

Szenarien der Elektromobilität 2050

Chancen und Risiken
für die deutsche Automobilindustrie



Szenarien der Elektromobilität 2050

Karsten Wolter

Szenarien der Elektromobilität 2050

Chancen und Risiken für die deutsche Automobilindustrie



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

AVM - Akademische Verlagsgemeinschaft München 2013
© Thomas Martin Verlagsgesellschaft, München

Umschlagabbildung: © JiSIGN - Fotolia.com

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urhebergesetzes ohne schriftliche Zustimmung des Verlages ist unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Nachdruck, auch auszugsweise, Reproduktion, Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie Digitalisierung oder Einspeicherung und Verarbeitung auf Tonträgern und in elektronischen Systemen aller Art.

Alle Informationen in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet und geprüft. Weder Autoren noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

e-ISBN (ePDF) 978-3-96091-258-3
ISBN (Print) 978-3-86924-459-4

Verlagsverzeichnis schickt gern:
AVM - Akademische Verlagsgemeinschaft München
Schwanthalerstr. 81
D-80336 München

www.avm-verlag.de

„Prediction is hard, especially if it’s about the future“

(Niels Bohr 1922)

*Diese Arbeit ist den zwei wichtigsten Menschen in meinem Leben
gewidmet. Meiner Frau und bestem Freund Katja und meiner Tochter Lia.
Ich liebe euch!*

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	X
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Aufgabenstellung, Zielsetzung und Aufbau der Arbeit.....	2
1.3 Abgrenzung des Themas.....	3
1.4 Wissenschaftliche Arbeitsweise.....	4
2 Elektromobilität.....	5
2.1 Elektrofahrzeuge.....	5
2.1.1 Hybrid-Elektrofahrzeuge (HEV-Hybrid Electric Vehicle).....	5
2.1.2 Reiner Elektroantrieb (EV-Electric Vehicle).....	9
2.2 Energiespeicher.....	13
2.2.1 Wasserstoff.....	13
2.2.2 Akkumulatoren.....	15
2.3 Ladekonzepte und Infrastruktur.....	19
2.3.1 Ladestationen.....	19
2.3.2 Wechselstationen.....	21
2.3.3 Wasserstoffinfrastruktur.....	21
3 Analyse der deutschen Automobilindustrie - Fit für die Elektromobilität?.....	23
3.1 Definition der deutschen Automobilindustrie.....	23
3.2 Bedeutung der deutschen Automobilindustrie.....	24
3.3 Struktur und Wertschöpfungskette der deutschen Automobilindustrie.....	25

3.4	Ausrichtung der deutschen Automobilindustrie	28
3.5	Elektromobilitätsstrategie der deutschen Automobilindustrie	30
3.6	Stärken und Schwächen der deutschen OEMs.....	35
4	Szenarien 2050 - Entwicklung der Elektromobilität und der wettbewerbsentscheidenden Faktoren.....	36
4.1	Grundlagen der Szenariotechnik	37
4.1.1	Ablauf der Szenariotechnik nach dem Bottom-Up-Verfahren.....	38
4.1.2	Branchenstrukturanalyse - Porter's Five Forces.....	39
4.2	Auf dem Weg in die Elektromobilität? – Zwischenstopp 2025	41
4.2.1	Umfeldanalyse	41
4.2.2	Definition der Einflussbereiche und -faktoren der Elektromobilität.....	52
4.2.3	Analyse der Einflussfaktoren.....	53
4.2.4	Definition der Deskriptoren und Trendexploration	55
4.2.5	Entwicklung der Best- und Worst-Case Szenarien und Ableiten der Chancen und Risiken	56
4.2.6	Elektromobilität 2025 bis 2050	65
4.3	Ein Blick in die Zukunft - Mobilität 2050	67
4.3.1	Megatrends	68
4.3.2	Mobilität 2050	74
4.4	Die Automobilbranche 2050 – Branchenstrukturanalyse	89
4.4.1	Umfeldanalyse.....	89
4.4.2	Definition der Einflussbereiche und –faktoren der Elektromobilität.....	109
4.4.3	Analyse der Einflussfaktoren.....	109
4.4.4	Definition der Deskriptoren und Trendexploration	112

4.4.5	Entwicklung der Best- und Worst-Case Szenarien und Ableiten der Chancen und Risiken	112
4.4.6	Grafische Darstellung der Szenarien III und IV	131
5	Fazit und Zusammenfassung	133
Anhang 1	Elektromobilitäts-Strategie der deutschen OEMs	136
	Volkswagen AG	136
	BMW AG	149
	Daimler AG	154
Anhang 2	Mindmap Szenarioanalyse.....	161
Anhang 3	Wasserstoffspeicher	162
Anhang 4	Akkumulatoren und Kondensatoren	166
	Quellenverzeichnis	174

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Schematischer Aufbau der Arbeit	3
Abbildung 2 Unterteilung der Elektrofahrzeuge	5
Abbildung 3 BMW X6 Hybrid	6
Abbildung 4 Einteilung der Hybridantriebe	7
Abbildung 5 Zusammenfassung der Vor- und Nachteile von BEVs	11
Abbildung 6 Aufbaueines FCEV	12
Abbildung 7 Zusammenfassung der Vor- und Nachteile FCEV	13
Abbildung 8 Herausforderungen Akkumulator	16
Abbildung 9 Analyse aktueller und zukünftiger Akkumulatoren	18
Abbildung 10 Ladestation Berlin Prenzlauer Allee	20
Abbildung 11 Zuliefererpyramid der Automobilindustrie	25
Abbildung 12 Fertigungstiefe der deutschen Automobilindustrie	26
Abbildung 13 Wertschöpfungskette und Marktstruktur der deutschen Automobilindustrie	27
Abbildung 14 Export Regionen und Länder	30
Abbildung 15 TopTen der Elektroautohersteller 2010	31
Abbildung 16 Fächerstrategie der deutschen Automobilindustrie	32
Abbildung 17 Zusammenfassung Elektromobilitätsstrategie der deutschen OEMs	34
Abbildung 18 Relevante Stärken und Schwächen der Deutschen OEMs	35
Abbildung 19 Szenarien Mindmap	37
Abbildung 20 Szenario-Trichter	38
Abbildung 21 Phasen der Szenarioanalyse in dieser Arbeit	39
Abbildung 22 Porter's Five Forces	40

Abbildung 23 Vorgehensweise der kombinierten Szenario- und Branchenstrukturanalyse	41
Abbildung 25 Anstieg des Weltweiten Primärenergiebedarfs	43
Abbildung 27 Spannungsfeld Erdöl.....	46
Abbildung 28 Anthropogener CO ₂ -Ausstoß Deutschlands.....	48
Abbildung 30 Staatliche Fördergelder bis 2015	49
Abbildung 31 Staatliche Zuschüsse zum Kauf eines Elektroautos 2010.....	49
Abbildung 33 Einstellung der Verbraucher gegenüber Elektroautos	51
Abbildung 34 Einflussbereiche und –faktoren - Szenario „Auf dem Weg in die Elektromobilität 2025?“	52
Abbildung 35 Einflussmatrix - Szenario „Auf dem Weg in die Elektromobilität 2025“ .	53
Abbildung 36 System Grid - Szenario „Auf dem Weg in die Elektromobilität 2025“ ...	54
Abbildung 37 Deskriptoren - Szenario „Auf dem Weg in die Elektromobilität 2025?“, ..	56
Abbildung 38 Chancen und Risiken - Szenario I - Pro Elektromobilität	60
Abbildung 39 Chancen und Risiken - Szenario II - Contra Elektromobilität	64
Abbildung 40 Marktanteil Elektrofahrzeuge 2020 in Prozent.....	65
Abbildung 41 Antriebsportfolio der Zukunft	66
Abbildung 42 Bevölkerungswachstum und Urbanisierung	69
Abbildung 43 Mittleres Alter der Bevölkerung 2005 und 2050	70
Abbildung 44 Modal Split 2012 und 2030	75
Abbildung 45 Idealtypische Geschäftsmodelle	78
Abbildung 46 Batteriewechselstation des Unternehmens Better Place	82
Abbildung 47 Audi urban concept	86
Abbildung 48 Radnabenmotor mit Drive-by-Wire Technologie	88

Abbildung 49 Heutiger und zukünftiger Automobilmarkt	90
Abbildung 50 Die wichtigsten Wettbewerber der deutschen OEMs	91
Abbildung 51 Konzentrationsprozess in der Automobilbranche	94
Abbildung 52 Verflechtungen der Automobilhersteller	95
Abbildung 53 Verlagerung der Märkte	97
Abbildung 54 EBIT-Margen der Hersteller 2011 und Januar-März 2012.....	98
Abbildung 55 Zusammenfassung Rivalität der etablierten Wettbewerber heute	99
Abbildung 56 Neue Anbieter von Elektroautos.....	102
Abbildung 57 Zusammenfassung der Bedrohung durch neue Wettbewerber heute ..	104
Abbildung 58 Zusammenfassung Marktmacht der Zulieferer heute	106
Abbildung 59 Zusammenfassung der Marktmacht der Kunden heute	107
Abbildung 60 Zusammenfassung Bedrohung durch Substitutionsprodukte heute.....	108
Abbildung 61 Einflussbereiche und –faktoren - Szenario „Automobilbranche 2050“ .	109
Abbildung 62 Einflussmatrix - Szenario „Automobilbranche 2050“	110
Abbildung 63 System Grid - Szenario „Automobilbranche 2050“	111
Abbildung 64 Deskriptoren - Szenario „Automobilbranche 2050“	112
Abbildung 65 Chancen und Risiken Szenario III - Business as usual.....	121
Abbildung 66 Zusammenfassung Chancen und Risiken Szenario IV - Neue Realität ...	130
Abbildung 67 Zusammenfassung der Szenarien -Automobilbranche 2050	132
Abbildung 68 Pkw Marken der Volkswagen AG	136
Abbildung 69 VW e-up	139
Abbildung 70 Golf-e-motion.....	140
Abbildung 71 Audi e-tron Studien	143
Abbildung 72 Audi R8 e-tron	144

Abbildung 73 Porsche Panamera S Hybrid.....	145
Abbildung 74 Porsche 918 Spyder Plug-In-Hybrid.....	145
Abbildung 75 SEAT Leon Twindrive und SEAT Altea XL Electric Ecomotive	147
Abbildung 76 SKODA E-Citigo links und ŠKODA Octavia Green E Line rechts.....	148
Abbildung 77 Pkw Marken der BMW AG	149
Abbildung 78 BMW i3	153
Abbildung 79 BMW i8	153
Abbildung 80 Pkw-Marken der Daimler AG	154
Abbildung 81 "Road to Emission-free Mobility" der Daimler AG.....	154
Abbildung 82 Mercedes A-Klasse E-CELL	158
Abbildung 83 Mercedes B-Klasse F-CELL	158
Abbildung 84 Mercedes-Benz SLS AMG E-CELL.....	159
Abbildung 85 smart fortow ed als Carsharing-Fahrzeug des Unternehmens car2go ..	160
Abbildung 86 Szenario Mindmap Gesamt.....	161

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
Akku	Akkumulator
BMP	Basic Mobility Provider
BEV	Battery Electric Vehicle – Batterieelektrisches Fahrzeug
BCG	Boston Consulting Group
BZ	Brennstoffzelle
DB	Deutsche Bahn
\$	Dollar
€	Euro
F&E	Forschung und Entwicklung
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle - Brennstoffzellen-Fahrzeuge
GM	General Motors
°C	Grad Celsius
HEV	Hybrid Electric Vehicle - Hybridfahrzeug
ICEV	Internal Combustion Engine Vehicle - konventionelles Fahrzeug mit Verbrennungsmotor
kW	Kilo Watt
km	Kilometer
Km/h	Kilometer pro Stunde
kWh	Kilowattstunde
LOHAS	Lifestyle of Health and Sustainability
l	Liter
min	Minute
MSP	Mobility Service Provider
OEM	Original Equipment Manufacturer - Automobilhersteller
OES	Original Equipment Supplier - Automobilzulieferer
PHEV	Plug-In-Hybrid Vehicle - Plug-In-Hybrid
PFM	Product Focussed Manufacturer
RoW	Rest of World
SFM	Service Focused Manufacturer
V2G	Vehicle to Grid - Ein an das Stromnetz angeschlossenes Elektroauto dessen Energie in das Netz gespeist werden kann
VDA	Verband der Automobilindustrie
VW	Volkswagen
W	Watt
Wh	Wattstunde
z.Z.	Zur Zeit

1 Einleitung

Die Welt ist im Wandel. Das 21. Jahrhundert ist geprägt von globalen Herausforderungen. Die Endlichkeit fossiler Energieträger wie Erdöl ist im Bewusstsein der Menschen und die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits zu spüren. Weltweit wird versucht Lösungen für diese globalen Probleme zu finden. Der Mobilität kommt in diesem Zusammenhang eine besonders große Bedeutung zu, da sie zum einen Motor unseres Wohlstandes, zum anderen aber für einen großen Teil der Schadstoffemissionen verantwortlich ist und enorme Mengen an Erdöl verschlingt. Elektromobilität scheint die Lösung dieser Problemstellung zu sein. Die Vision ist, dass Elektroautos in Zukunft ihre Energie aus regenerativen Energien beziehen und somit keine direkten Emissionen entstehen. In diesem Konzept wäre man auch vom Erdöl weitestgehend unabhängig. Hybridfahrzeuge sind bereits im Einsatz und gelten als Brückentechnologie zur Elektromobilität. Die meisten Automobilhersteller arbeiten an Konzepten und planen die Einführung von Elektrofahrzeugen. Dennoch liegt die Zukunft weitestgehend im Dunklen. Die Elektromobilität hat das Potenzial die Mobilität zu revolutionieren. Neue Geschäftsfelder könnten entstehen, ganze Industrien sich wandeln, neue Unternehmen in die Märkte drängen und große heute erfolgreiche Unternehmen möglicherweise verschwinden. Die deutsche Automobilindustrie gilt traditionell als eine der innovativsten und genießt weltweit ein hohes Ansehen. In Bezug auf Elektromobilität sind aber asiatische, französische und amerikanische Unternehmen den deutschen in der Entwicklung voraus.

1.1 Motivation

Die deutsche Automobilindustrie ist Job- und Wirtschaftsmotor, nicht nur innerhalb Deutschlands. Die Gefahr von ausländischen Herstellern abgehängt zu werden und eine 125 jährige Erfolgsgeschichte zu gefährden ist gegenwärtig. Einer Schockstarre gleich nahmen deutsche Busbauer wie MAN und Daimler die Nachricht von dem ersten in Deutschland im Linienverkehr eingesetzten Elektrobuss aus chinesischer Produktion auf. Noch ist es nur Testbetrieb, doch die Verkehrsgesellschaft ist begeistert. Die Leistung,

Reichweite und vor allem der Preis stimmen.¹ Dies ist nur ein Beispiel von vielen, in denen ausländische Hersteller den deutschen in Punkto Elektromobilität überlegen sind. Diese Arbeit entstand aus der Neugier heraus, wie sich die Elektromobilität und die Mobilität im Allgemeinen in Zukunft entwickeln können und welche Chancen und Risiken diese Entwicklung für die deutsche Automobilindustrie bereithält.

1.2 Aufgabenstellung, Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Ziel dieser Masterarbeit ist es, mögliche Chancen und Risiken für die deutsche Automobilindustrie zu identifizieren, welche in der Zukunft aus der Elektromobilität und der Veränderung der Mobilität im Allgemeinen resultieren. Im zweiten Kapitel wird zunächst die gegenwärtige Situation analysiert und dabei der aktuelle technische Stand dargestellt. Im 3. Kapitel wird die deutsche Automobilindustrie bezüglich ihrer Struktur, Wertschöpfungskette, Ausrichtung und Elektromobilitätsstrategie untersucht. Es wird die Frage beantwortet, in wie weit die deutsche Automobilindustrie auf die Elektromobilität vorbereitet ist. Hierbei werden die Schwächen und Stärken der deutschen Automobilindustrie im Hinblick auf die Elektromobilität herausgearbeitet. Im vierten Kapitel werden mittels der Szenariotechnik Szenarien der Elektromobilität für das Jahr 2025 und 2050 entwickelt. Ein Zwischenstopp im Jahr 2025 ist wichtig, da die Elektromobilität besonders durch die Entwicklung der nächsten zehn bis 15 Jahre geprägt werden wird. Hierzu werden die heute maßgeblichen Treiber der Elektromobilität identifiziert und ihre mögliche Entwicklung bis 2025 analysiert, um die resultierenden Chancen und Risiken abzuleiten. Im nächsten Schritt wird unter Berücksichtigung von globalen Megatrends ein Zukunftsbild der Mobilität im Jahre 2050 gezeichnet. Anhand dieses Bildes werden zum Abschluss Szenarien für das Branchenumfeld 2050 entwickelt und auch hier die Chancen und Risiken abgeleitet. Folgende Abbildung zeigt den schematischen Aufbau dieser Arbeit. Die komplette Ansicht dieser Mindmap befindet sich im Anhang.

¹Vgl. SPIEGEL Online 2012

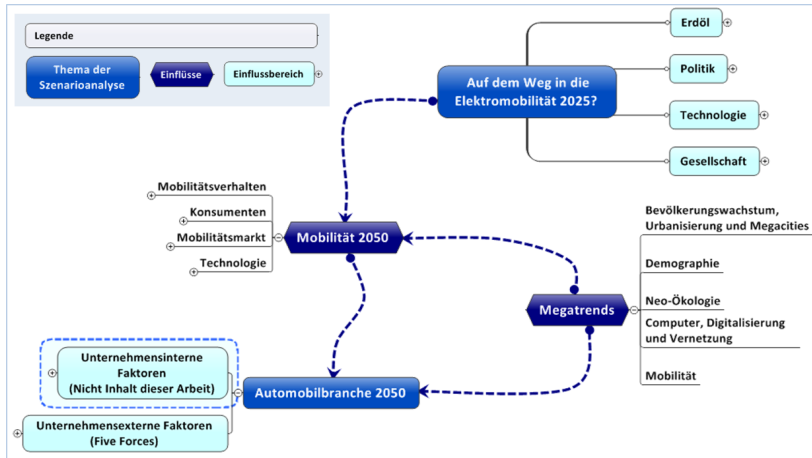


Abbildung 1 Schematischer Aufbau der Arbeit

Die wichtigsten Fragen, die diese Masterarbeit beantwortet, sind:

1. Wie ist der aktuelle technische Stand der Elektromobilität, welche Technologien gibt es heute und welche Herausforderungen bestehen?
2. Welche Faktoren sind für die Entwicklung der Elektromobilität entscheidend und wie könnten sich diese bis 2025 entwickeln. Welche Chancen und Risiken gibt es für die deutschen Automobilhersteller?
3. Wie kann sich die Elektromobilität und die Mobilität im Allgemeinen bis 2050 entwickeln, welche Technologien wird es geben und wie könnten die Geschäftsmodelle der Automobilhersteller in Zukunft aussehen?
4. Wie kann sich die Automobilbranche bis 2050 verändern und welche Chancen und Risiken bieten sich für die deutschen Automobilhersteller?

1.3 Abgrenzung des Themas

Unter dem Begriff Elektrofahrzeug werden eine ganze Reihe von Konzepten zusammengefasst. Allen gemein ist, dass der Antrieb dieser Fahrzeuge mittels eines elektrischen Motors realisiert wird. Neben Automobilen werden Züge, Busse (Oberleitungsbusse), Roller und auch Fahrräder heute elektrisch betrieben. Diese sind nur am Rande Thema dieser Arbeit. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf dem Pkw.

Die Elektromobilität wird kontrovers diskutiert. Es gibt Befürworter als auch Gegner. Ziel dieser Arbeit ist es nicht die Sinnhaftigkeit der Elektromobilität nachzuweisen, sondern die Chancen und Risiken in möglichen Szenarien für die deutsche Automobilindustrie aufzuzeigen.

Im Rahmen dieser Arbeit werden Szenarien für das Branchenumfeld 2050 erstellt. Das Branchenumfeld ist nicht alleine entscheidend für den Erfolg eines Unternehmens, sondern unternehmensinterne Faktoren wie z.B. Marken- und Marketingstrategie, Qualifizierung der Mitarbeiter etc. sind ebenfalls wichtig. Diese unternehmensinternen Faktoren werden im Rahmen dieser Arbeit nur am Rande betrachtet.

1.4 Wissenschaftliche Arbeitsweise

Im Rahmen dieser Arbeit soll weitestgehend darauf verzichtet werden elektrotechnische, physikalische oder chemische Grundlagen zu vermitteln, da diese zum Verständnis dieser Arbeit nicht beitragen. Insofern Grundlagenwissen zum Verständnis notwendig ist, wird dies im Kontext vermittelt.

Die Entwicklung der Szenarien basiert auf der Szenariotechnik, welche unmittelbar vor ihrer Anwendung in Kapitel 4 behandelt wird. Die Darstellung der heutigen Technologie, der deutschen Automobilbranche und die Entwicklung der Szenarien basieren auf einer umfangreichen Recherche und Studium von aktueller Fachliteratur, Studien und Fachzeitschriften. Die Aktualität des Themas macht es außerdem notwendig Tagespresse und eine große Zahl von Internetquellen heranzuziehen.

Für die Vorbereitung der Szenarien war es notwendig aktuelle Forschungsergebnisse in Bezug auf Akkumulatoren und Wasserstoffspeicher detailliert zu untersuchen, um Abschätzungen über das Zukunftspotenzial der Technologien zu machen. Für das Verständnis der Szenarien ist dieser Detaillierungsgrad aber nicht notwendig und soll deshalb in der Arbeit nicht dargestellt werden. Dennoch befinden sich für den Interessierten Leser detaillierte Informationen zu neusten Forschung und Entwicklung der Akkumulatoren und Wasserstoffspeicher im Anhang. Auch eine detaillierte Darstellung der Elektromobilitätsstrategie der deutschen Automobilhersteller ist hier zu finden.

2 Elektromobilität

Um zu verstehen, wie sich die Elektromobilität in Zukunft entwickeln kann, werden im folgenden Kapitel die technischen Grundlagen vermittelt.

2.1 Elektrofahrzeuge

Im Rahmen dieser Arbeit werden Elektrofahrzeuge als Fahrzeuge definiert, die ganz oder teilweise mit elektrischer Energie angetrieben werden und in die Klasse der Pkws eingeordnet werden können. Folgende Unterteilung soll vorgenommen werden.

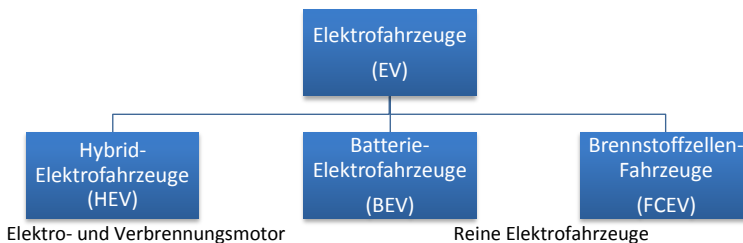


Abbildung 2 Unterteilung der Elektrofahrzeuge

2.1.1 Hybrid-Elektrofahrzeuge (HEV-Hybrid Electric Vehicle)

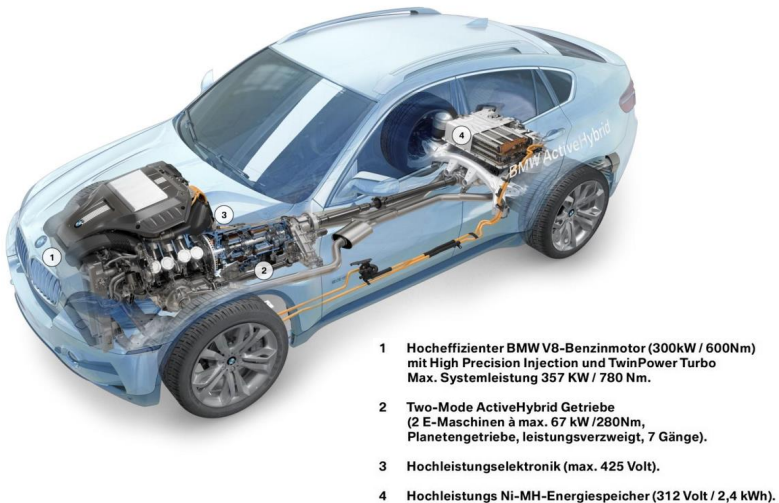
Das Wort Hybrid stammt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie gemischt oder von zweierlei Herkunft.² Zwei verschiedene Energiewandler treiben das Hybrid-Elektrofahrzeug (HEV) an. Als Energiewandler kommen ein Verbrennungs- und mindestens ein Elektromotor zum Einsatz. Als Energiespeicher stehen der Akkumulator³, kurz Akku und der Kraftstofftank zur Verfügung.⁴ Der HEVs haben mehrere Vorteile gegenüber konventionellen Fahrzeugen. Mit Hybridantrieben lassen sich Kraftstoffersparnisse realisieren und Schadstoffemissionen verringern. Die Fahrleistung kann verbessert werden, da der Elektromotor von Beginn an sein volles Drehmoment abgibt, während der Verbrennungsmotor erst im höheren Drehzahlbereich sein volles Drehmoment entwickelt. Die Nachteile des einen Energiewandlers können durch die

² Vgl. Wallentowitz et al. 2010, S. 58

³ Genaugenommen ist ein Akkumulator sowohl Energiespeicher als auch Energiewandler, da Akkumulatoren die in ihnen gespeicherte chemische Energie in elektrische wandelt.

⁴ Vgl. Wallentowitz et al. 2010, S. 58

Vorteile des anderen ausgeglichen werden.⁵ Allerdings wird der Antriebsstrang durch zwei Antriebe komplexer und im Vergleich zum konventionellen Antrieb auch teurer.



- 1 Hocheffizienter BMW V8-Benzinmotor (300kW / 600Nm) mit High Precision Injection und TwinPower Turbo. Max. Systemleistung 357 kW / 780 Nm.
- 2 Two-Mode ActiveHybrid Getriebe (2 E-Maschinen à max. 67 kW / 280Nm, Planetengetriebe, leistungsverzweigt, 7 Gänge).
- 3 Hochleistungselektronik (max. 425 Volt).
- 4 Hochleistungs Ni-MH-Energiespeicher (312 Volt / 2,4 kWh).

Abbildung 3 BMW X6 Hybrid
Quelle: (bmw-x6-hybrid 2009)

Der Hybridantrieb wird als Einstiegs- und Brückentechnologie zur Elektromobilität betrachtet,⁶ da er Nachteile der heutigen Batterie-Elektrofahrzeuge (BEV), die ausschließlich von einem Akkumulator und Elektromotor angetrieben werden, aufhebt. Die Reichweite von BEVs liegt z.Z. bei durchschnittlich 150 km.⁷ Hybridfahrzeuge erreichen wie konventionelle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor Reichweiten von durchschnittlich 500 km. Der beim Hybridantrieb benötigte Akkumulator ist zudem wesentlich kleiner, als der eines BEVs⁸ und es entstehen deshalb geringere Kosten. Hybridantriebe können grundsätzlich nach ihrer Leistung und Antriebskonfiguration unterschieden werden (vgl. Abbildung 4).

⁵ Vgl. Wallentowitz et al. 2010, S. 58–59

⁶ Vgl. Wallentowitz et al. 2010, S. 60

⁷ Vgl. Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH

⁸ Vgl. Wallentowitz et al. 2010, S. 59