*. [En línea]
Available at: <http://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/bundesverkehrsminister-dobrinth-will-elektroautos-per-gesetz-foerdern/9384064.html>
[Último acceso: 23 03 2014].
- Rössel, C. D. I., 2011. *Solar Mobil Heidenheim; Akzeptanz kommt ganz von alleine*. [En línea]
Available at: http://www.solar-mobil-heidenheim.de/Seiten/e-autos/111108_roessel_elektro-und_hybridautos.html
[Último acceso: 16 02 2014].

- RWE, A., 2008. *RWE Magazin, Strom statt Sprit; Die Geschichte der Elektroautos*. [En línea]
Available at: <https://www.rwe.de/web/cms/de/45876/rwe-magazin/rwe-magazin-archiv/archiv-2008/ausgabe-3/mit-vollgas-in-die-zukunft/die-geschichte-der-elektroautos/>
[Último acceso: 16 02 2014].
- Schaefer, I., 2008. *bpb: Der Mensch als Klimaveränderer*. [En línea]
Available at: <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38470/der-mensch-als-klimaveraenderer>
[Último acceso: 09 03 2014].
- Schmidt, B., 2013. *FAZ; Fahrtbericht BMW i3- Für Herrn Fischer und Frau Dr.*. [En línea]
Available at: <http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/auto-verkehr/fahrtberichte/fahrtbericht-bmw-i3-fuer-herrn-fischer-und-frau-dr-12724886.html>
[Último acceso: 16 02 2014].
- Schönfelder, M. y otros, 2009. Elektromobilität. Eine Chance zur verbesserten Netzintegration Erneuerbarer Energien. *uwf Umwelt Wirtschafts Forum*, 18 11, pp. 373-380.
- Schwarzer, C. M., 2012. *ZEIT Online: Jetzt muss sich die Brennstoffzelle nur noch rechnen*. [En línea]
Available at: <http://www.zeit.de/auto/2012-10/brennstoffzelle-mercedes>
[Último acceso: 28 02 2014].
- Schwarzer, C. M., 2013. *ZEIT Online: Elektromobilität- Doppelte Ladehemmung*. [En línea]
Available at: <http://www.zeit.de/mobilitaet/2013-10/elektroauto-stecker-standard>
[Último acceso: 11 03 2014].
- Statisia, 2012. *Statisia: Bevölkerung in Deutschland*. [En línea]
Available at: <http://de.statista.com/statistik/faktenbuch/338/a/laender/deutschland/Bev%C3%B6lkerung%20in%20Deutschland/>
[Último acceso: 23 03 2014].
- Statista, 2013. *Das Statista Portal; Anteil erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2013*. [En línea]
Available at: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1807/umfrage/erneuerbare-energien-anteil-der-energiebereitstellung-seit-1991/>
[Último acceso: 09 02 2014].
- Suárez, D., 2010. *Fundación Ciudadanía y valores: Documento para el debate: Movilidad sostenible*. [En línea]
Available at: http://www.funciva.org/uploads/ficheros_documentos/1275036660_documento_para_el_debate.pdf
[Último acceso: 02 03 2014].
- Teichmann, D. G. A. y otros, 2012. *PWC: Elektromobilität- Normen bringen die Zukunft in Fahrt*. [En línea]
Available at: http://www.pwc.de/de_DE/de/offentliche-unternehmen/assets/studie_normung.pdf
[Último acceso: 09 03 2014].
- Tesla, 2014. *Tesla: Press Release - Tesla commits to further expansion in Europe*. [En línea]
Available at: <http://www.teslamotors.com/about/press/releases/tesla-commits-further-expansion-europe>
[Último acceso: 23 03 2014].
- Transport&Environment, 2009. *Transport&Environment: How to avoid an electric shock: Electric cars: from hype to reality*. [En línea]
Available at: <http://www.transportenvironment.org/publications/how-avoid-electric-shock-electriccars->
[Último acceso: 16 02 2014].

- VDA, 2011. *VDA: Elektromobilität- eine Alternative zum Öl*. [En línea]
 Available at: <http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDAQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.vda.de%2Fde%2Fdownloads%2F969%2F&ei=wr0wU9qBG8yS1AXOjoHACw&usq=AFQjCNH4KXR1Na-Onxqu-CgpWwGG6I7c8w&bvm=bv.63587204.d.d2k>
 [Último acceso: 24 03 2014].
- VDA, s.f. *Verband der Automobilindustrie; Jahreszahlen 2011 und 2012*. [En línea]
 Available at: <http://www.vda.de/de/zahlen/jahreszahlen/allgemeines/index.html>
 [Último acceso: 07 02 2014].
- Vidal, J., 2014. *theguardian: Nrway has fallen in love with electric cars- but the affair is coming to an end*. [En línea]
 Available at: <http://www.theguardian.com/environment/2014/jan/29/norway-electric-cars-sale>
 [Último acceso: 26 3 2014].
- Viehmann, S., 2011. *ZEIT; Das Risiko Akku-Lebensdauer*. [En línea]
 Available at: <http://www.zeit.de/auto/2012-01/elektroauto-batterie-kapazitaet>
 [Último acceso: 19 02 2014].
- Waldermann, A., 2008. *Spiegel Online- Rekordpreis bei 132 Dollar*. [En línea]
 Available at: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/rekordpreis-bei-132-dollar-experten-warnen-vor-dramatischem-oel-engpass-a-554587.html>
 [Último acceso: 11 02 2014].
- Wietschel, M. y otros, 2012. *Fraunhofer: Kaufpotenzial für Elektrofahrzeuge bei sogenannten "Early Adoptern"- Endbericht*. [En línea]
 Available at: http://isi.fraunhofer.de/isi-media/docs/e/de/publikationen/Schlussbericht_Early_Adopter.pdf
 [Último acceso: 11 03 2014].
- Winterhoff, M. y otros, s.f. *Arthur D. Little: Zukunft der Mobilität 2020: Die Automobilindustrie im Umbruch*. [En línea]
 Available at: http://www.adlittle.de/uploads/tx_extthoughtleadership/ADL_Zukunft_der_Mobilitaet_2020_Langfassung.pdf
 [Último acceso: 02 03 2014].

APÉNDICES

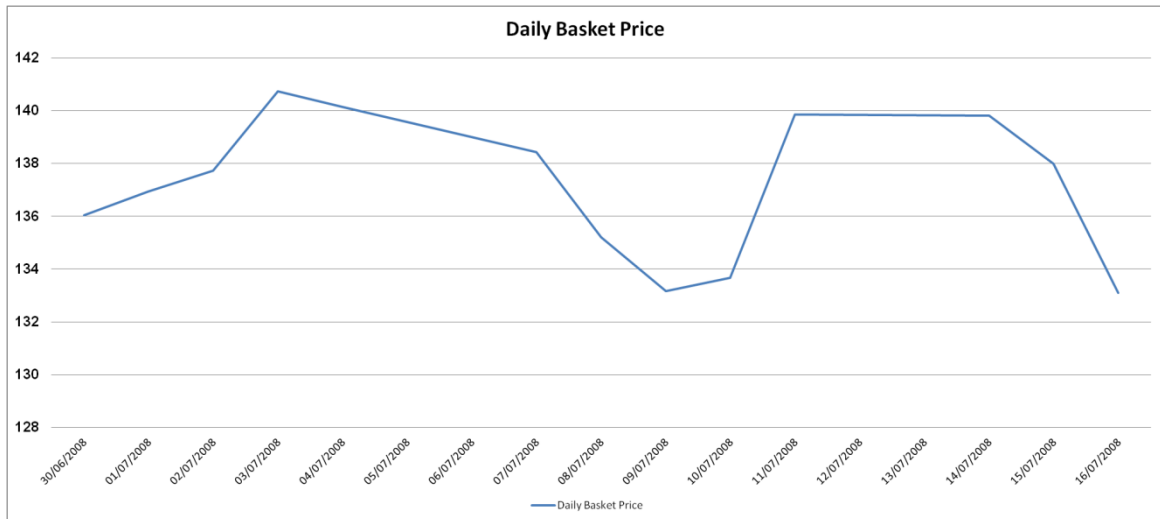


Gráfico ii: El desarrollo del precio de un barril de petróleo en Julio 2008 [adaptado de(OPEC, 2014)]