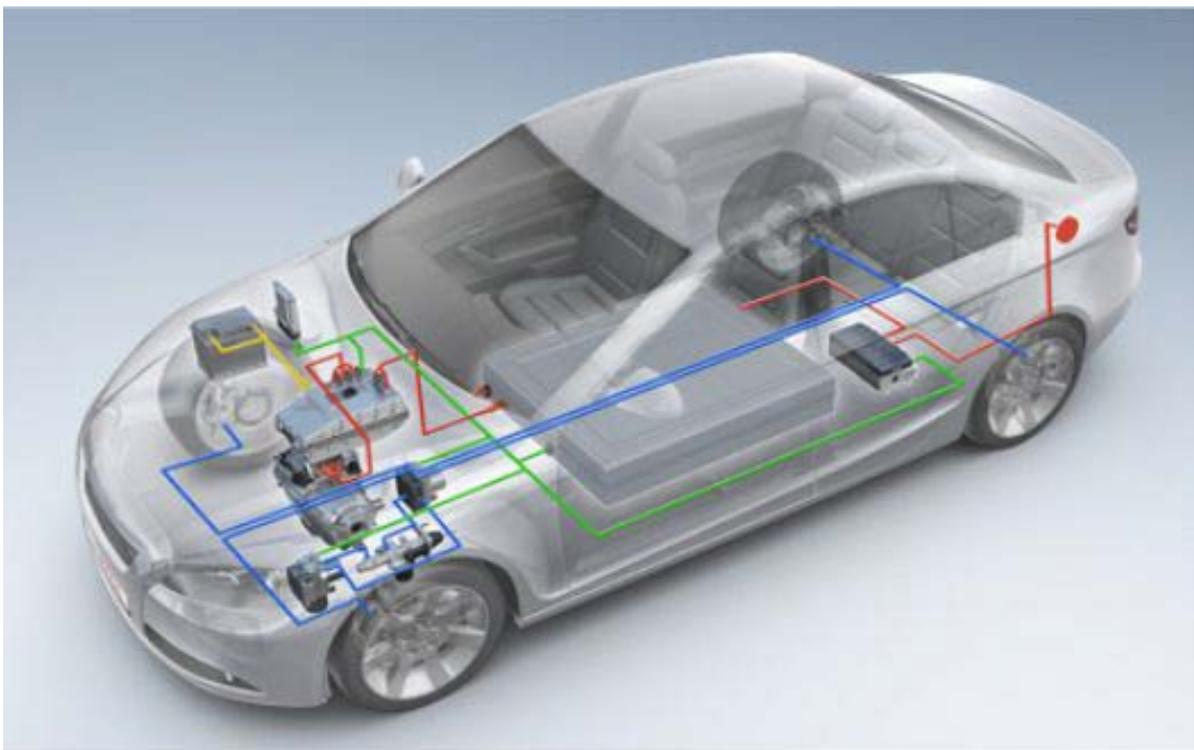


Einführung in Hybrid- und Elektrofahrzeuge

Prof. Dr.-Ing. Hans-E. Schurk
Hochschule Augsburg
Postfach 11 06 05
86031 Augsburg

Tel. 0821 5586 3213
Fax. 0821 5586 3253
hans.e.schurk@hs-augsburg.de



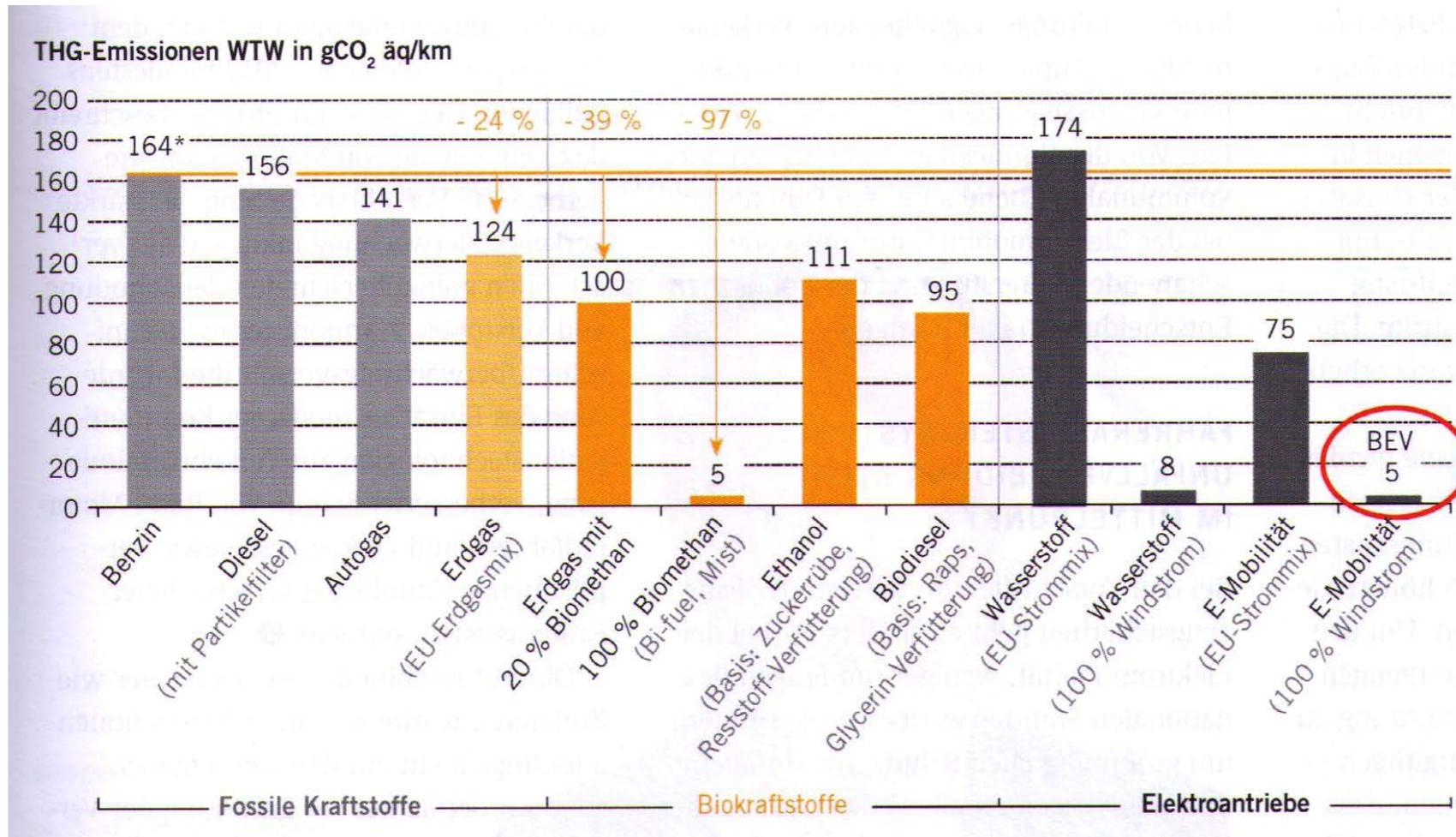
1. EINLEITUNG

Hybridantrieb: Antriebskombination von Elektromotor und Verbrennungsmotor zur Kompensation der systembedingten Schwächen eines Verbrennungsmotors (Schadstoffemissionen, Kraftstoffverbrauch, Drehmomentenabfall bei niederen Drehzahlen)

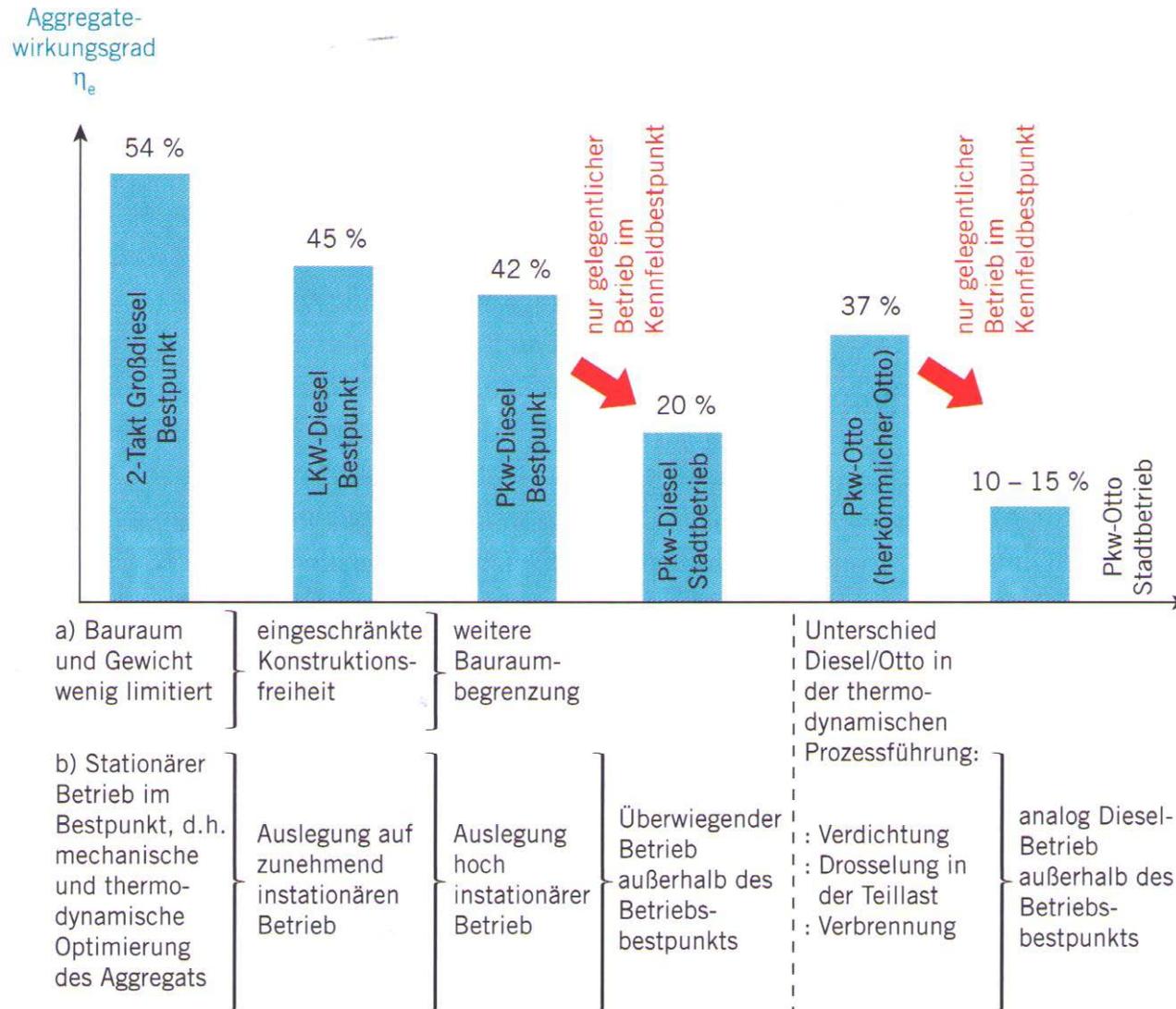
IEC/TC69: Ein Hybridantrieb verfügt über mindestens zwei verschiedene Energiewandler und zwei verschiedene Energiespeicher



2. MOTIVATION FÜR DEN HYBRIDANTRIEB



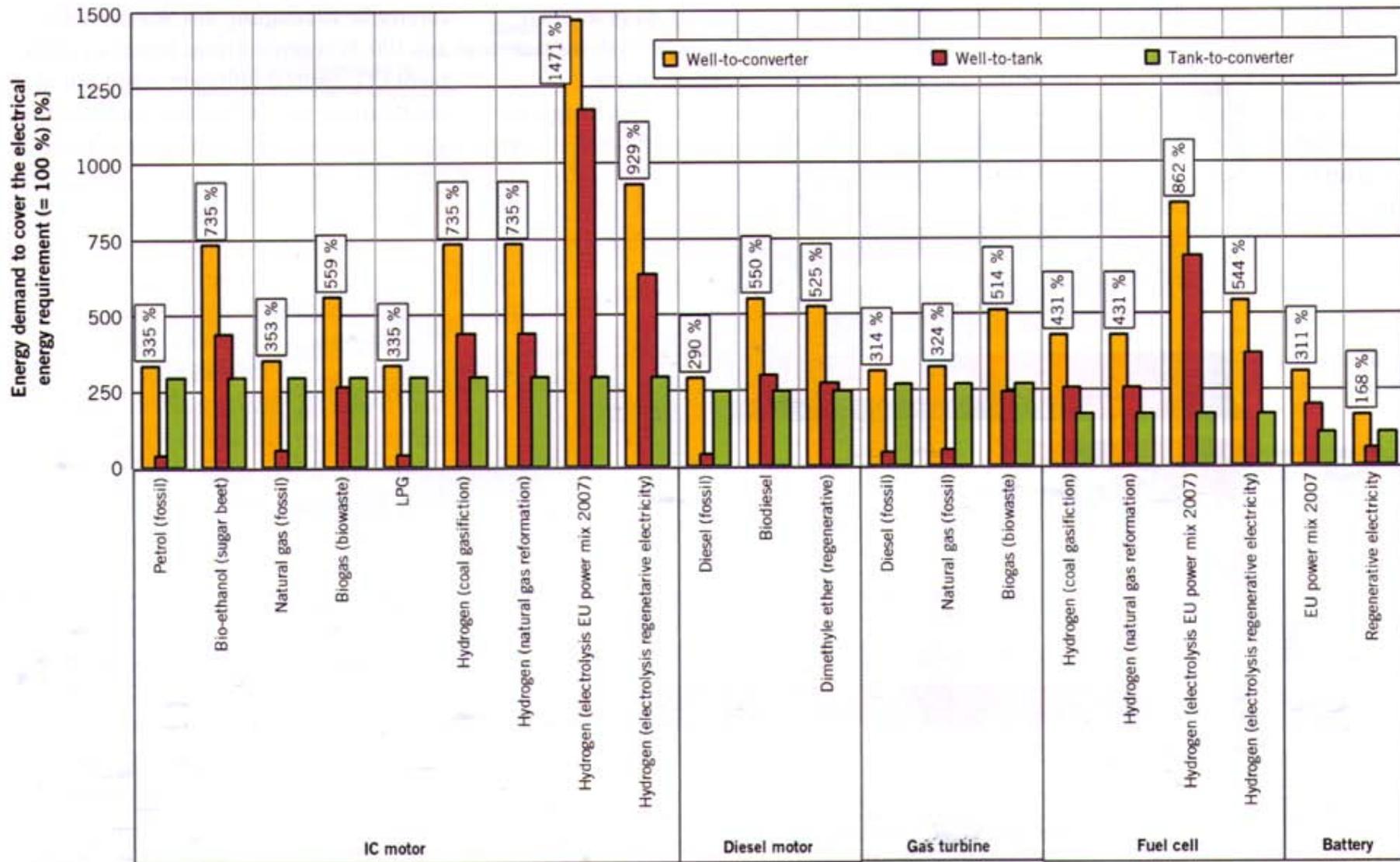
THG: Treibhausgas
WTW: Well to Wheel



Quelle: atz-Sonderheft VDI-FWT, 2012

 Potential für Hybridfahrzeuge:

Verbesserung der Energieeffizienz und der CO₂- Emissionen für ein Kraftfahrzeug, die mit Verbrennungsmotoren bzw. mit Elektromotoren allein nur mit hohem Aufwand realisiert werden könnten.



⑥ WTC-Energiebilanzen zur Deckung von 100 % elektrischen Energiebedarfs unter der Annahme der besten Wirkungsgrade der jeweiligen Energiewandler
 WTC energy balances to cover 100 % of electrical energy requirements under the assumption of the best efficiency levels of the respective energy converters

Klimastrafen verteuern Autos

Hersteller sollen bei Überschreitung der CO₂-Werte Milliarden zahlen

Pia Krix/Guido Reinking
Automobilwoche, 28.7.2008

München. Den europäischen Autoherstellern drohen Strafzahlungen in Milliarden-Euro-Höhe. Das ergaben Berechnungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung (RWI). Demnach müssen die Hersteller 2012 rund acht Milliarden Euro zahlen, weil sie über den von der EU-Kommission festgelegten CO₂-Grenzwerten liegen. Volkswagen muss mit einem Betrag von 1,73 Milliarden Euro rechnen, BMW mit 660 Millionen Euro.

Die Hersteller sind alarmiert: „2012 ist schon bald, das heißt, wir müssen die Grenzwerte mit unserer aktuellen Modellpalette erreichen“, sagt Carl-Peter Forster, Chef von General Motors Europe. Zurzeit liege der Durchschnitt der GM-Flotte bei „etwas unter 160 Gramm CO₂“.

Den RWI-Berechnungen liegt der EU-Vorschlag von Dezember 2007 zugrunde, nach dem die Hersteller bestimmte „Überschreitungsabgaben“ zahlen sollen, wenn ihre Autos über den CO₂-Emissionen einer von der EU berechneten Grenzwertkurve liegen. Ziel ist es, den durchschnittlichen CO₂-Ausstoß von Pkw auf 130 Gramm pro Kilometer zu senken.

Für 2012 hat die EU eine Strafe von 20 Euro pro Gramm CO₂/km vorgeschlagen, die stufenweise auf bis zu 95 Euro (2015) steigen soll. Laut RWI würde – bei gleich-

BMW im Jahr 2012 im Schnitt knapp 900 Euro teurer, ein Porsche rund 2800 Euro (siehe Tabelle). Französische Hersteller hätten nur Zusatzkosten zwischen 300 und 400 Euro pro Auto.

Laut Manuel Frondel, Koautor der aktuellen CO₂-Studie des RWI, werden die deutschen Hersteller von der EU erheblich benachteiligt: „Die Grenzwertkurve spiegelt nicht den tatsächlichen technologischen Stand wider. Die Kennwerte von Porsche und Subaru wurden nicht berücksichtigt.“ Die fehlerhafte Darstellung des technischen Stands führe letztlich dazu, dass Hersteller von großen Fahrzeugen „überproportional mehr zahlen müssen“.

Die Autohersteller setzen ihre Hoffnungen auf den Klimakompromiss zwischen Deutschland und Frankreich, wonach die EU-Grenzwerte erst ab 2015 verbindlich werden sollen. Allerdings steigen die Strafzahlungen bis dahin erheblich an: Laut RWI müsste Europas Autobranche 2015 insgesamt 38,18 Milliarden Euro zahlen, falls keine technischen Verbesserungen vorgenommen würden. Davon entfielen 8,21 Milliarden Euro auf VW, 4,34 Milliarden Euro auf Ford.

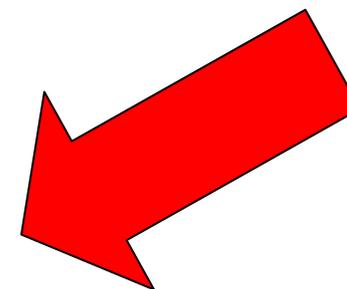
„Wir können die Vorgaben der EU erfüllen – aber das wird nicht billig“, meint Stephen Odell, COO von Ford of Europe. „Einen Teil der Kosten müssen wir an den Verbraucher weiterreichen.“

Hohe Kosten für die europäischen Autobauer

	Strafzahlung pro Gramm CO ₂ /km über den EU-Grenzwerten			
	2012	2013	2014	2015
	20€	35€	60€	95€
Hersteller	Strafzahlung pro Fahrzeug (Durchschnitt)			
PSA Peugeot/Citroën	320,43 €	560,76 €	961,30 €	1522,05 €
Renault	390,27 €	682,97 €	1170,81 €	1853,78 €
Fiat	441,78 €	773,11 €	1325,33 €	2098,45 €
Toyota	508,55 €	889,96 €	1525,65 €	2415,61 €
GM	569,25 €	996,18 €	1707,74 €	2703,93 €
Ford	612,58 €	1072,02 €	1837,74 €	2909,76 €
Volkswagen	629,62 €	1101,84 €	1888,87 €	2990,70 €
Hyundai	645,16 €	1129,03 €	1935,48 €	3064,51 €
Nissan	759,52 €	1329,16 €	2278,55 €	3607,71 €
BMW	890,10 €	1557,68 €	2670,31 €	4227,99 €
Daimler*	912,74 €	1597,29 €	2738,21 €	4335,51 €
Porsche	2759,40 €	4828,95 €	8278,21 €	13.107,16 €

Quelle: RWI Essen

*inkl. Chrysler



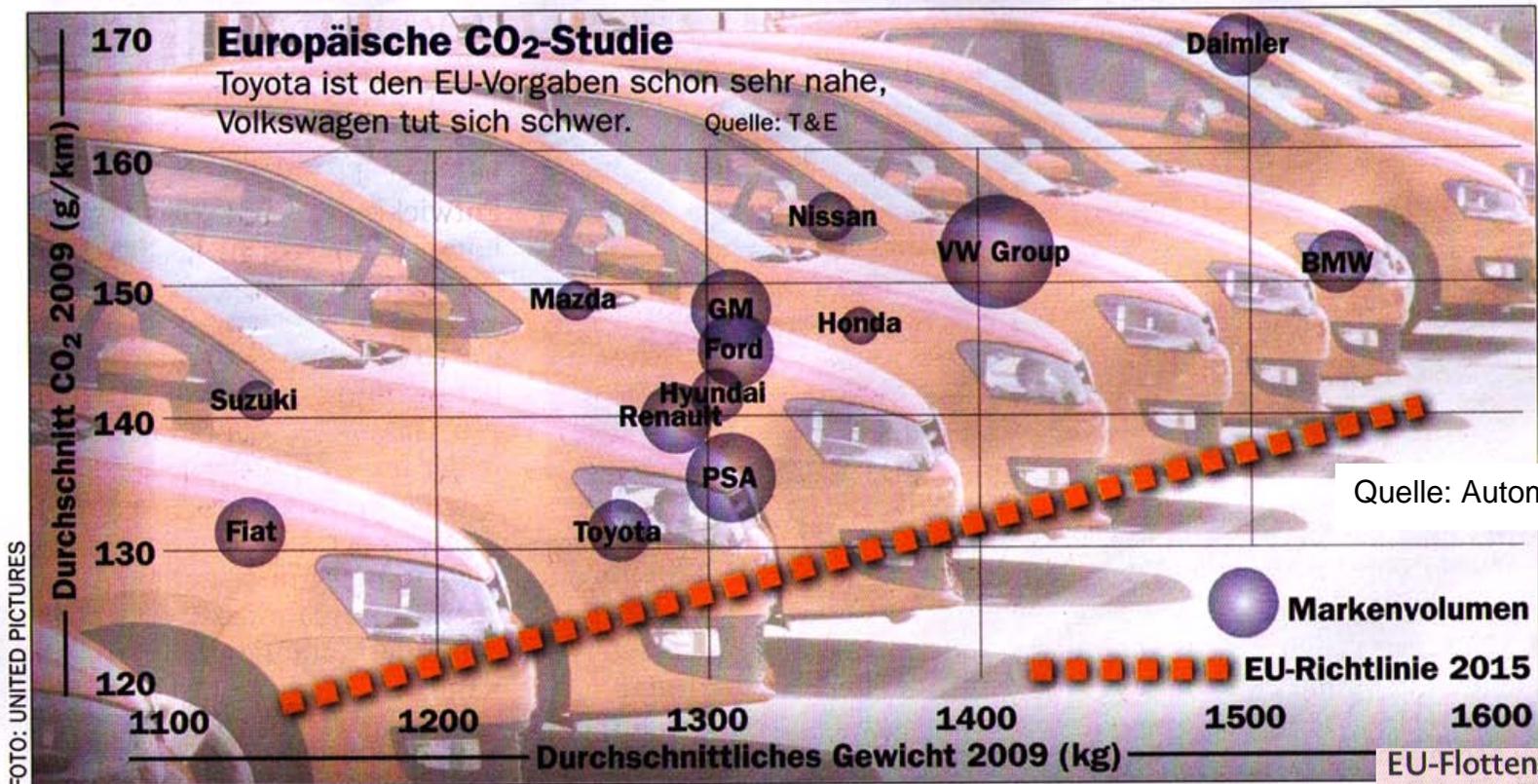
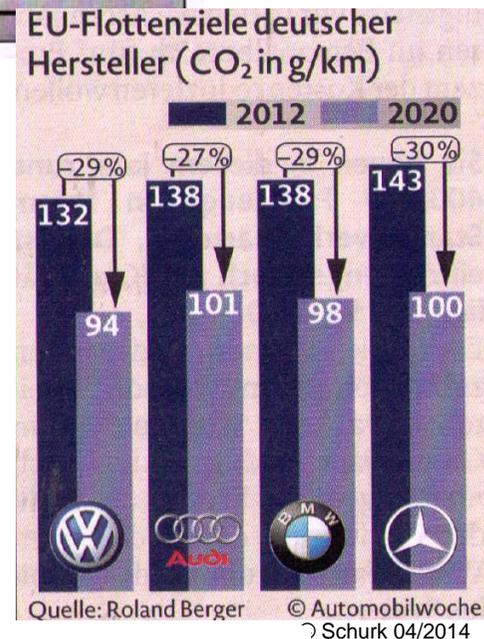


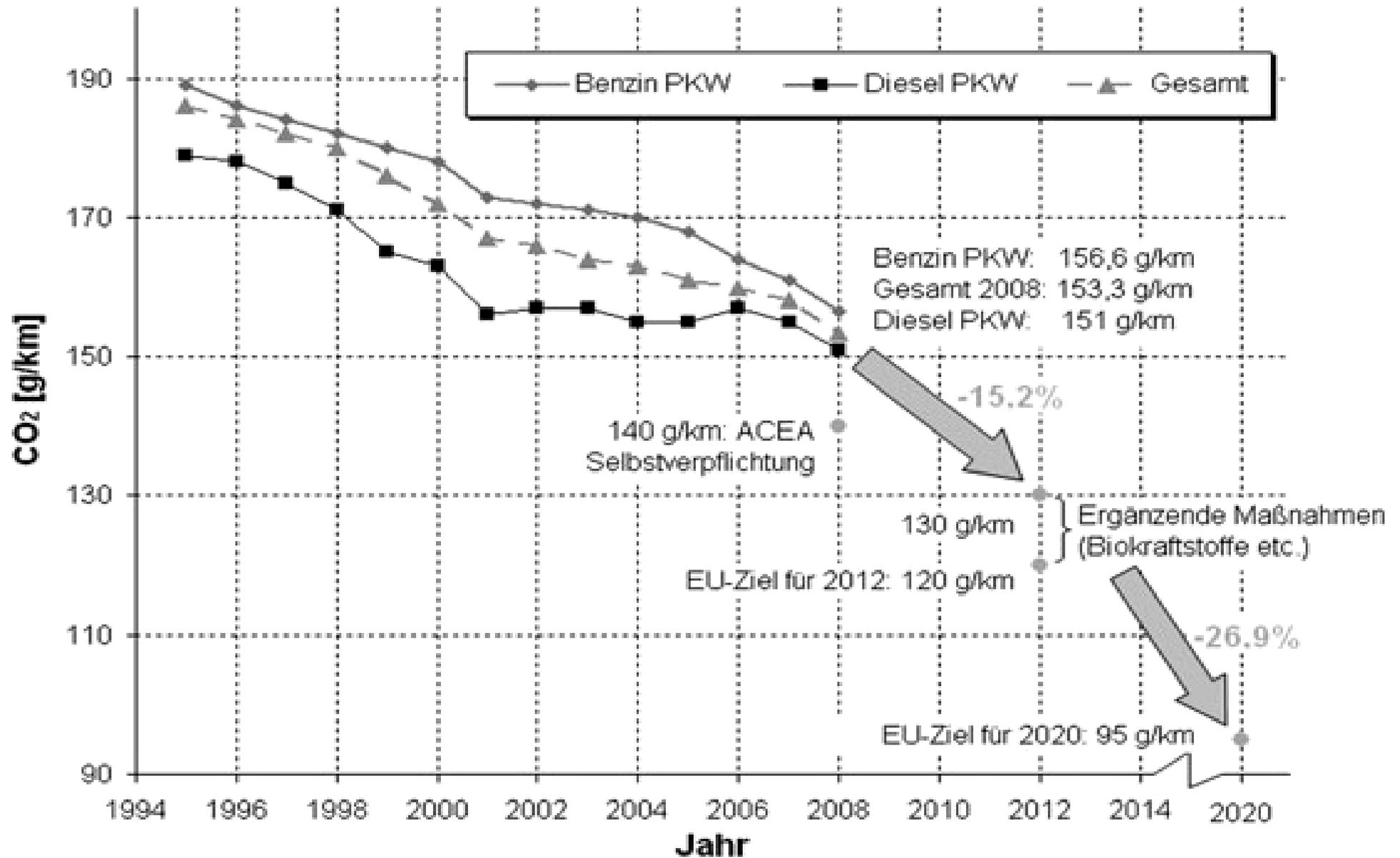
FOTO: UNITED PICTURES

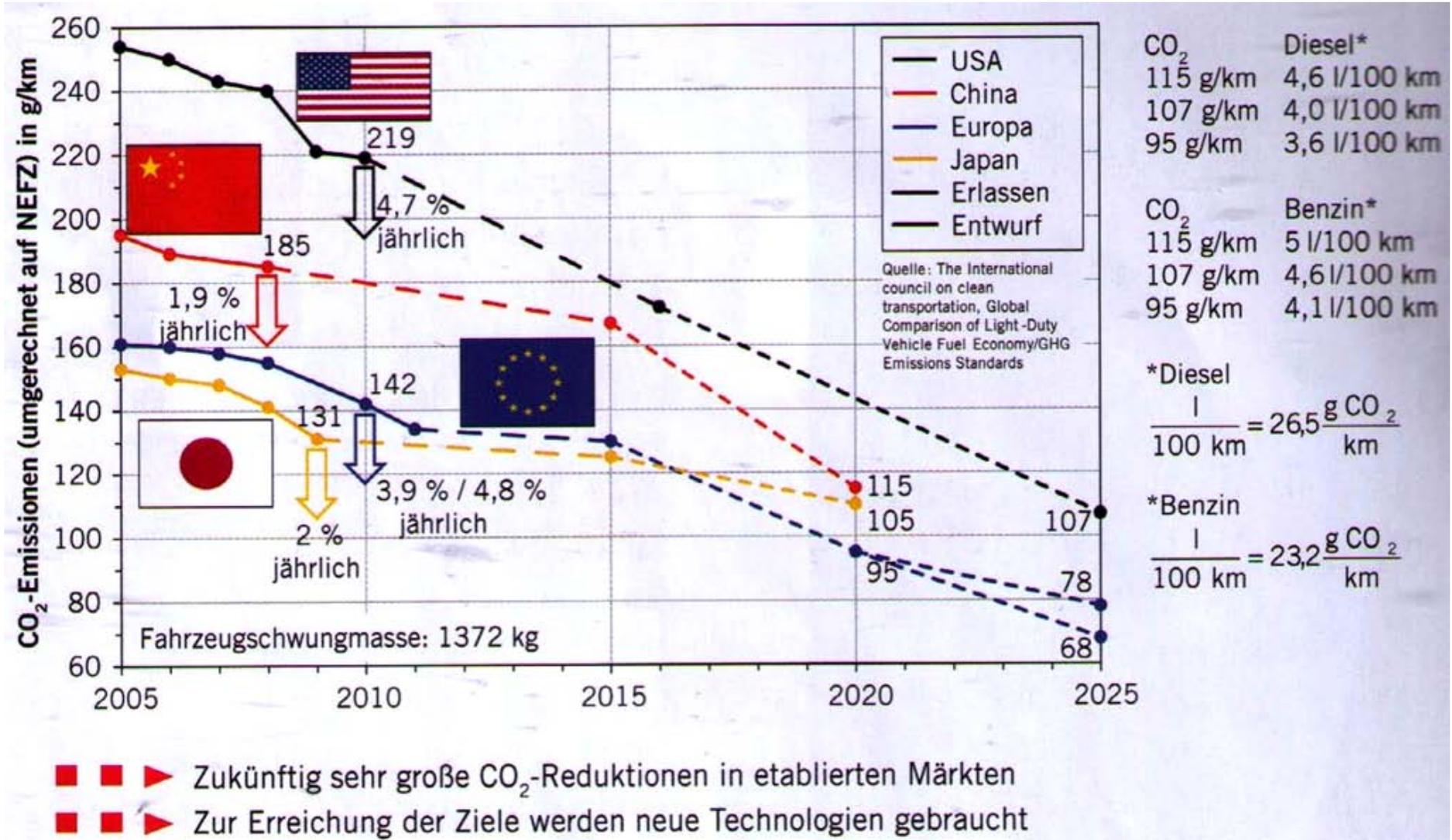
CO ₂ -Grenzwerte (g/km)	IS: 2012	IST: 2011	EU: 2015	EU: 2020
Daimler (PKW)	143,8	151,0	138	101
BMW, Mini	143,4	150,8	138	101
VW	139,2	141,8	132	96
Kia		137	k.A.	k.A.
Renault-Nissan		134	127	93
Hyundai	138,0	138,4	k.A.	k.A.
Ford	138,1	142,4	127	93
Toyota und Lexus	127,3	132,6	128	93
Peugeot und Citroën	133,9	140,4	128	93
Fiat mit Alfa, Lancia, Jeep		123	121	88

Quelle:
 Automobilwoche 22: 15.10.2012,
 Automobilwoche 6: 04.03.2013



Quelle: Automobilwoche: 25, 2.12.2013





Entwicklung der weltweiten CO₂-Gesetzgebung (Bild © FEV GmbH, September 2013)

Quelle: ATZ Extra: Vernetztes Fahren, 2013

Senkung des Kraftstoffverbrauchs durch

- Start-Stop-Systeme
- Kombination von zwei unterschiedlichen Antriebstechnologien (z.B. Lastpunktanhebung, elektrisches Fahren)
- Umwandlung und Speicherung der Bremsenergie (Rekuperation)
- Umfassendes Energieeffizienz-Konzept

Beispiel (Quelle: ATZ-extra, Mercedes A-Klasse 2012)





Lobby-Car

Zeichnung: Tomicek

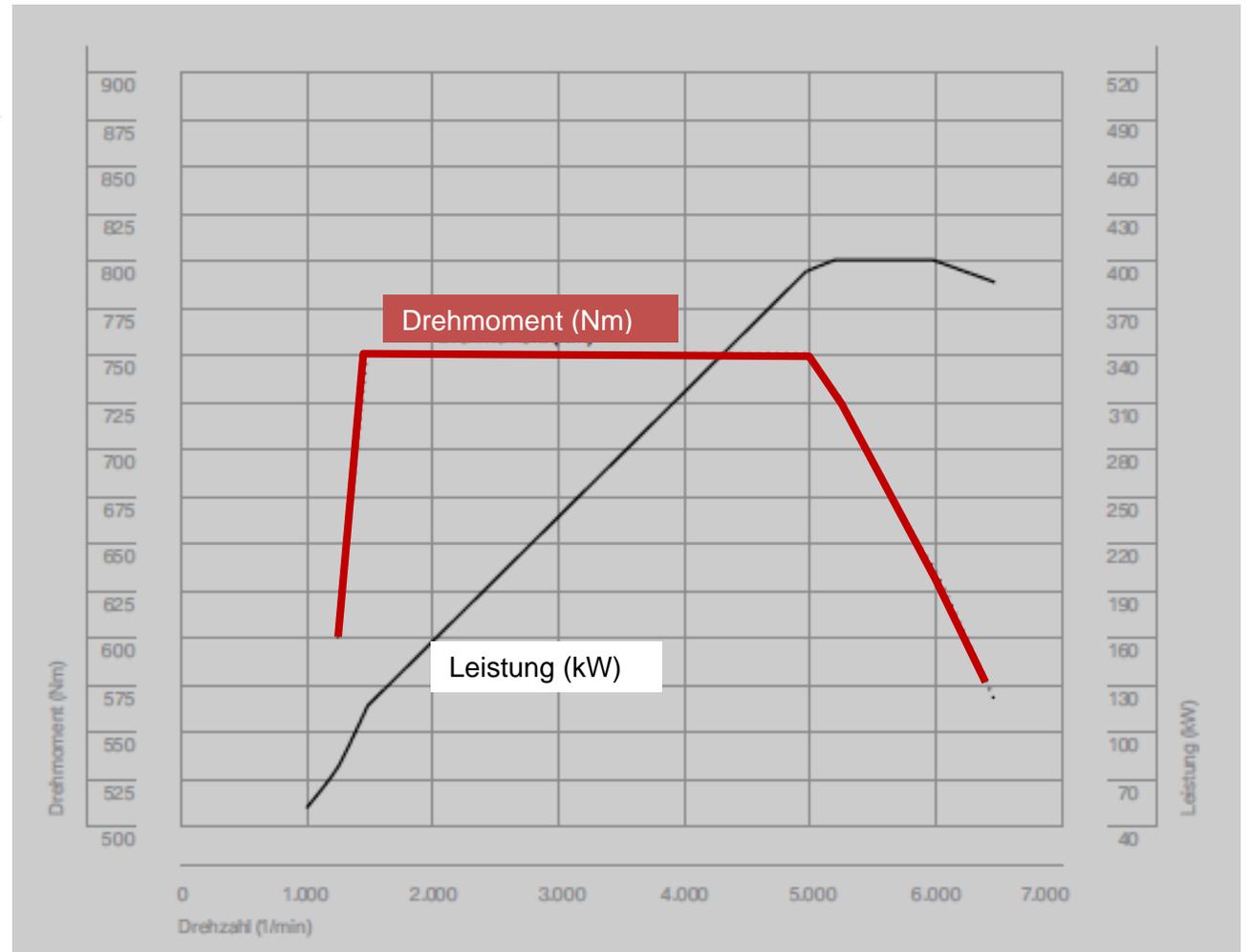
Quelle: Augsburg Allgemeine, 26.6.2013

Drehmomenten-Drehzahlkennlinie eines Verbrennungsmotors:

Quelle: BMW 7er Katalog;

»

Das Triebwerk des **BMW 760i/Li** beeindruckt mit nicht enden wollenen Drehmoment- und Leistungsreserven. Kraft im Überfluss, gepaart mit faszinierender Laufruhe, bedeutet höchsten Antriebskomfort.



Verbrauchskennfeld:

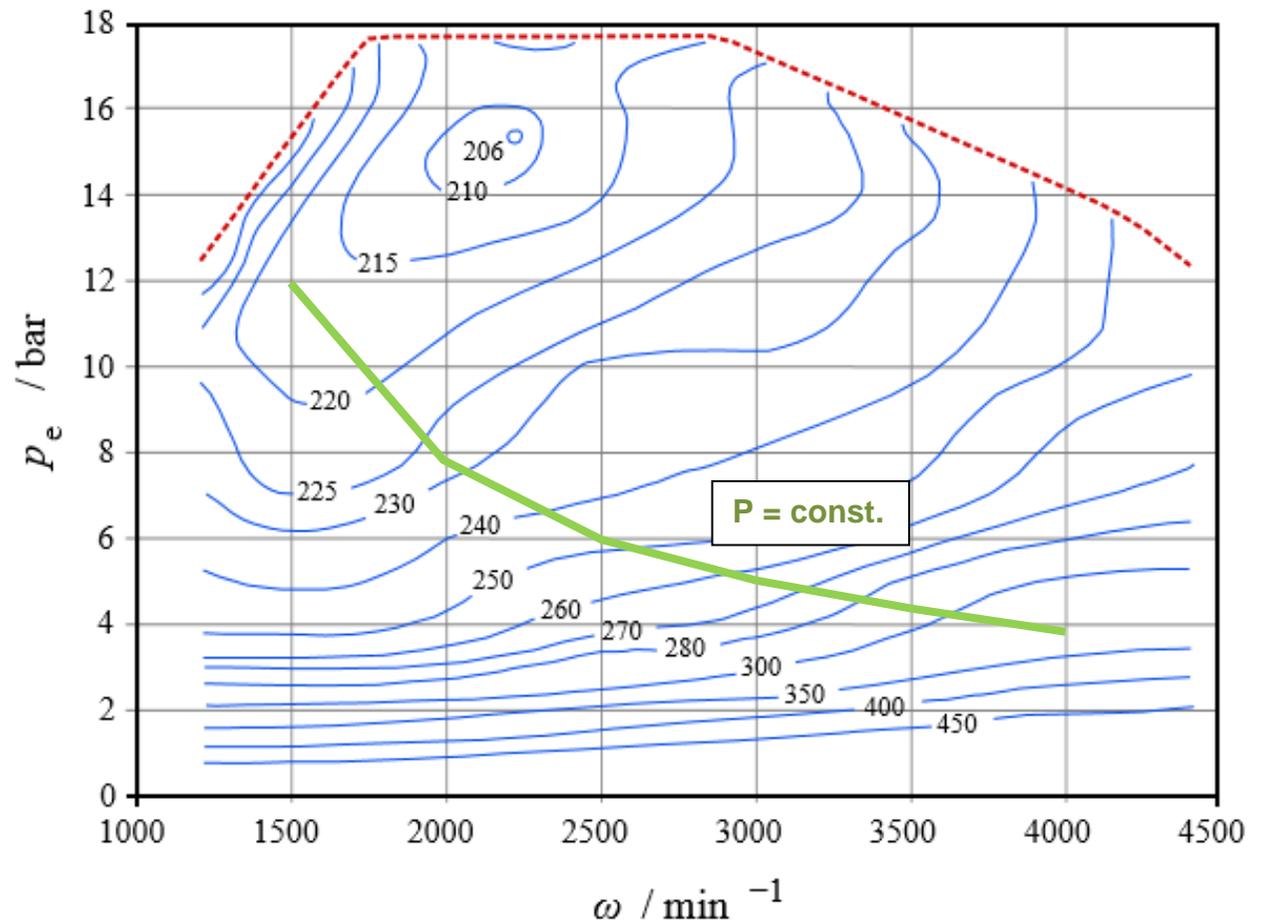
Das **Verbrauchskennfeld**, auch **Muscheldiagramm** genannt, stellt den spezifischen Kraftstoffverbrauch in g/kWh über dem effektiven Mitteldruck und der Drehzahl eines Verbrennungsmotors dar.

Das Kennfeld ist auf der Abszisse durch die Mindest- und Höchstdrehzahl und auf der Ordinate durch die Volllastkurve des Verbrennungsmotors begrenzt. Die Linien gleichen spezifischen Kraftstoffverbrauchs formen dabei ein Muschelmuster, daher auch die Bezeichnung "Muscheldiagramm".

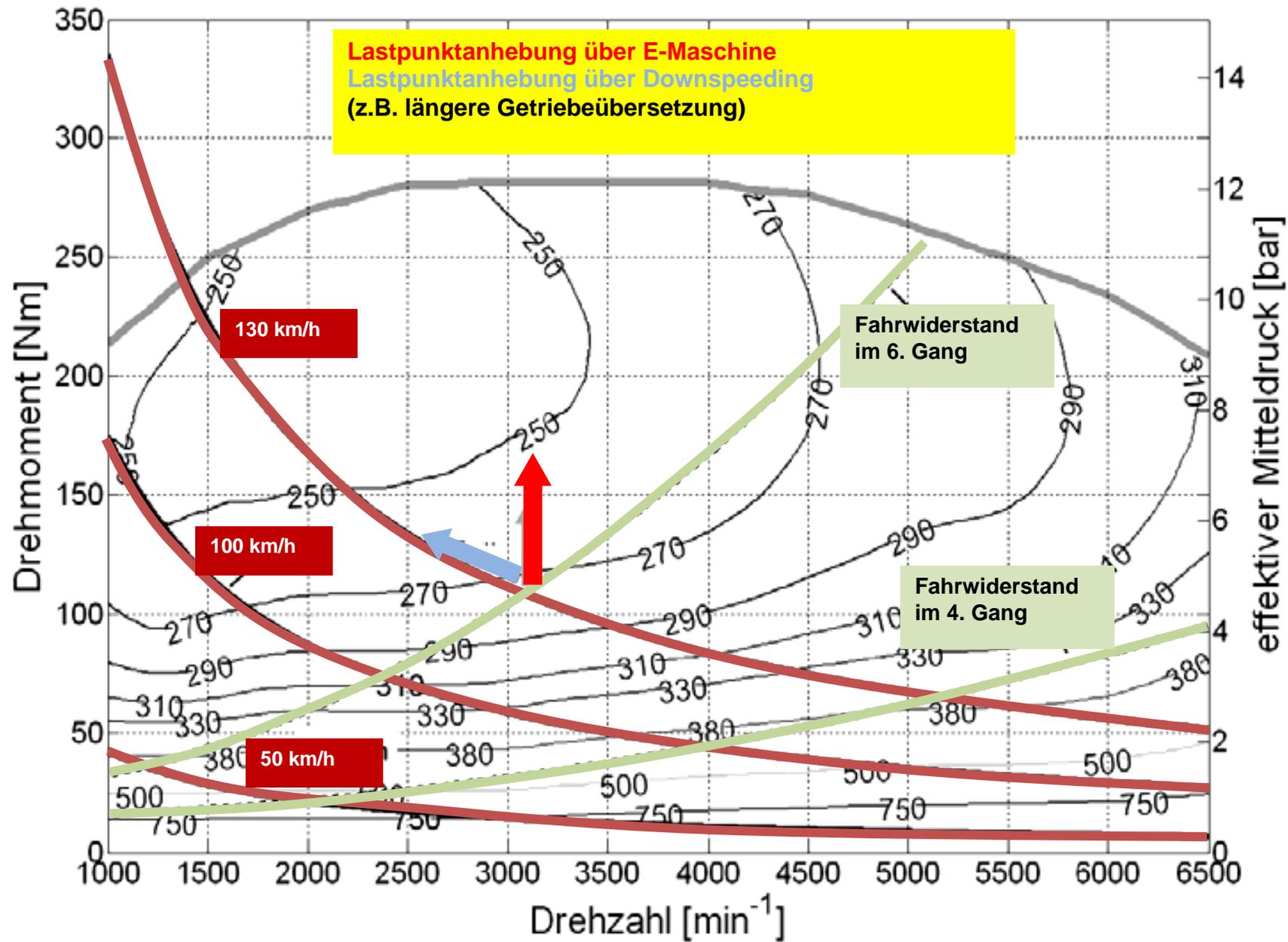
Aus dem Kennfeld kann zum Beispiel für jede mögliche Kombination aus Drehzahl und effektivem Mitteldruck der daraus resultierende spezifische Kraftstoffverbrauch abgelesen werden. Hieraus wird ersichtlich, dass für eine bestimmte geforderte Motorleistung P (welche proportional zu $p_e \cdot \omega$ ist) mehrere Betriebspunkte mit unterschiedlichem Kraftstoffverbrauch möglich sind. So ist es zum Beispiel das Ziel eines Automatikgetriebes, den Motor möglichst häufig in den Betriebsbereichen mit dem niedrigst möglichen spezifischen Kraftstoffverbrauch zu betreiben.

Quelle:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Verbrauchskennfeld>;
23.02.2014 11:49

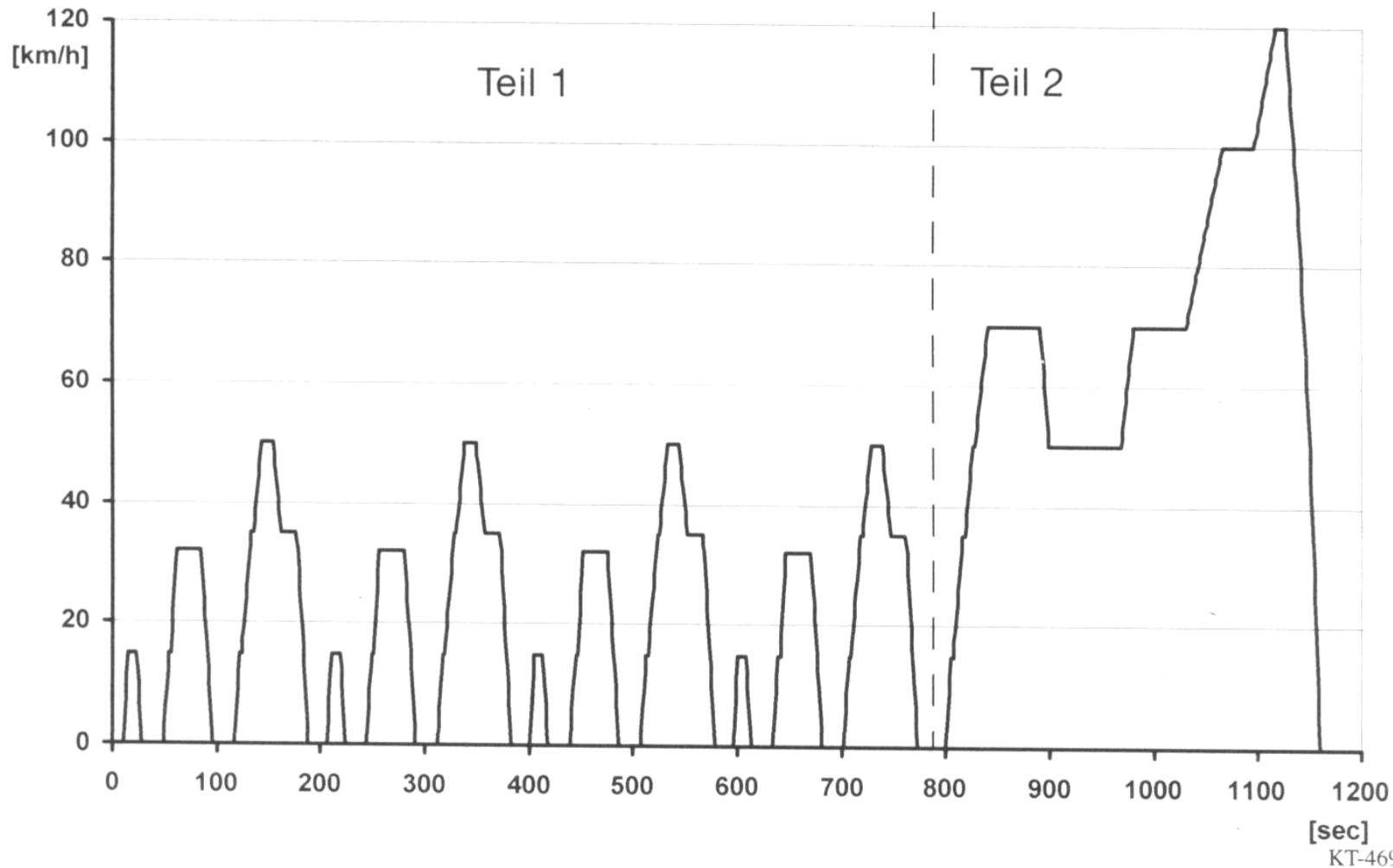


Lastpunktanhebung (Peter Hofmann: Hybridfahrzeuge, Springer Verlag 2010, Seite 72):

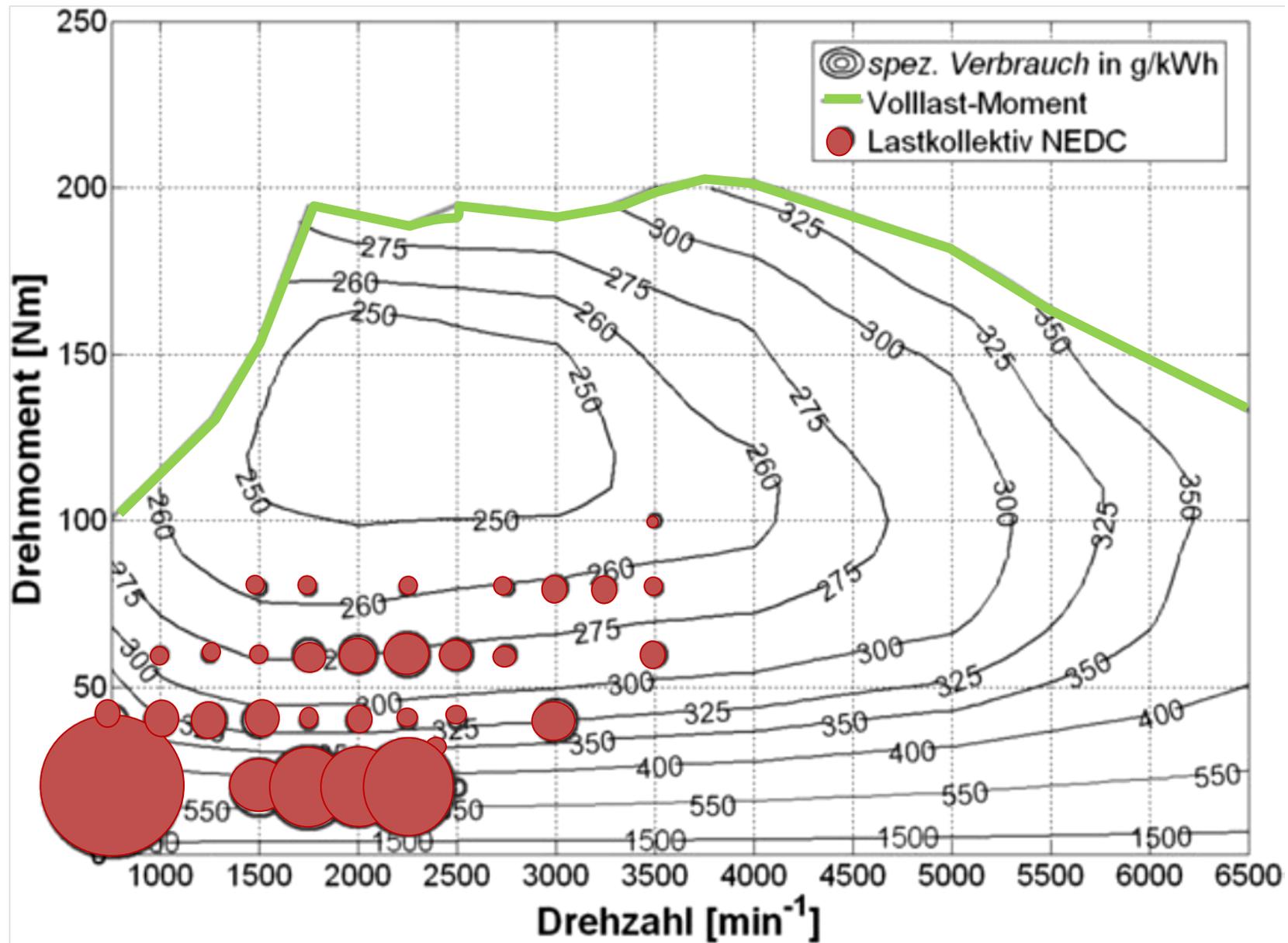


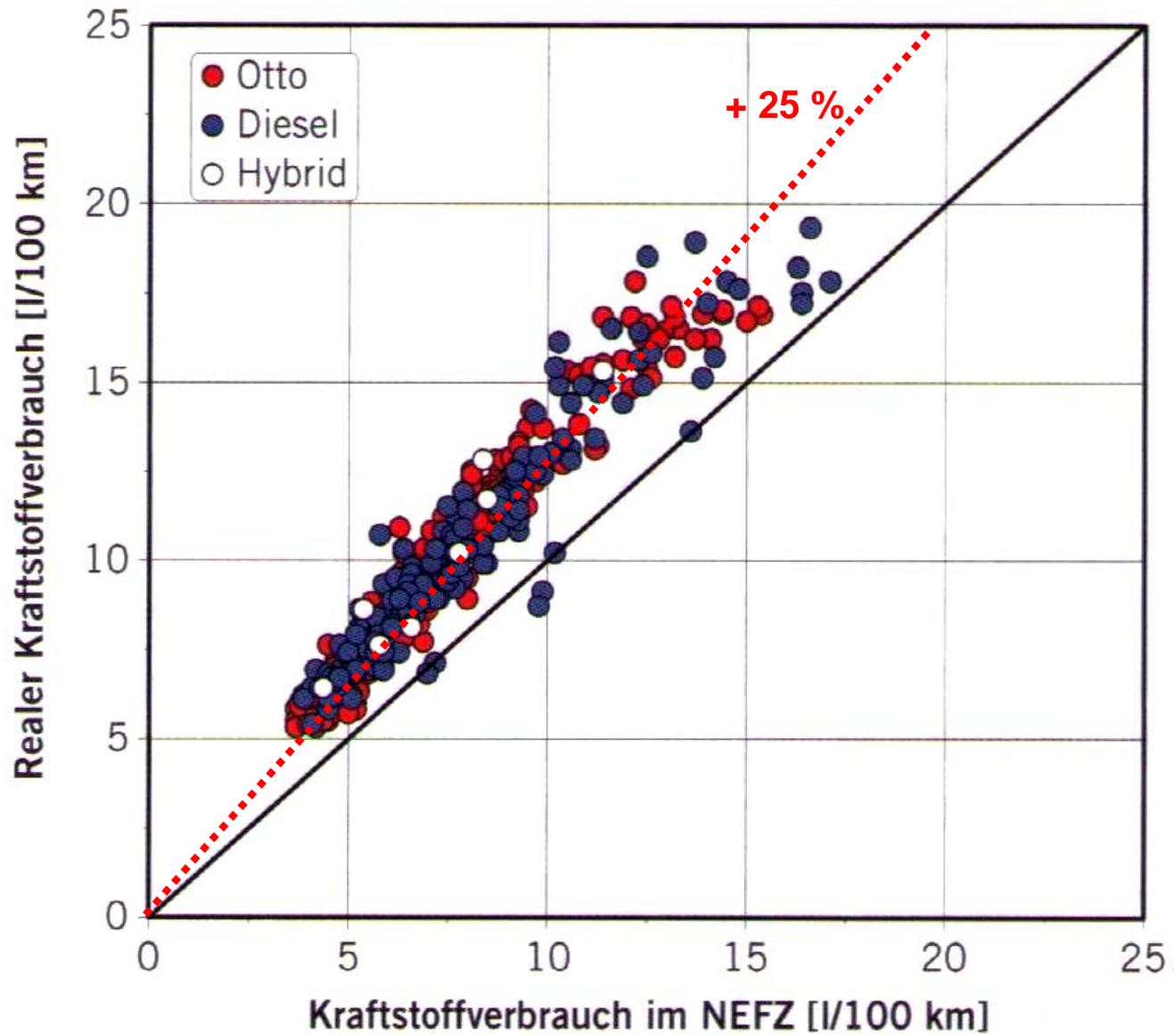
Energiebedarf für das elektrische Fahren und Heizen in einem Hybridfahrzeug, < bezogen auf eine Fahrstrecke von 100 km:

NEFZ2000 (NEDC)



Betriebspunkte im NEFZ (Peter Hofmann: Hybridfahrzeuge, Springer Verlag 2010, Seite 73):

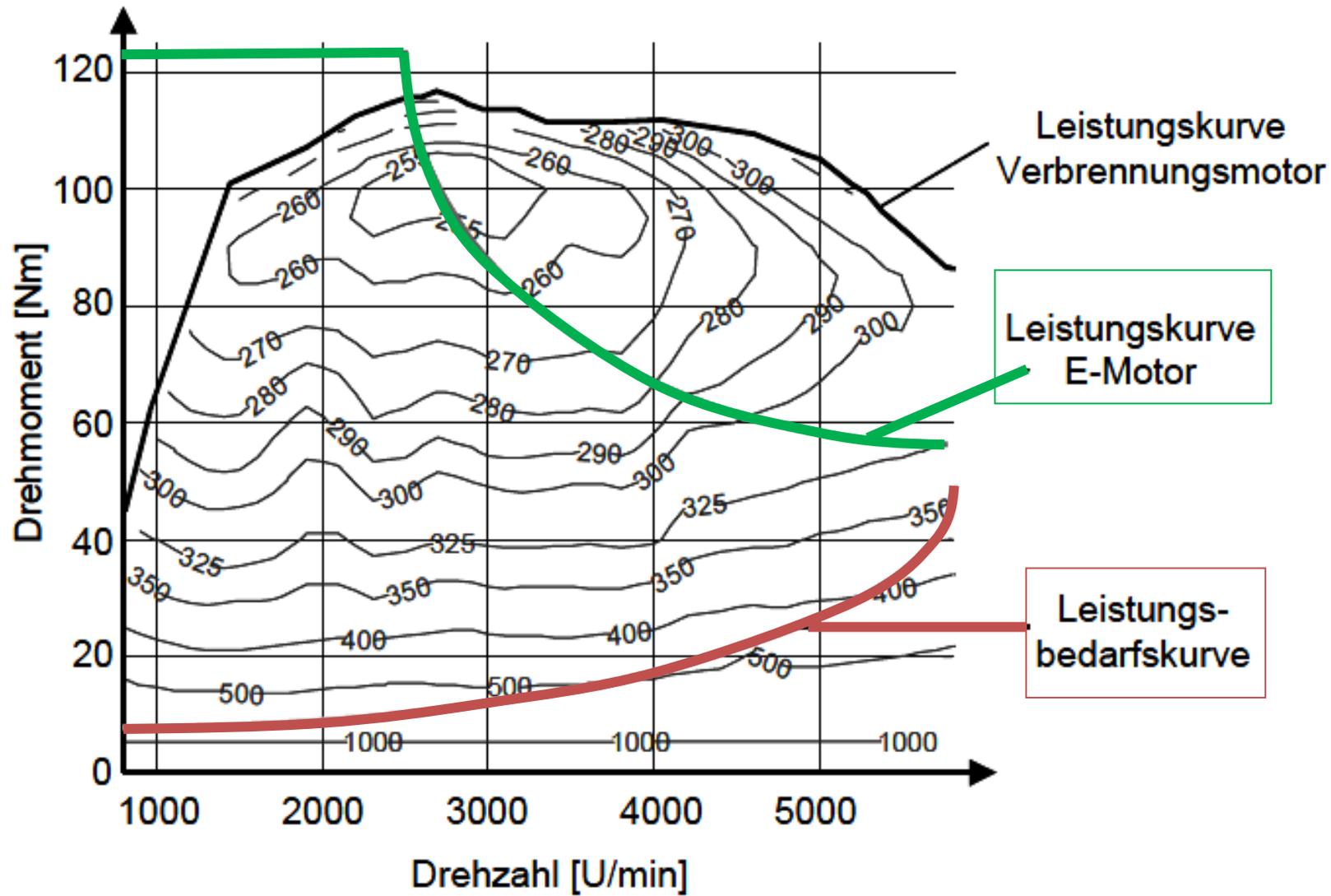




Spicher: Die Energieeffizienz des Fahrzeugantriebs ganzheitlich betrachtet; ATZ extra, 4/2011, Seite 148

Leistungskurvenverlauf von Elektro- und Verbrennungsmaschinen:

Quelle: Wallentowitz et al.: Strategien zur Elektrifizierung des Antriebsstranges, Vieweg-Teubner- Verlag, 2010, Seite 70



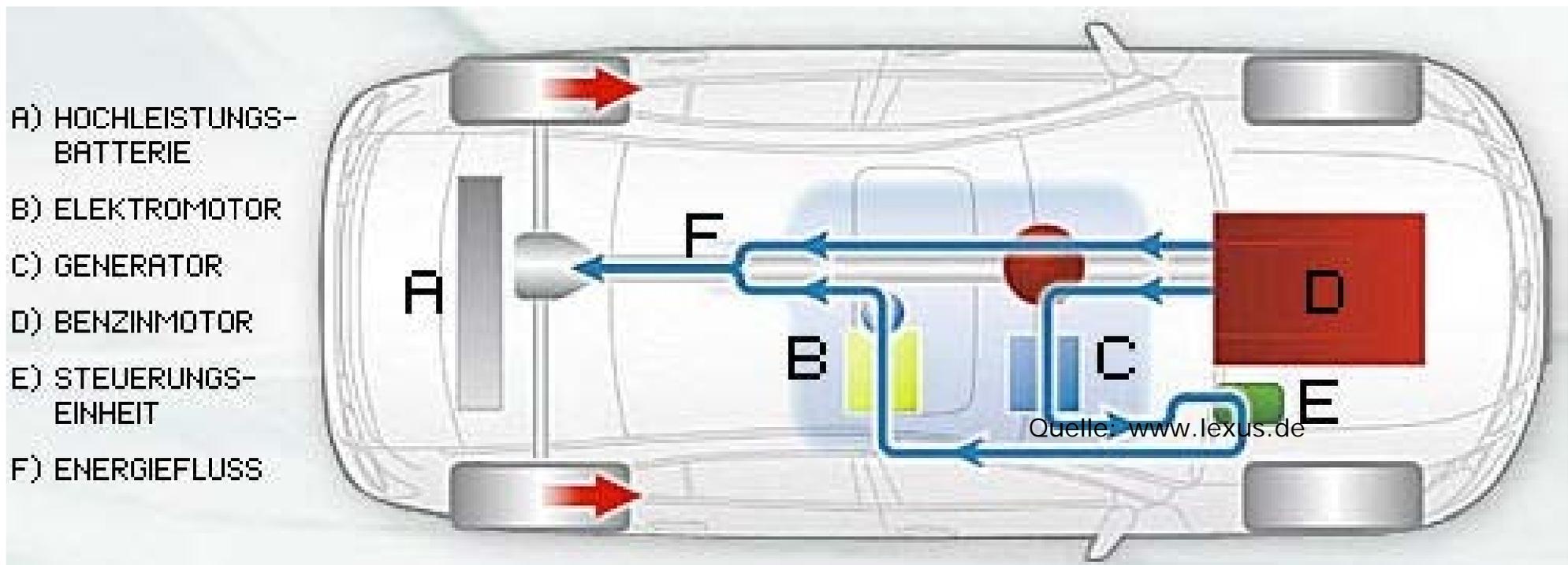
3. KLASSIFIZIERUNG VON HYBRIDANTRIEBEN

Hybridantrieb: Antriebskombination von Elektromotor und Verbrennungsmotor zur Kompensation der systembedingten Schwächen eines Verbrennungsmotors (Schadstoffemissionen, Kraftstoffverbrauch, Drehmomentenabfall bei niederen Drehzahlen)

IEC/TC69: Ein Hybridantrieb verfügt über mindestens zwei verschiedene Energiewandler und zwei verschiedene Energiespeicher

Unterschiedliche Anforderungen an den Antrieb generieren unterschiedliche Architekturlösungen:

Beispiel für einen Hybridantrieb:



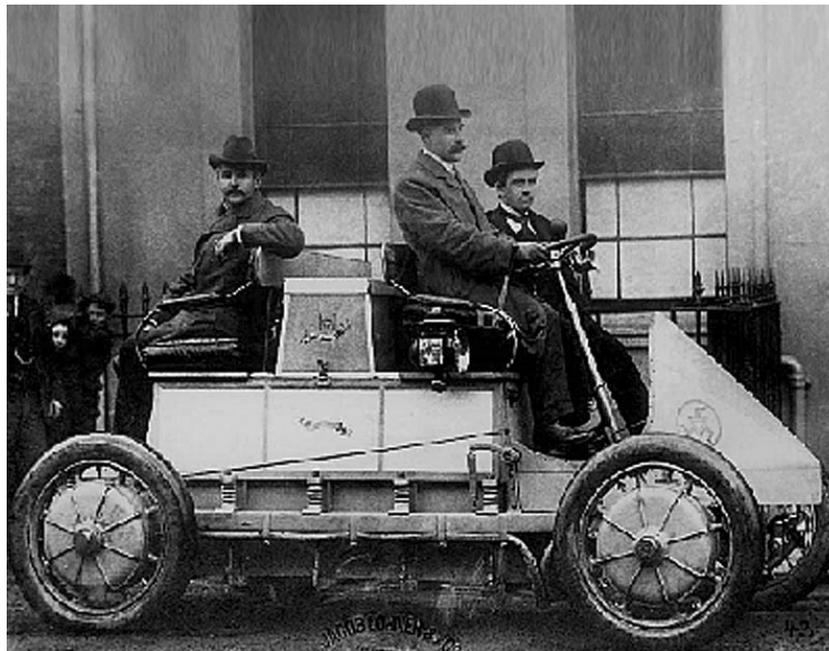
Das erste Hybrid-Auto:

1896 – 1906: Lohner - Porsche

Weltausstellung in Paris

2 Radnaben-Elektromotoren
37 km/h
Batterie: 300Ah, 80V, 410kg
Reichweite ca. 50 km
Stückzahl 300

Quelle: www.hybrid-vehicle.org



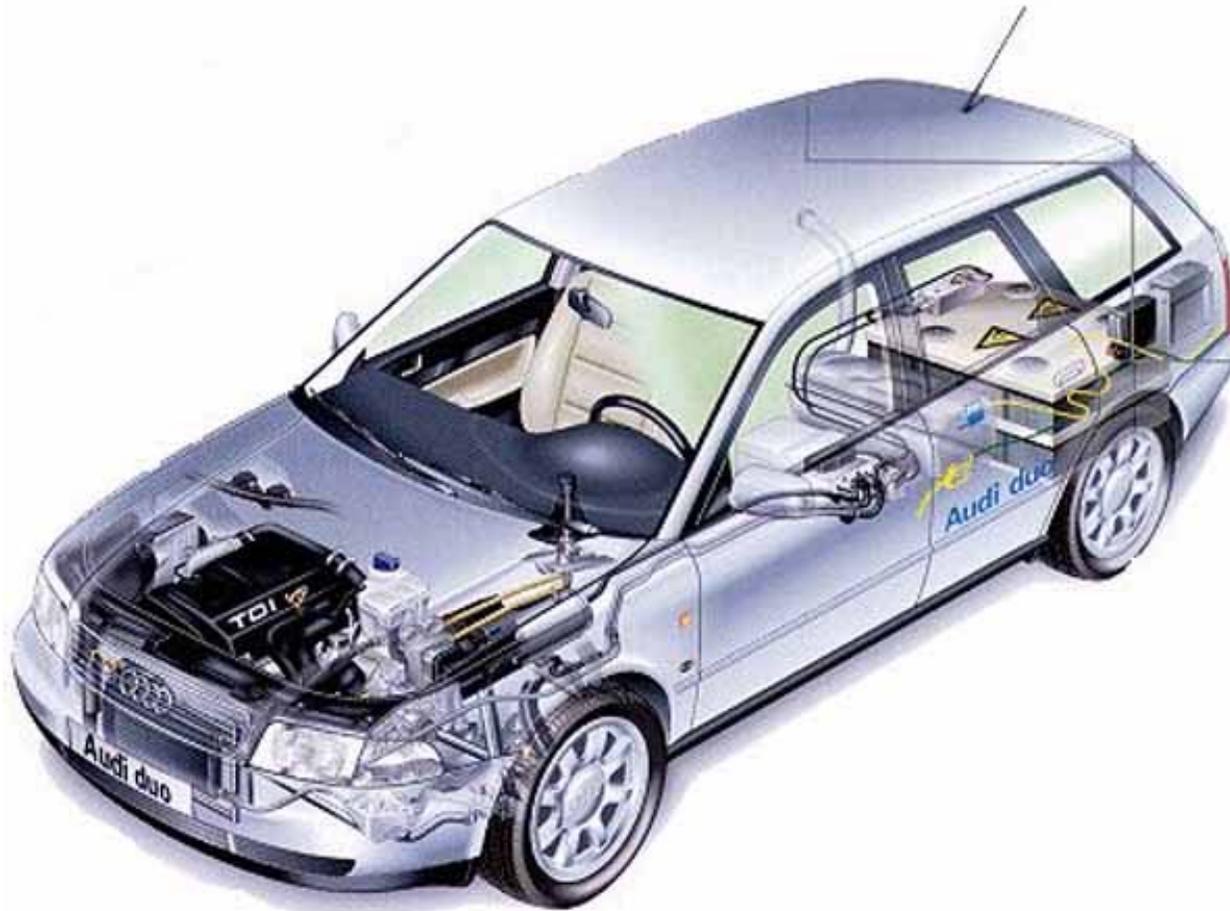
Rennversion Lohner-Porsche

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/13/Lohner_Porsche.jpg

1986-98 Audi Duo

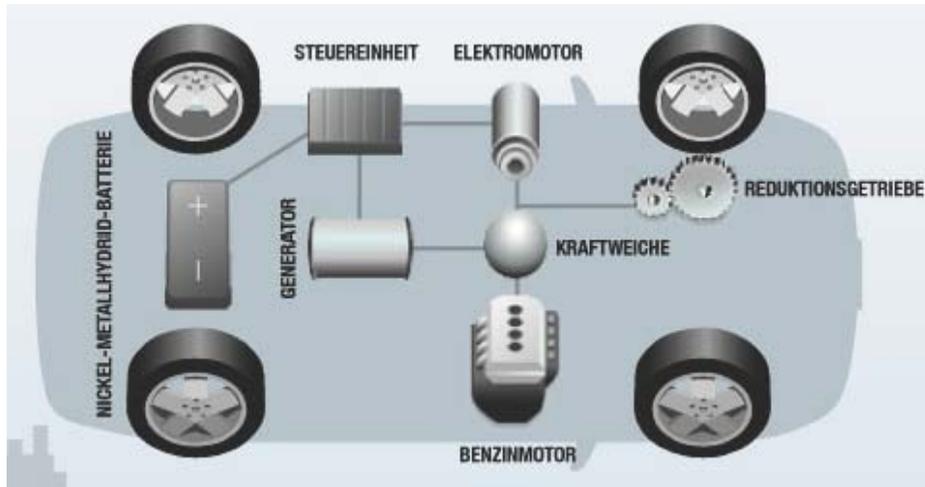
3. Generation – 1994-1997

- Audi A4 Duo
- 66 kW TDI
- 21 kW Elektromotor
- Verkaufspreis A4: 60.000 DM
- → zu teuer
- 90 Exemplare gefertigt

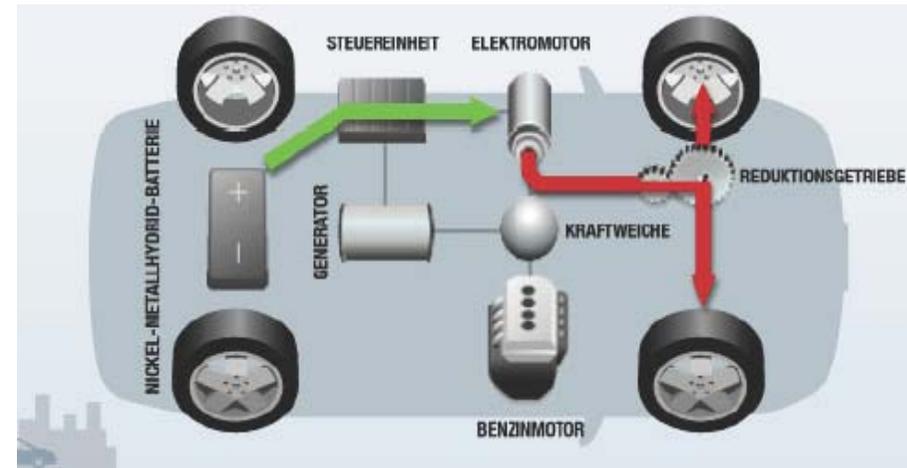


Prinzipielle Wirkungsweise eines Hybrid-Motors am Beispiel des Toyota Prius:

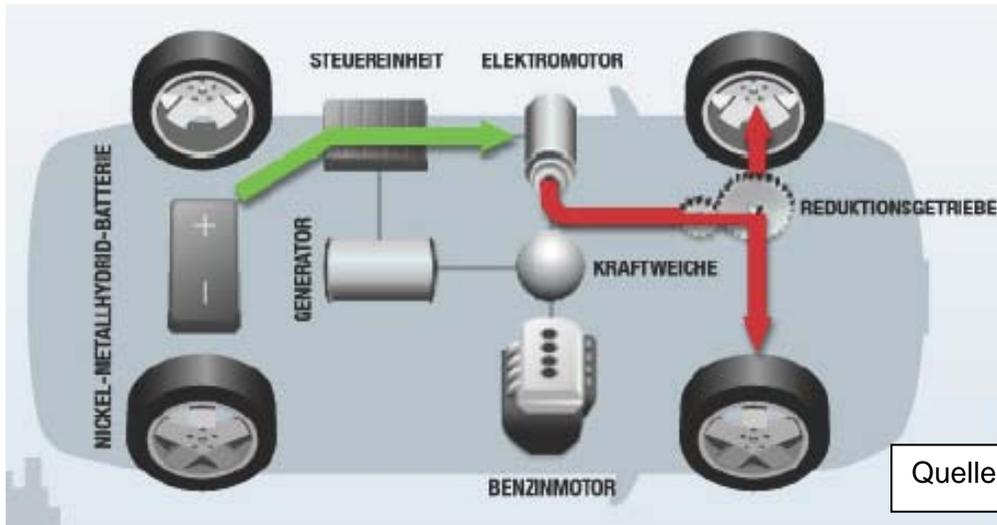
Stillstand:



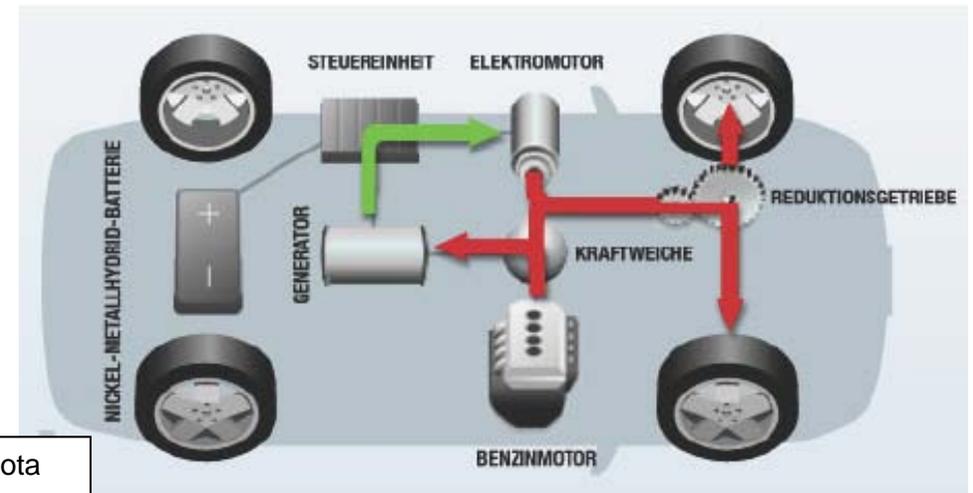
Anfahren:



Niedrige Geschwindigkeit:

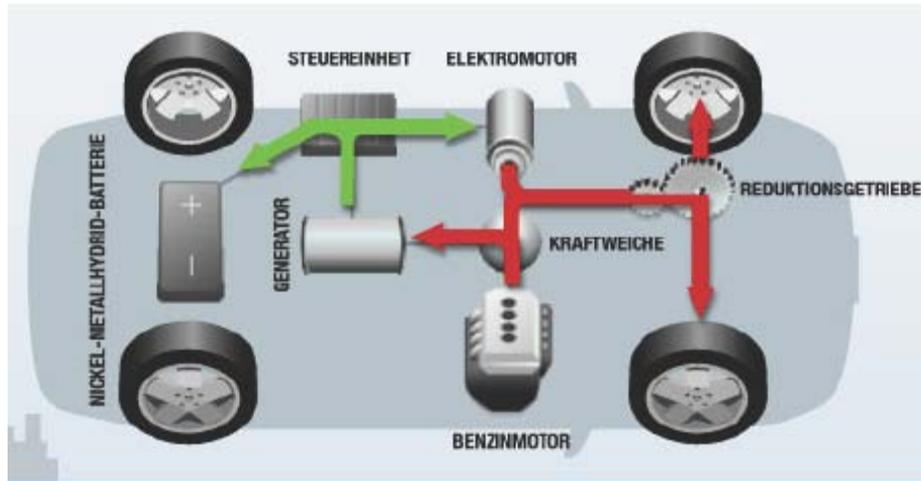


Normaler Fahrbetrieb:

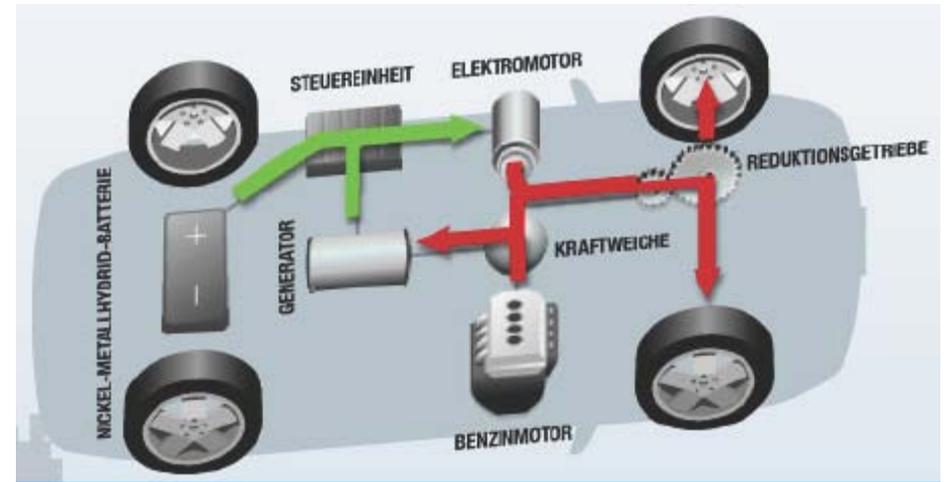


Quelle: Toyota

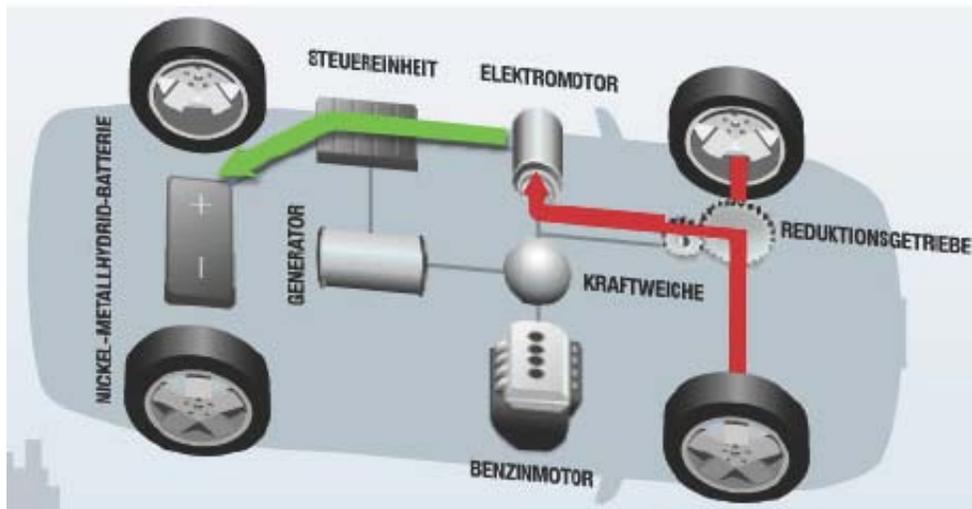
Normaler Fahrbetrieb mit Aufladen der Batterie:



Maximale Beschleunigung:

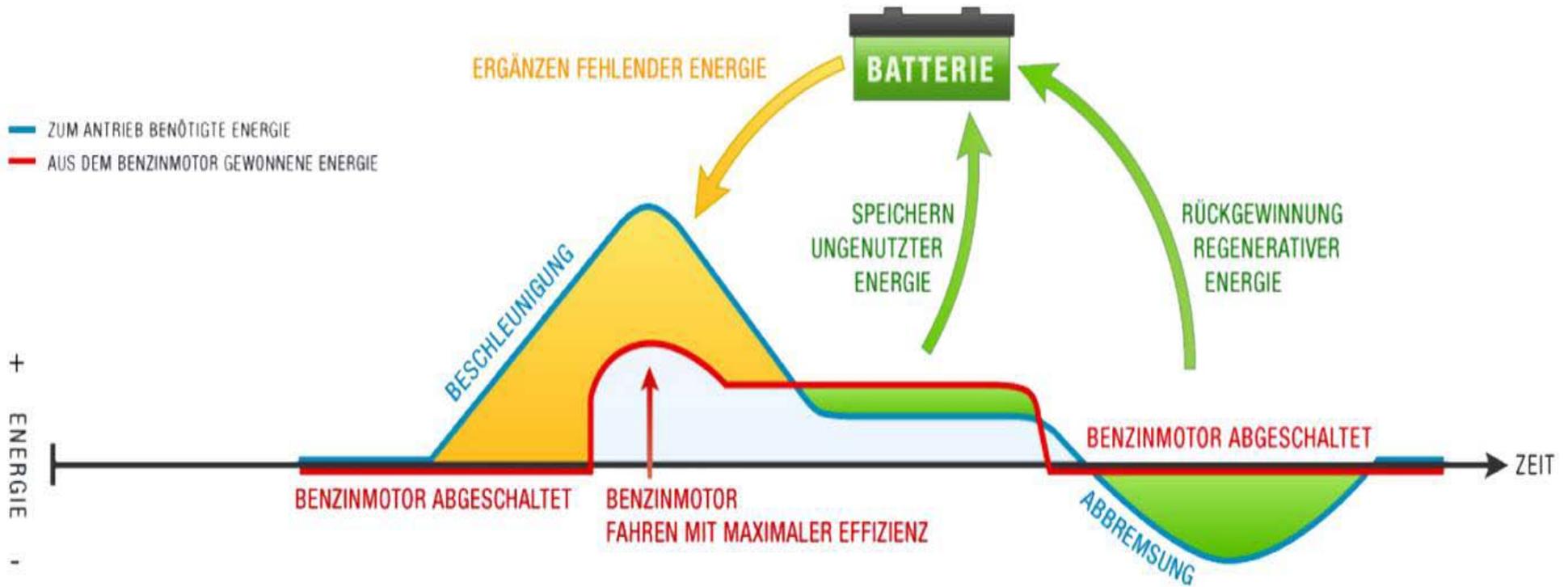


Bremsen, Energierückgewinnung:



Quelle: Toyota

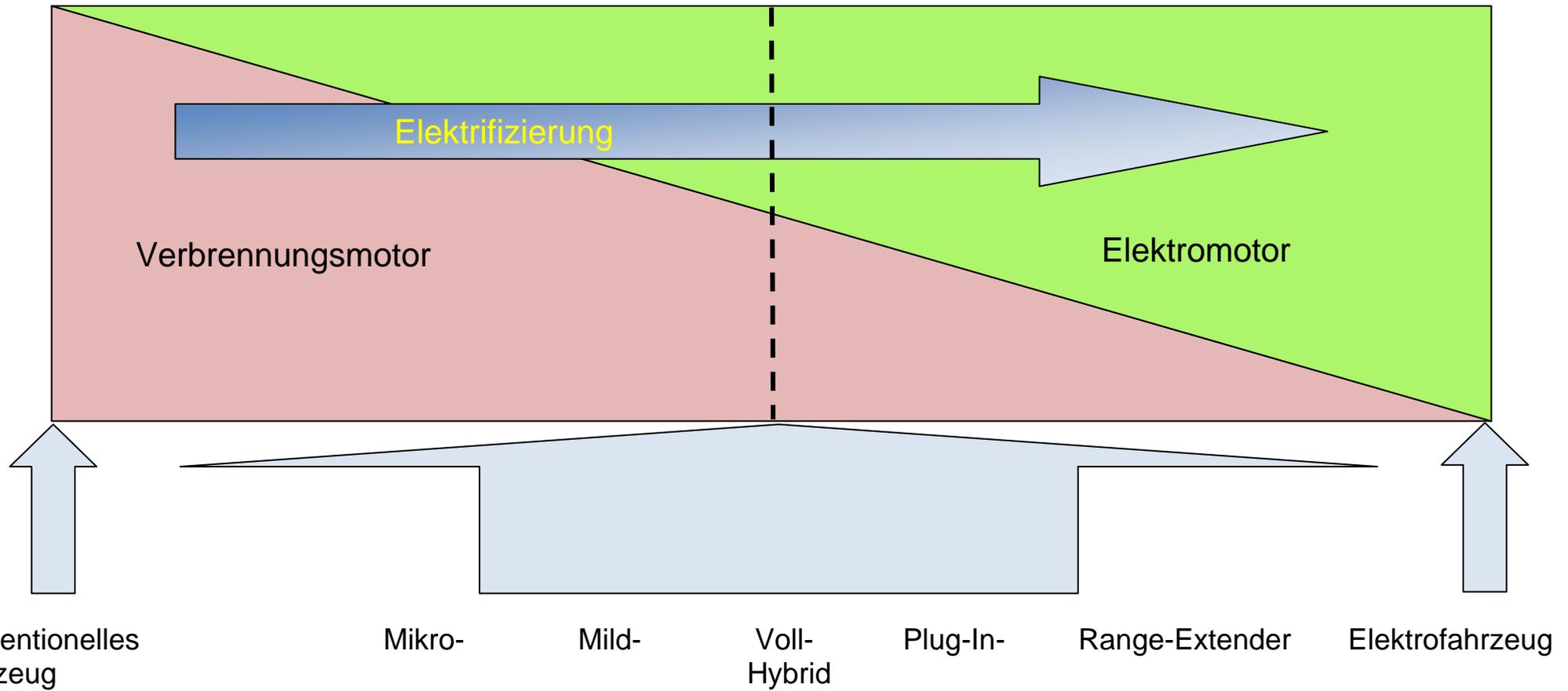
Energiebilanz beim Hybrid:



Vom konventionellen Automobil zum Elektroauto:

Stromerzeugung im Fahrzeug

Stromerzeugung aus dem Netz



Micro-Hybrid:

Ersatz der Lichtmaschine und des Anlassers zu einem Startergenerator, der in der Regel über einen Riemen mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt ist (Parallelhybrid).

Eigenschaften:

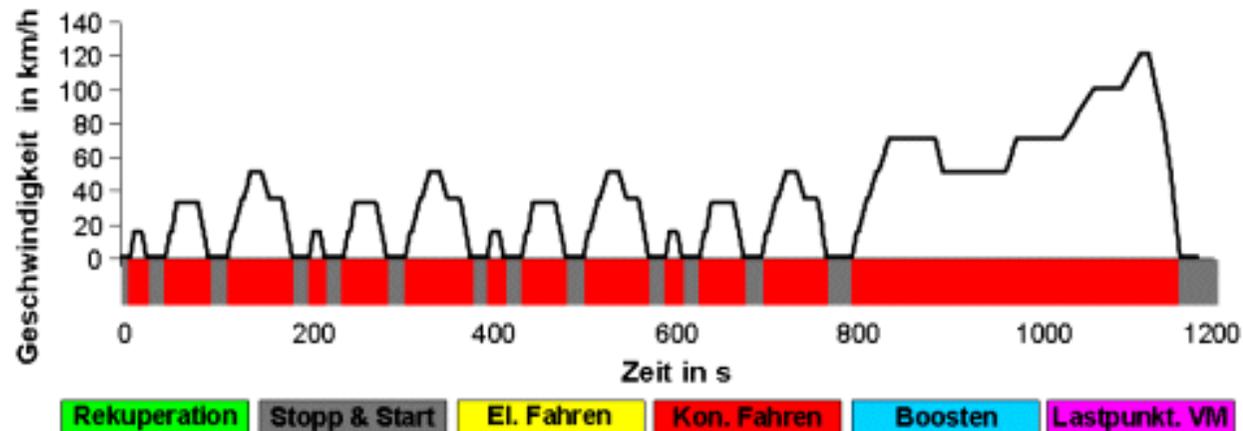
12/14V-Bleibatterie als Speicher für elektrische Energie, evtl. Kondensatoren als Pufferspeicher
keine größeren Änderungen am Verbrennungsmotor und Fahrzeugpackage
Grenze des Drehmoments durch Riemenantrieb, Drehmoment 12...90 Nm
Leistungsbereich 2...10 kW

Installierte elektrische Leistung:

2-3 kW

Funktionen:

Start/Stop-System, Hochdrehzahlstart
variable Ladeleistung und Anhebung im Schub („Recuperation light“)
evtl. Standklimatisierung



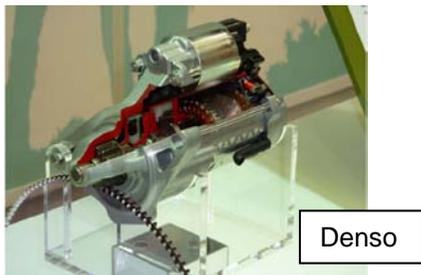
CO₂-Vorteil: 5 – 10 %

Verbrauchsreduzierung: 5 – 10 % (beim Stadtverkehr idealisiert)

Fahrverhalten:
weitgehend unverändert,
kein Laufgeräusch im Stand

Sekundärvorteile:
Hohe Generatorleistung für Bordnetzversorgung

Zusatzkosten:
250 bis 500 €



Start-Stopp-ECU
Continental



Mild-Hybrid:

Ersatz der Lichtmaschine und des Anlassers zu einem Startergenerator, der allerdings als Kurbelwellen-Starter-Generator ausgeführt ist.

Eigenschaften:

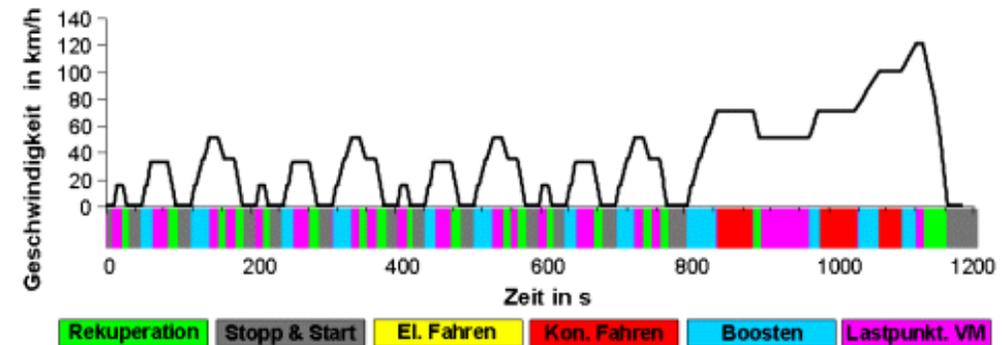
42 – ca. 150 V; 12/14V-Bleibatterie als Speicher für elektrische Energie, evtl. Kondensatoren als Pufferspeicher
höheres Anlass- und Rekuperationsmoment
Schwingungsdämpfung bei Lastwechseln
Leistungsbereich bis 4 bis 20 kW, Drehmoment 100...500 Nm

Installierte elektrische Leistung:

10 – 15 kW

Funktionen:

Start/Stop-System, Hochdrehzahlstart
variable Ladeleistung und Anhebung im Schub, Rekuperation
(nahezu) beliebige Spannungserzeugung (z.B. 220V, 50 Hz oder 110V, 60 Hz)
leichte dynamische Drehmomentenunterstützung (boosten)



CO₂-Vorteil: 15 - 20 %

Verbrauchsvorteil: 15 – 20 % (beim Stadtverkehr idealisiert)

Fahrverhalten:

Verbesserung im Ansprech- und Lastwechselverhalten,
verbesserte Akustik

Sekundärvorteil: riemenloser Motor möglich

Zusatzkosten:

1000 bis 2500 €



Verschieben sich die Leistungsschwerpunkte von Elektromotor (↗) und Verbrennungsmotor (↘) und wird der Energiespeicher optimiert, spricht man von Full-Hybrid (auch Strong-Hybrid):

Lässt sich die Batterie extern aufladen, spricht man von Plug-In-Hybrid.

Optimiertes Antriebskonzept mit unabhängig voneinander funktionsfähigem Elektro- und Verbrennungsmotor, Realisierungsformen als Parallelhybrid mit Trennkupplung oder elektrisch leistungsverzweigtem Getriebe oder als serieller Hybrid

Eigenschaften:

- höhere Spannungen (100 – 650 V)
- rein elektrisches Fahren möglich
- Leistungsbereich > 20 kW, Drehmoment 100...500 Nm
- Batteriespeicherkapazität ≥ 1 kWh

Installierte elektrische Leistung:

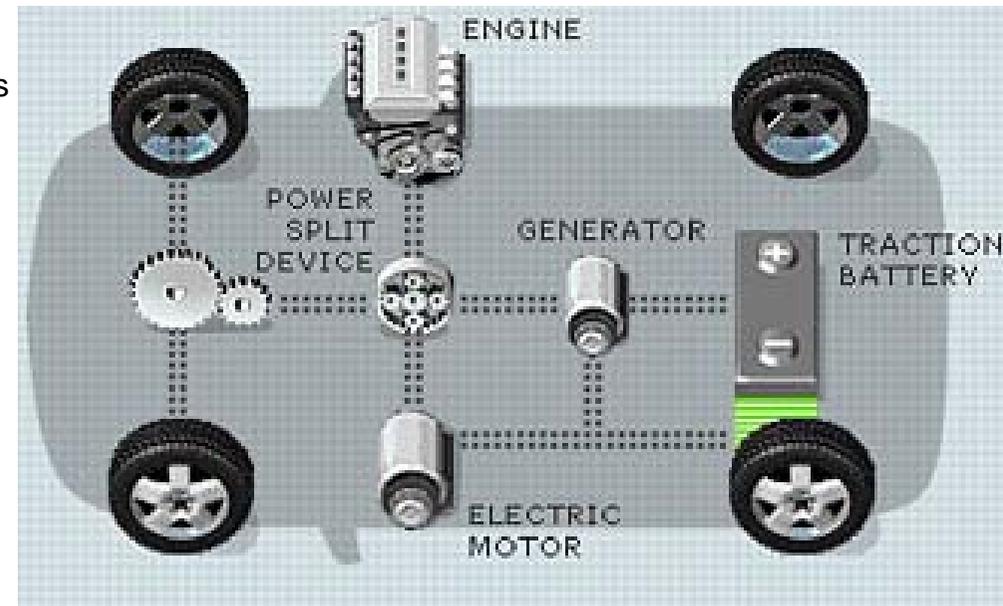
30 – 120 kW, bis 400 kW (Serieller Hybrid bei zwei angetriebenen Achsen)

Funktionen:

- Optimale Rekuperation durch Abkopplung des Verbrennungsmotors
- starke Boosterfunktion

CO₂-Vorteil: > 25 %

Verbrauchsreduzierung: > 25 % (beim Stadtverkehr idealisiert)



Hybrid Synergy Drive® System (Bild: Toyota)

Fahrverhalten:

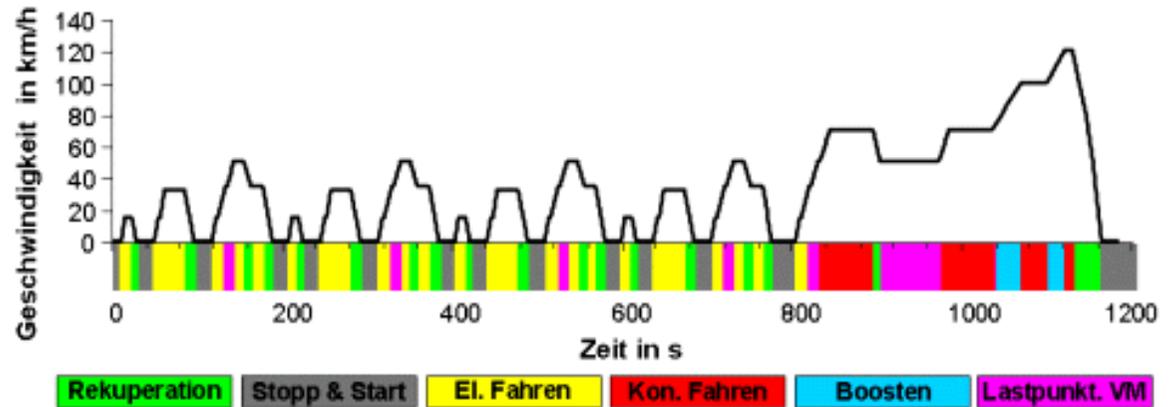
sehr gute Rangiereigenschaften sowie Stopp- and Go Komfort durch rein elektrisches Fahren

Sekundärvorteile:

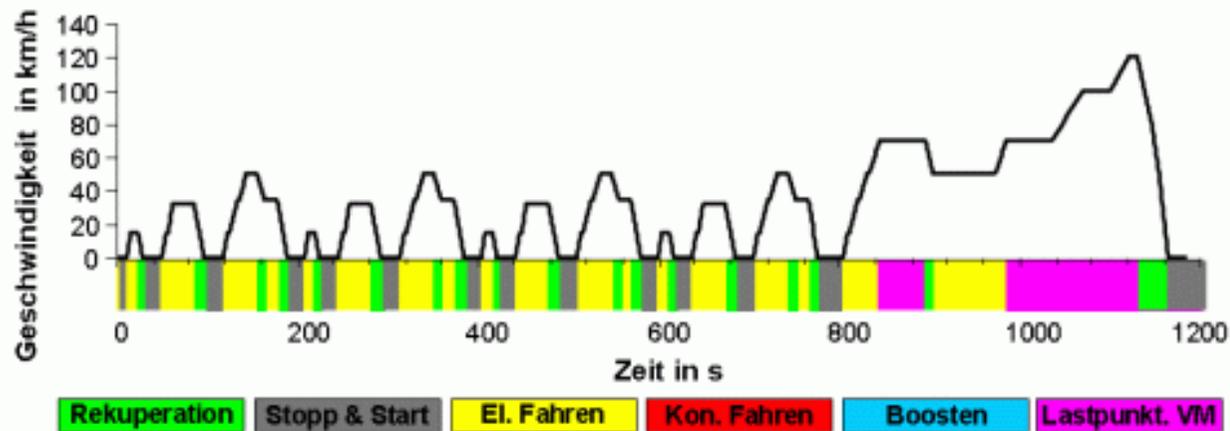
Umwelt-Image, Netzladefähigkeit

Zusatzkosten:

> 3000 €

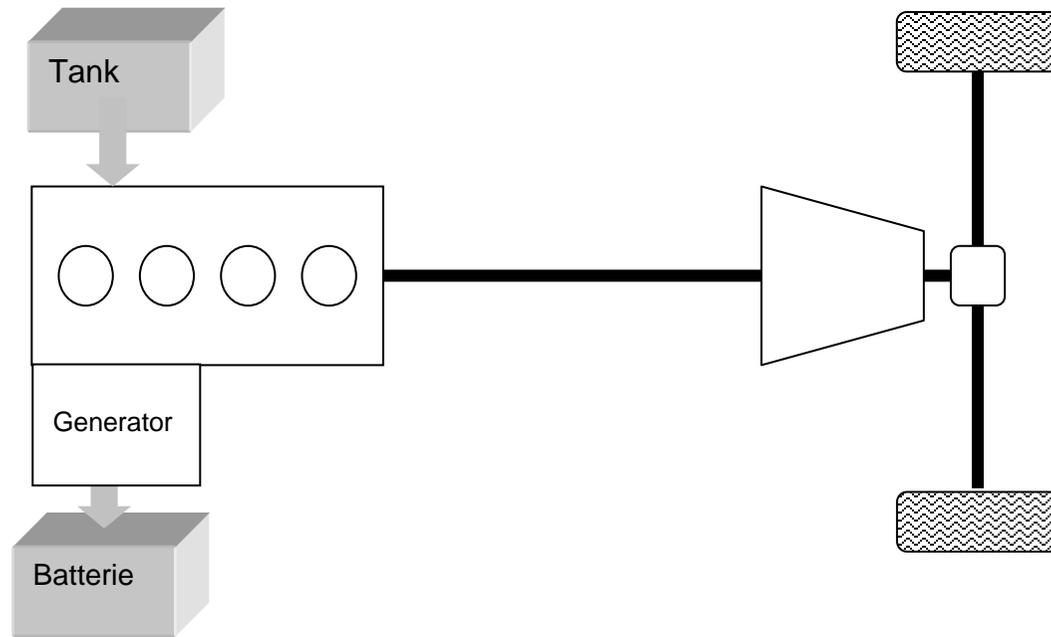


Plug-In-Hybrid:

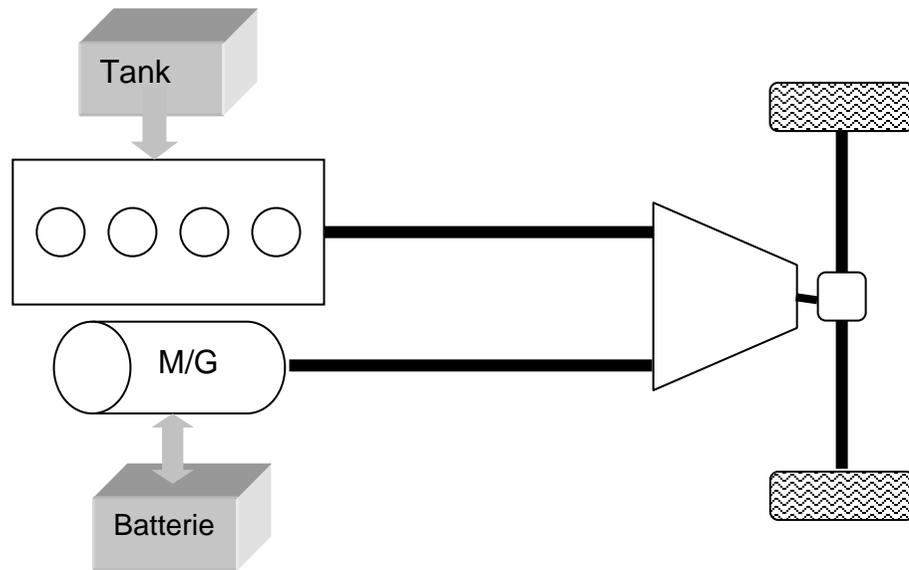


Mögliche Anordnungen für Full-Hybridantriebe

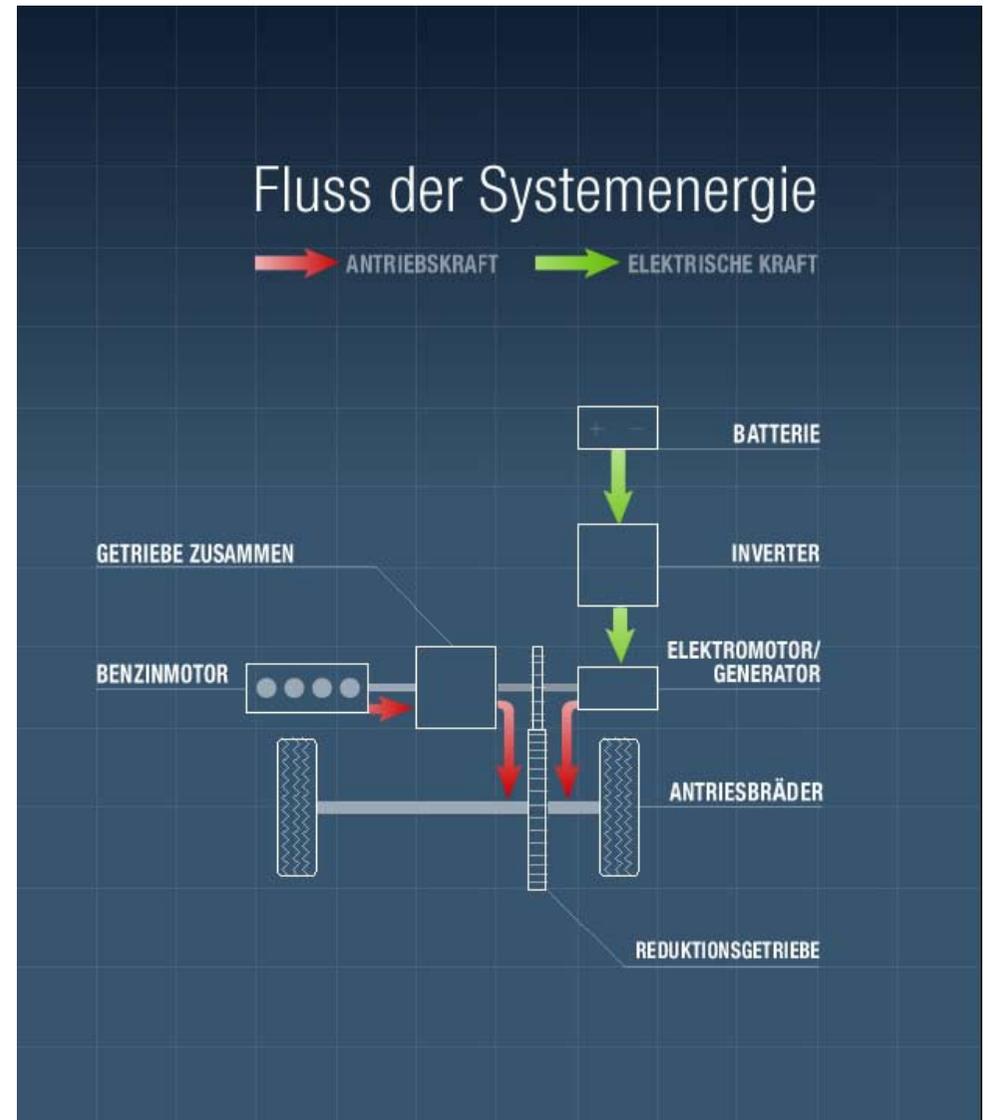
Konventioneller Antrieb mit Verbrennungsmotor:

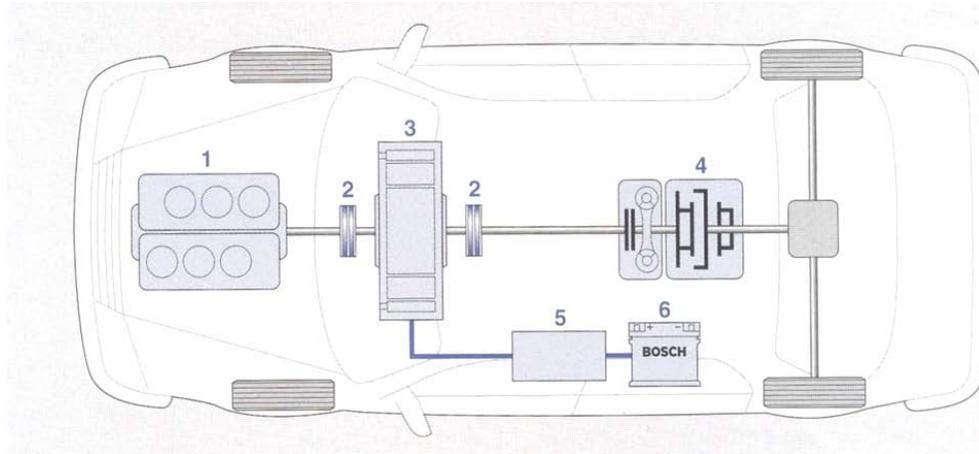


Parallel-Hybrid:



Der Elektromotor kann direkt an der Kurbelwelle angeflanscht (als Kurbelwellen-Starter-Generator) oder durch einen Riemen-Trieb mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt sein. Beide Antriebsquellen können sowohl gemeinsam wie auch einzeln zur Bewegung des Fahrzeugs eingesetzt werden. Da nur ein Elektromotor vorhanden ist, kann das Fahrzeug nicht gleichzeitig elektrisch betrieben und die Batterie aufgeladen werden.

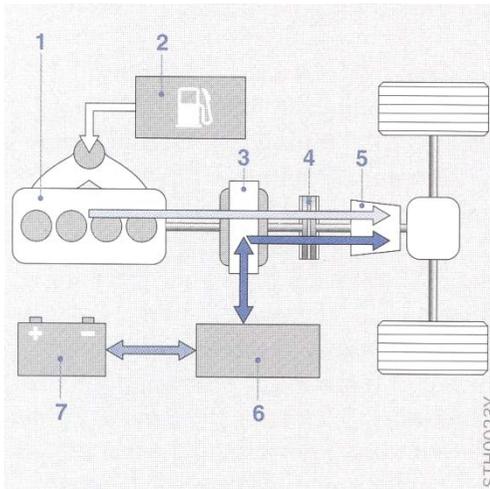




- 1 Verbrennungsmotor
 - 2 Kupplung
 - 3 Elektrische Maschine
 - 4 Getriebe
 - 5 Inverter
 - 6 Batterie
- Quelle: Bosch

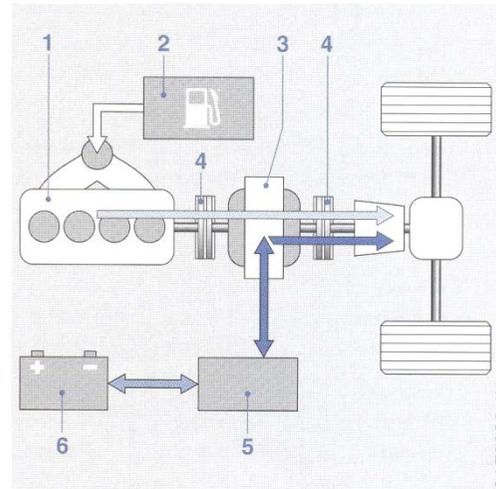
STH0014Y

Parallelhybrid mit einer Kupplung (P1-HEV): Parallelhybrid mit zwei Kupplungen (P2-HEV): Parallelhybrid mit Doppelkupplungsgetriebe



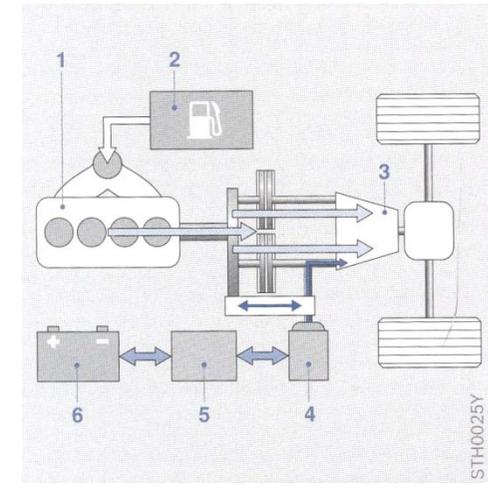
STH0023Y

- 1 Verbrennungsmotor
 - 2 Tank
 - 3 Elektrische Maschine
 - 4 Kupplung
 - 5 Getriebe
 - 6 Inverter
 - 7 Batterie
- Quelle: Bosch



SAF0093-1Y

- 1 Verbrennungsmotor
 - 2 Tank
 - 3 Elektrische Maschine
 - 4 Kupplung
 - 5 Inverter
 - 6 Batterie
- Quelle: Bosch



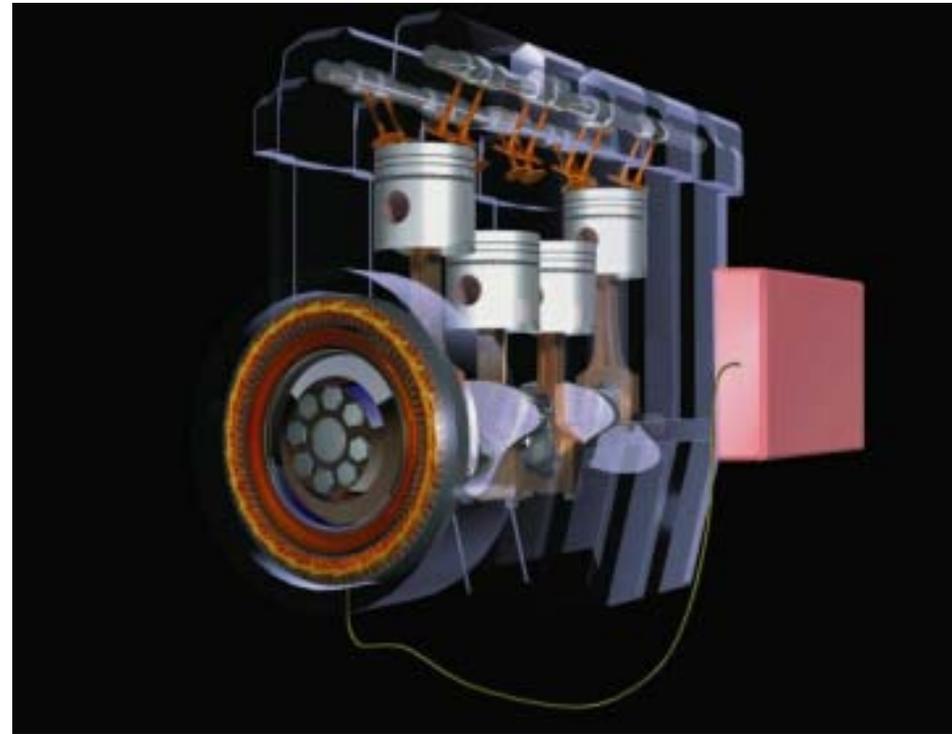
STH0025Y

- 1 Verbrennungsmotor
 - 2 Tank
 - 3 Getriebe
 - 4 Elektrische Maschine
 - 5 Inverter
 - 6 Batterie
- Quelle: Bosch

Beispiel 1: Kurbelwellenstartergenerator:



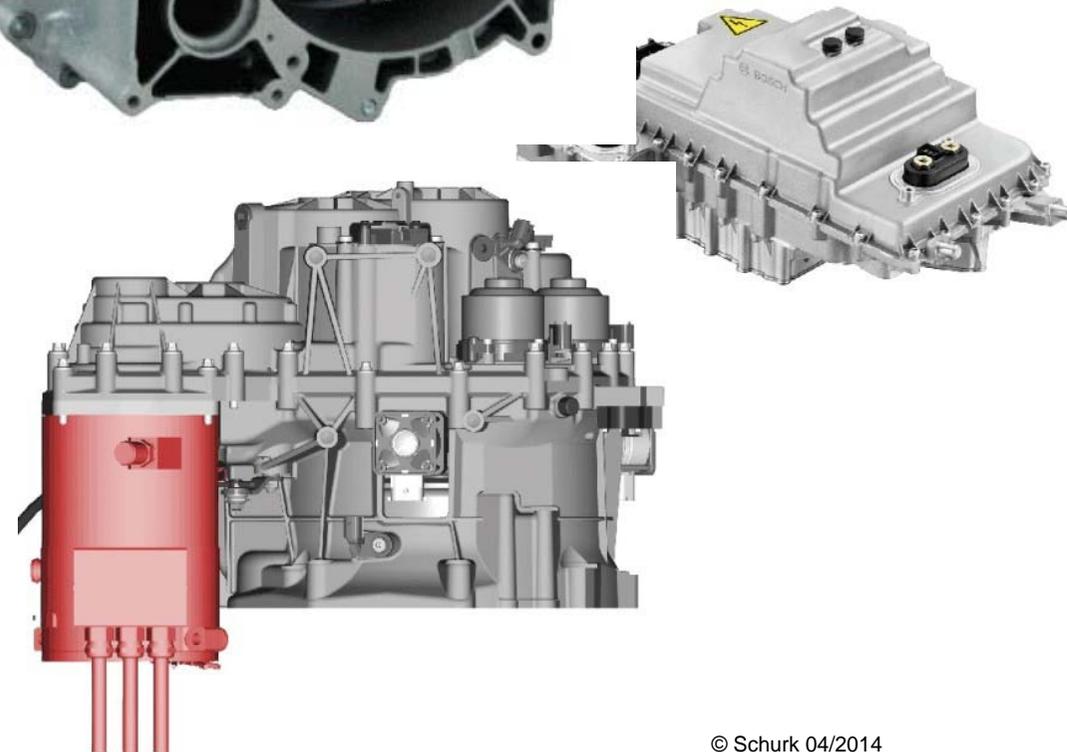
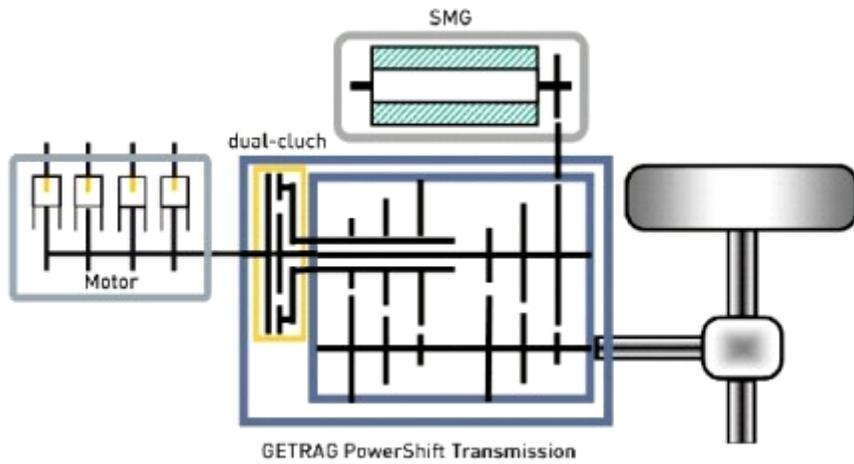
Dynastart (ZF)



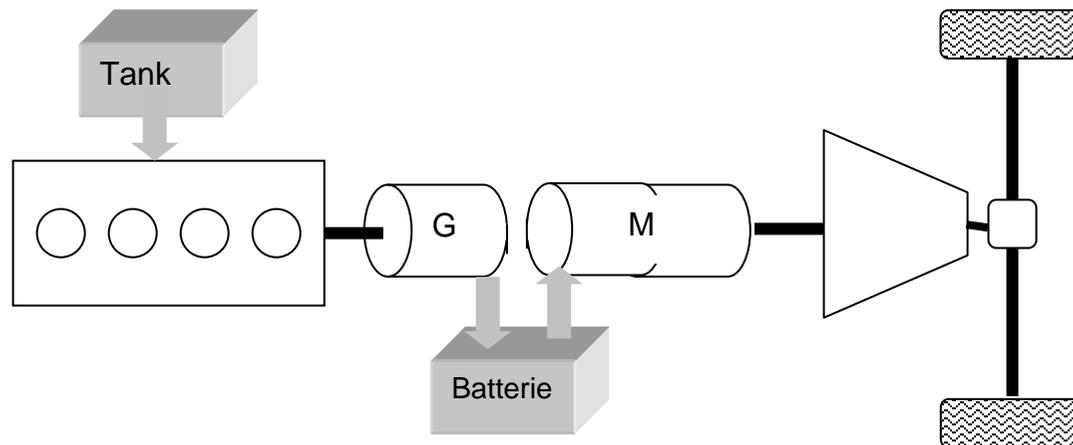
ISAD (Continental)

Beispiel 2: Torque-Split-Getriebe:

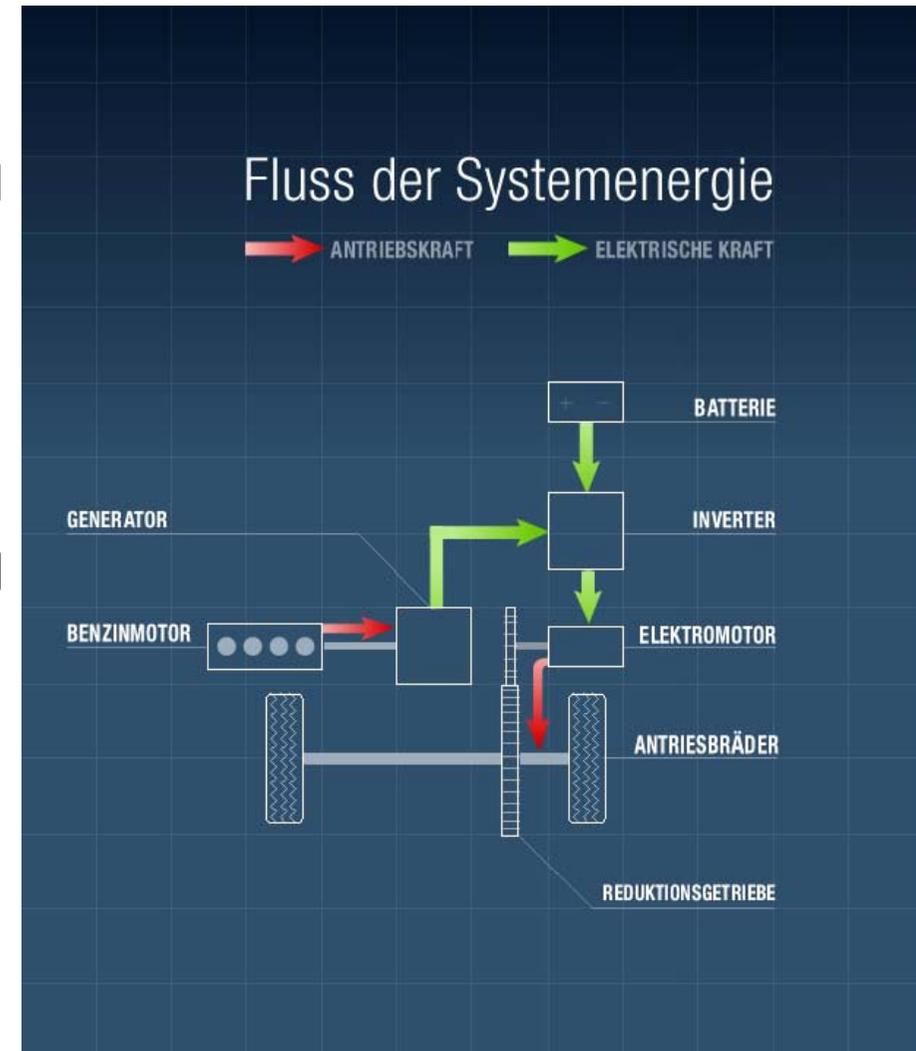
(Quelle: <http://www.hybrid-autos.info/Technik/Hybrid-Varianten/torquesplit-hybrid.html>, 23.02.2014 13:32)



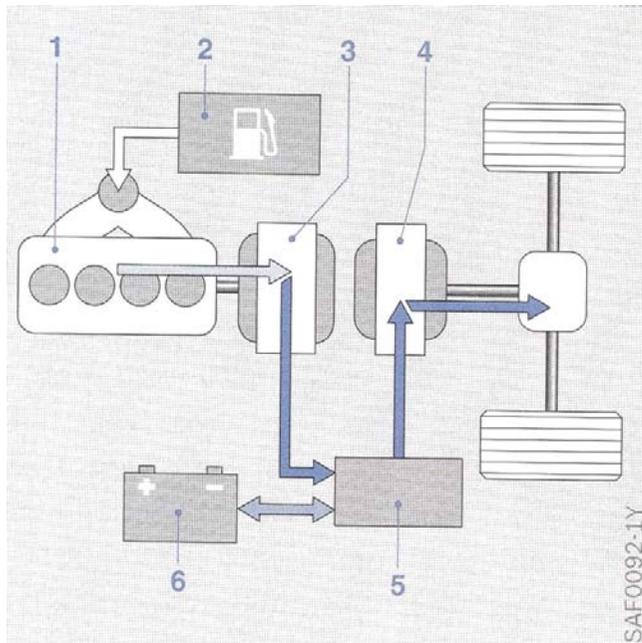
Seriell-Hybrid:



Es sind zwei elektrische Maschinen notwendig (ein Motor, ein Generator). Der Verbrennungsmotor kann unabhängig von den Fahranforderungen betrieben werden (Wirkungsgrad-optimierter Betrieb). Nachteil ist die mehrfache Energieumwandlung (Gesamtverlust bis zu 30 %). Einsatz heute nur in Omnibussen (mit großem Stopp and Go-Anteil) und in Diesellokomotiven.



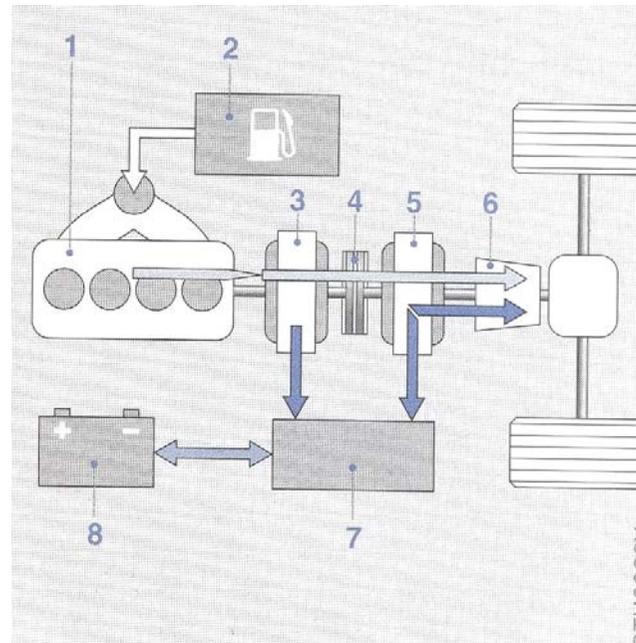
Serieller Hybrid:



- 1 Verbrennungsmotor
- 2 Tank
- 3 Generator
- 4 Elektromotor
- 5 Inverter
- 6 Batterie

Quelle: Bosch

Seriell-paralleler Hybrid:



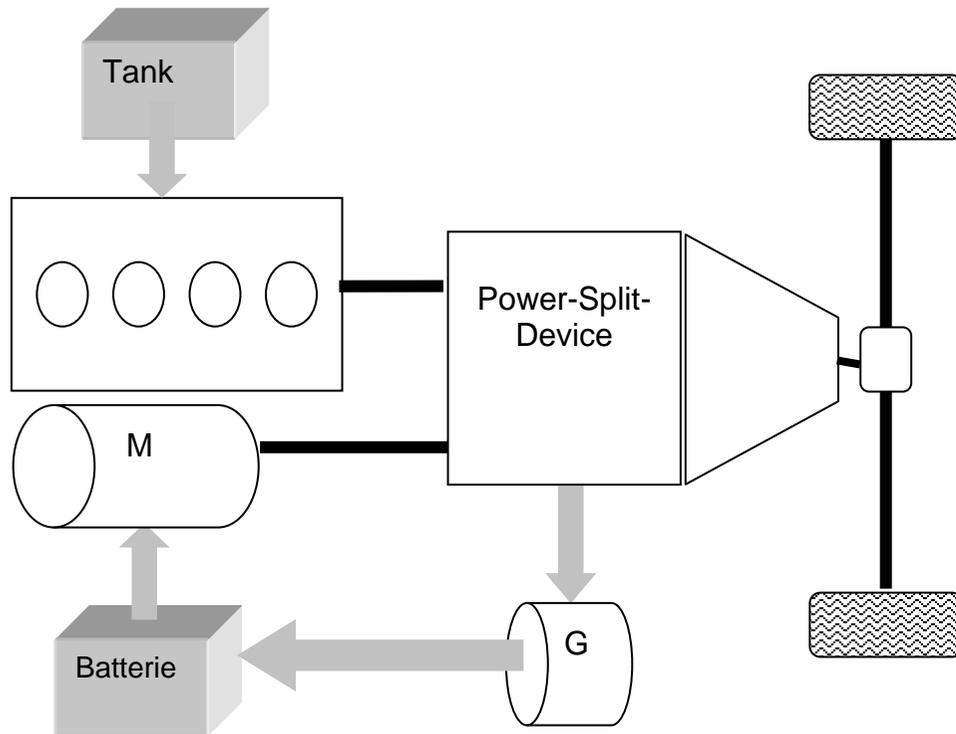
- 1 Verbrennungsmotor
- 2 Tank
- 3 Generator
- 4 Kupplung
- 5 Elektromotor
- 6 Getriebe
- 7 Inverter
- 8 Batterie

Quelle: Bosch

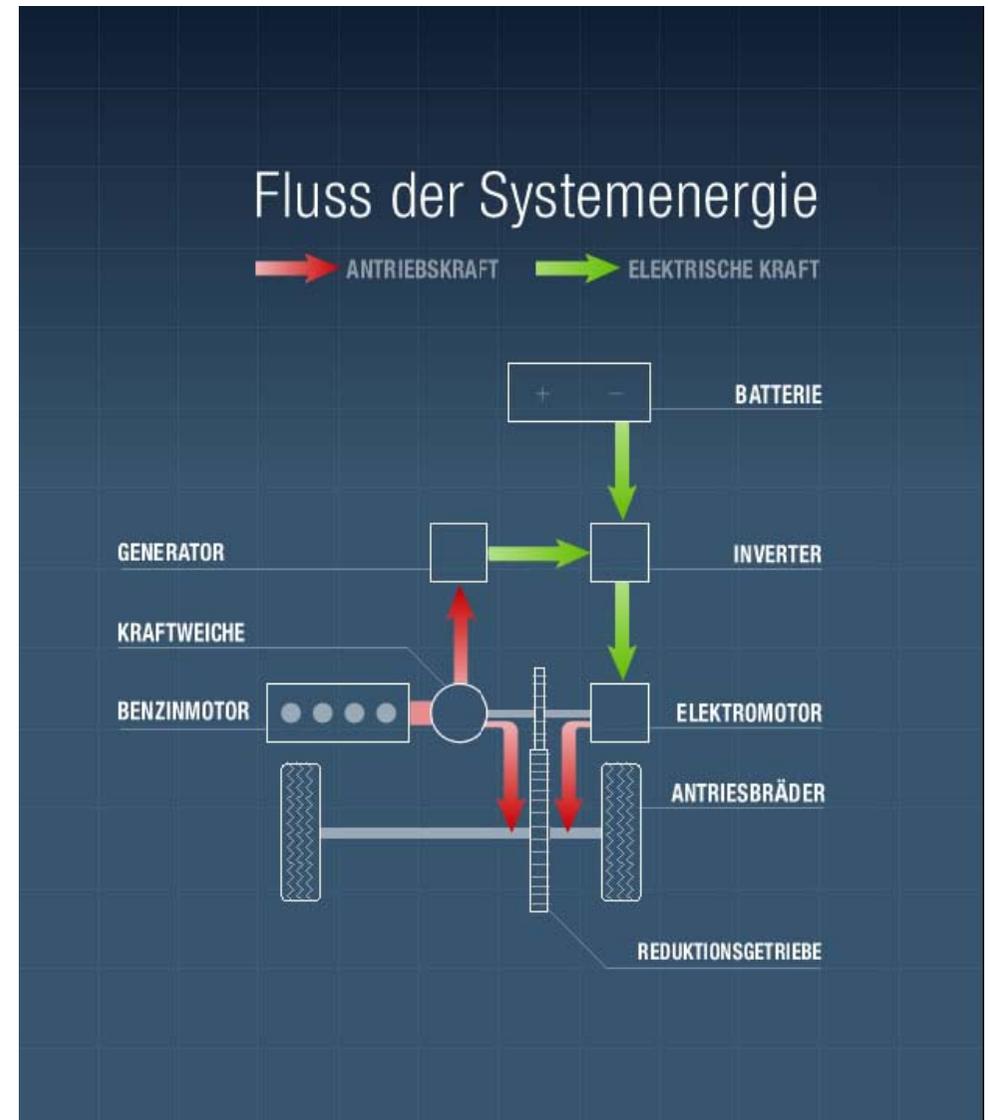
Beispiel: Opel Flextreme (2007), Flextreme GTE/Concept (2010)



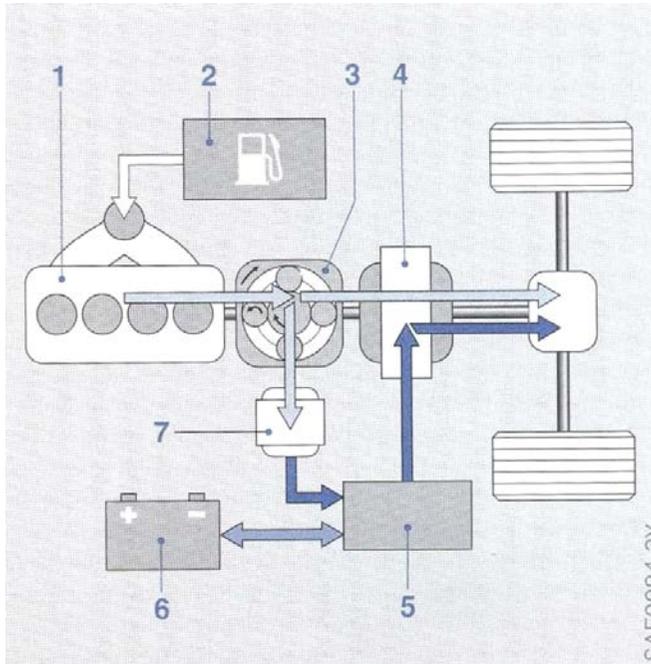
Power-Split-Hybrid (leistungsverzweigter Hybridantrieb):



Gleichzeitiger elektrischer Betrieb und Laden der Batterie möglich. Durch den Einsatz der Power-Split-Device (z.B. Planetengetriebe) kann der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors wie bei einer Kombination mit einem CVT-Getriebe in seinen optimalen Bereich verschoben werden (eCVT).



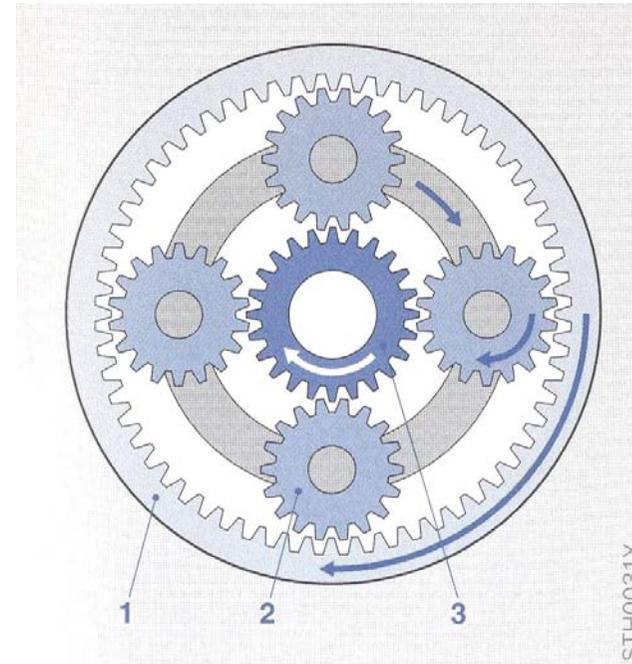
Leistungsverzweigter Hybridantrieb:



- 1 Verbrennungsmotor
- 2 Tank
- 3 Planetengetriebe
- 4 Elektromotor
- 5 Inverter
- 6 Batterie
- 7 Generator

Quelle: Bosch

Planetengetriebe:

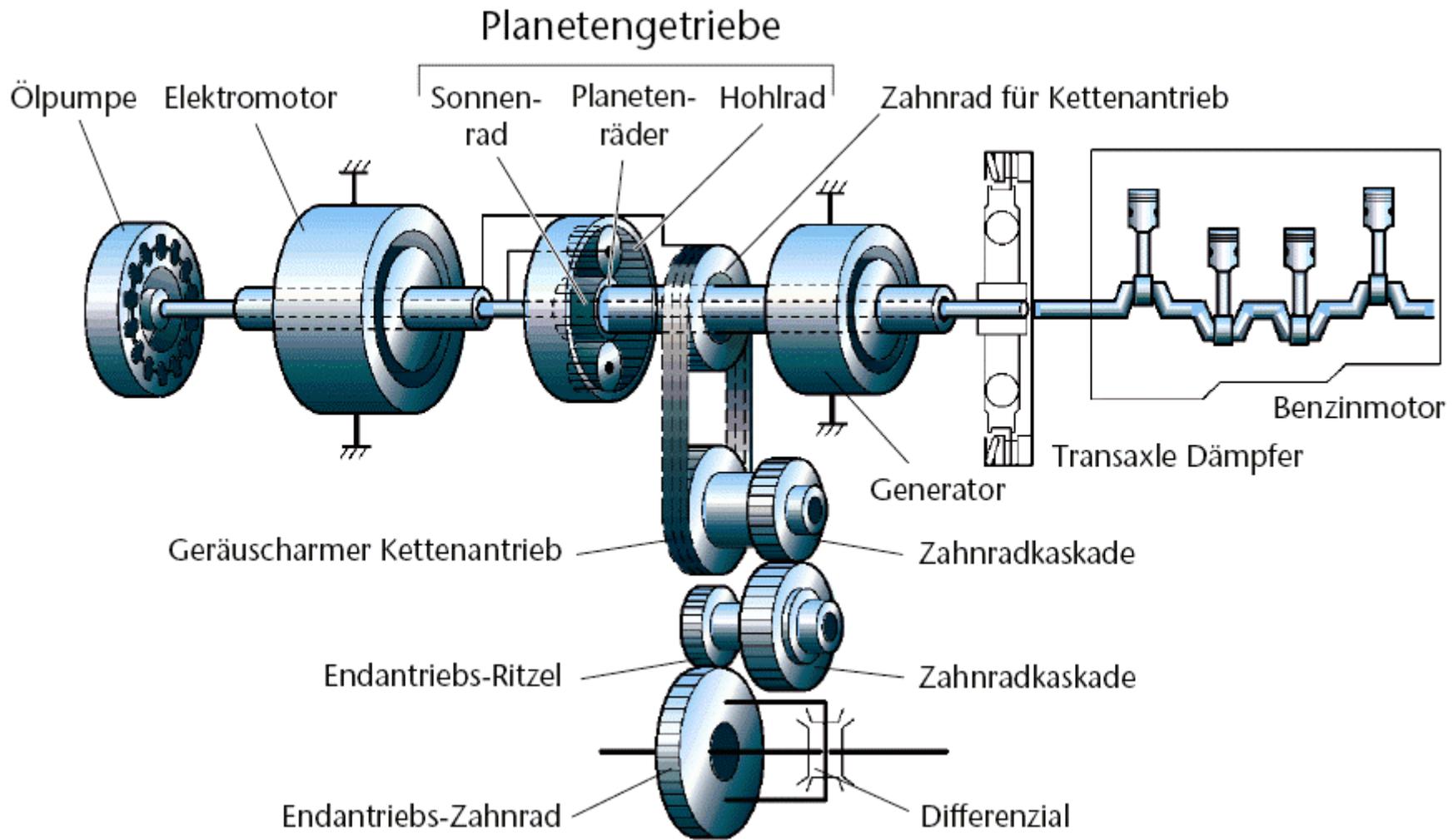


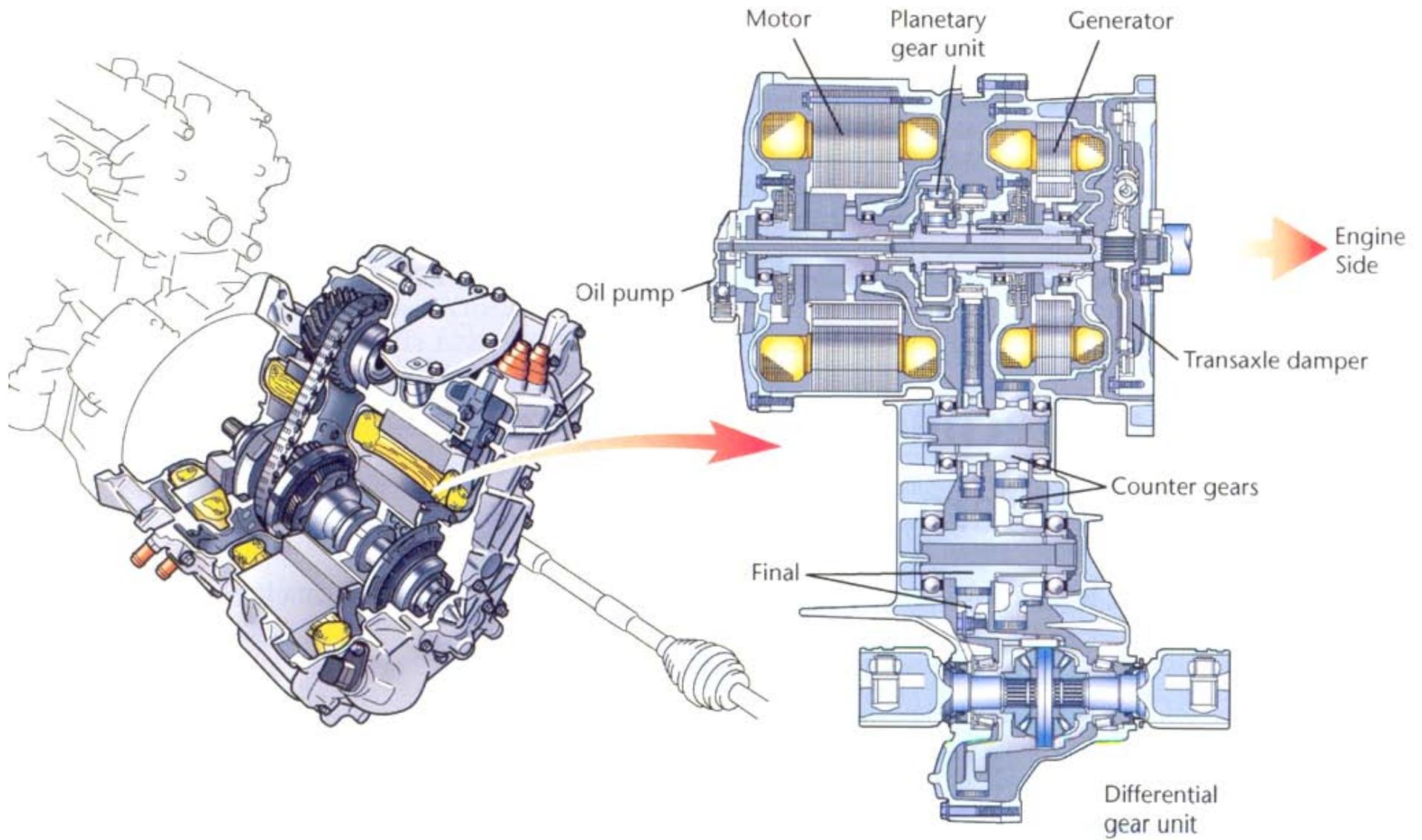
- 1 Hohlräder:
treibt die Antriebsachse an
- 2 Planetenräder:
treiben das Hohlräder an
- 3 Sonnenrad:
treibt den Generator an

Quelle: Bosch

Die Drehzahlen zweier Wellen legen die Drehzahl der dritten Welle fest (analog Momentenverhältnisse). Eine Leistungsübertragung im mechanischen Pfad ist nur möglich, indem die E-Maschine Leistung aufnimmt und in elektrische Leistung umwandelt. Mit einer zweiten E-Maschine wird daher die anfallende elektrische Leistung direkt wieder in mechanische Leistung umgewandelt.

Beispiel 1: Toyota Prius Hybridgetriebe







ICE (Internal Combustion Engine)



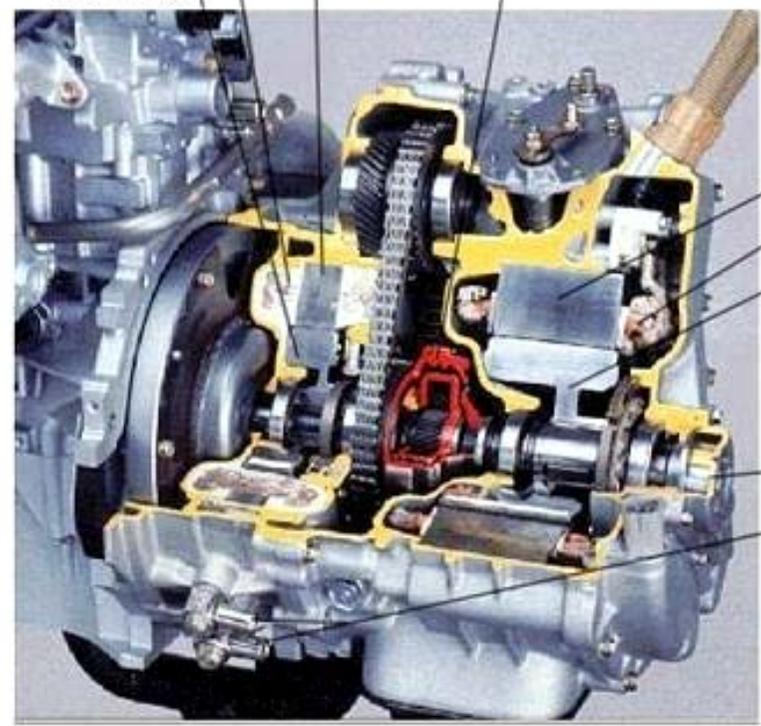
Ring Gear

Planetary Gears

Sun Gear

MG1 (Motor / Generator 1)
MG1 Windings
MG1 Rotor

PSD (Power Split Device)



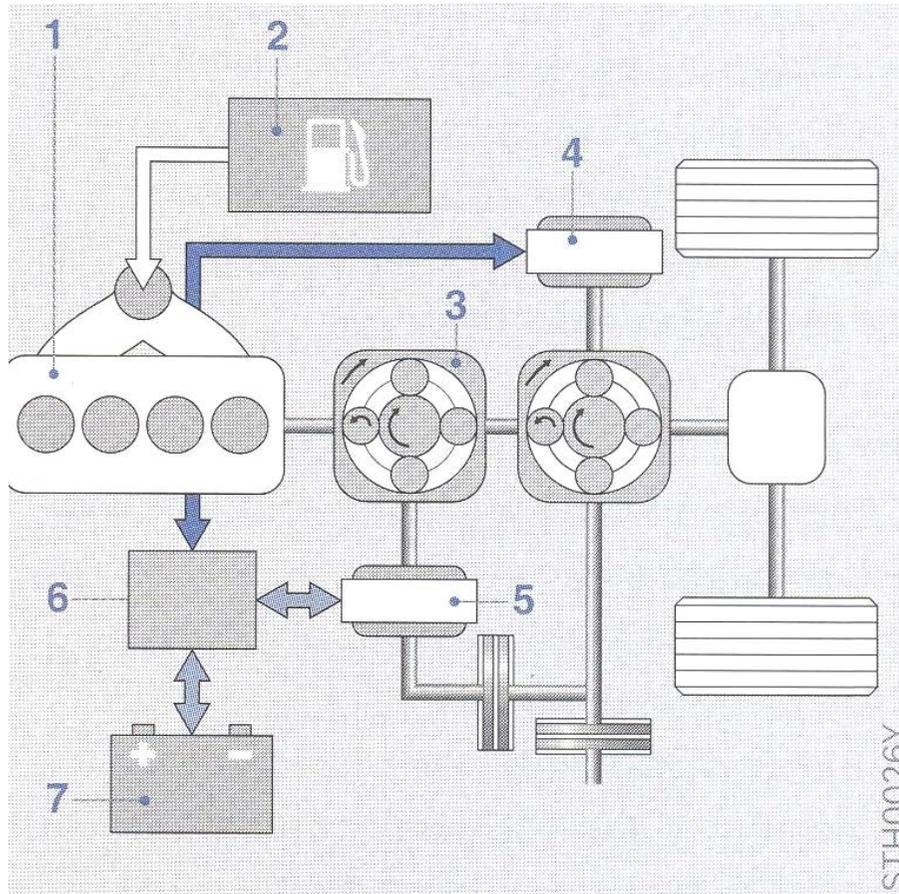
MG2 (Motor / Generator 2)
MG2 Windings
MG2 Rotor

Oil Pump
Coolant Fittings



Quelle: TOYOTA

Two Mode Hybrid:



- 1 Verbrennungsmotor
- 2 Tank
- 3 Planetengetriebe
- 4 Elektromotor 1
- 5 Elektromotor 2
- 6 Inverter
- 7 Batterie

Quelle: Bosch

Beispiel 2: Two mode Hybrid (Global Hybrid Cooperation BMW, GM, Mercedes):

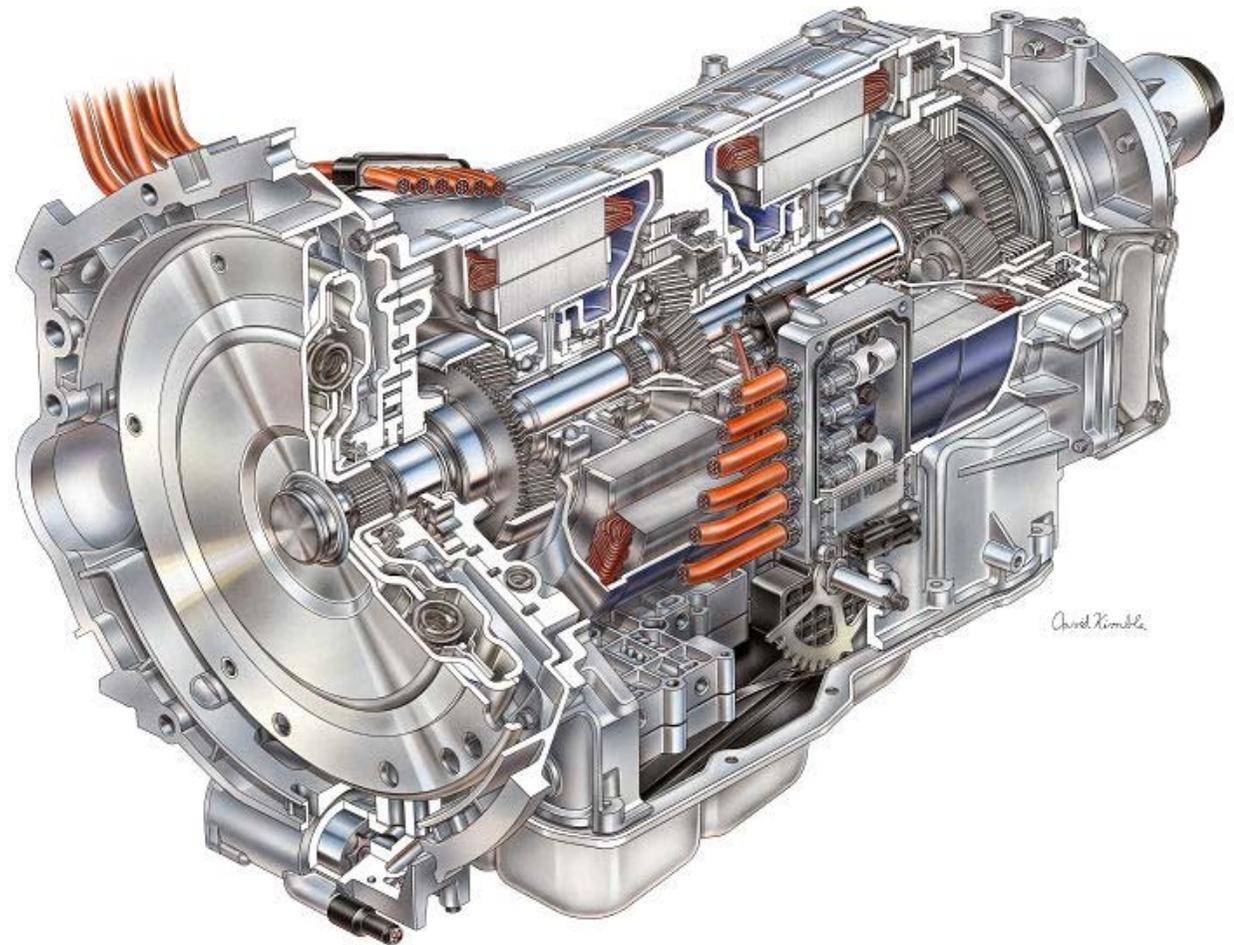
Zwei Betriebsarten für niedrige und hohe Geschwindigkeiten

Elektrisch gesteuertes stufenloses Getriebe (EVT - Electric Continuously Variable Transmission) mit zusätzlich vier Gangarten mit festem Übersetzungsverhältnis

1. Input Split Mode:
Bei niedrigen Geschwindigkeiten kann das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, elektrisch oder mit beiden Antriebsarten betrieben werden (Full Hybrid). Eine elektrische Maschine arbeitet als Generator, die andere als Motor.
2. Bei höheren Geschwindigkeiten oder größerer Last läuft der Verbrennungsmotor dauernd.

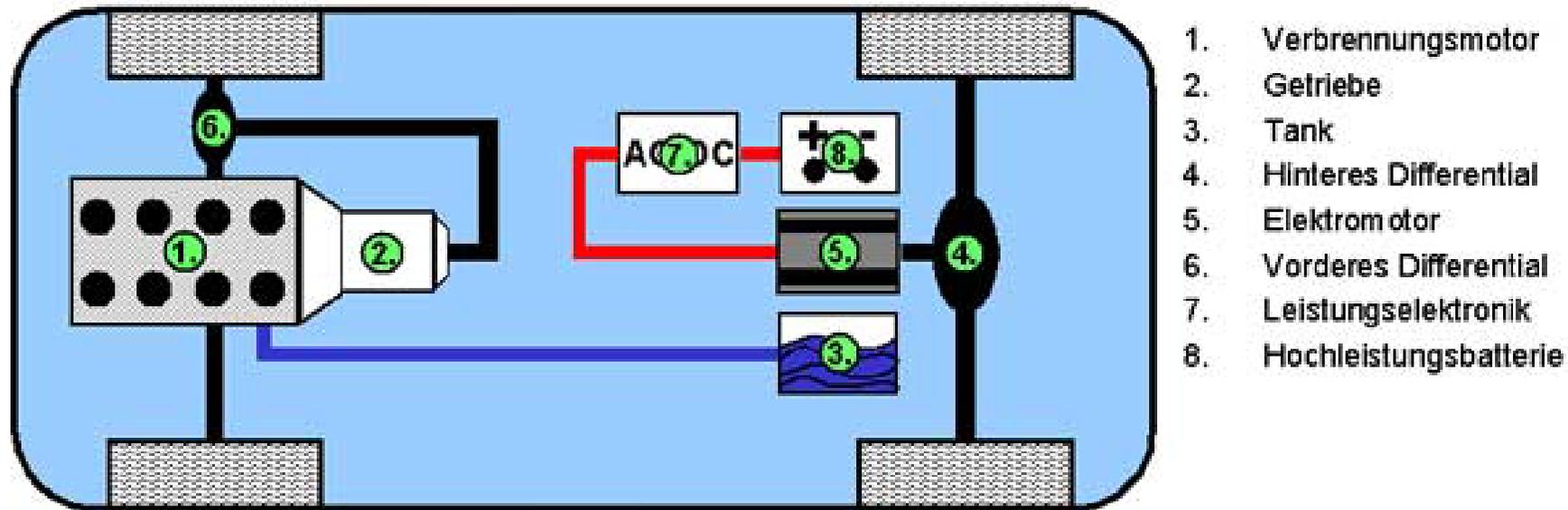
Ziel: Erzielung eines hohen Wirkungsgrades und einer optimalen Leistungsausbeute

Besonders geeignet für anspruchsvolle Anwendungen, wie z.B.
beim Anhängerbetrieb,
beim Befahren von Steigungen,
bei schwerer Beladung

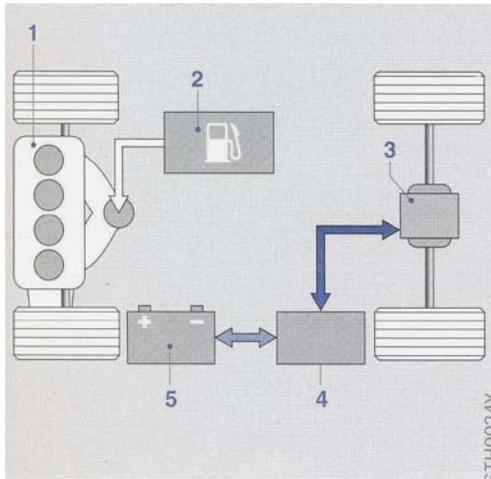


Axle-Split-(Parallel-)Hybrid oder Through the Road Hybrid (TTR):

<http://www.hybrid-autos.info/Technik/Hybrid-Varianten/axlesplit-hybrid-technische-beschreibung.html>; 23.02.2014 13:51

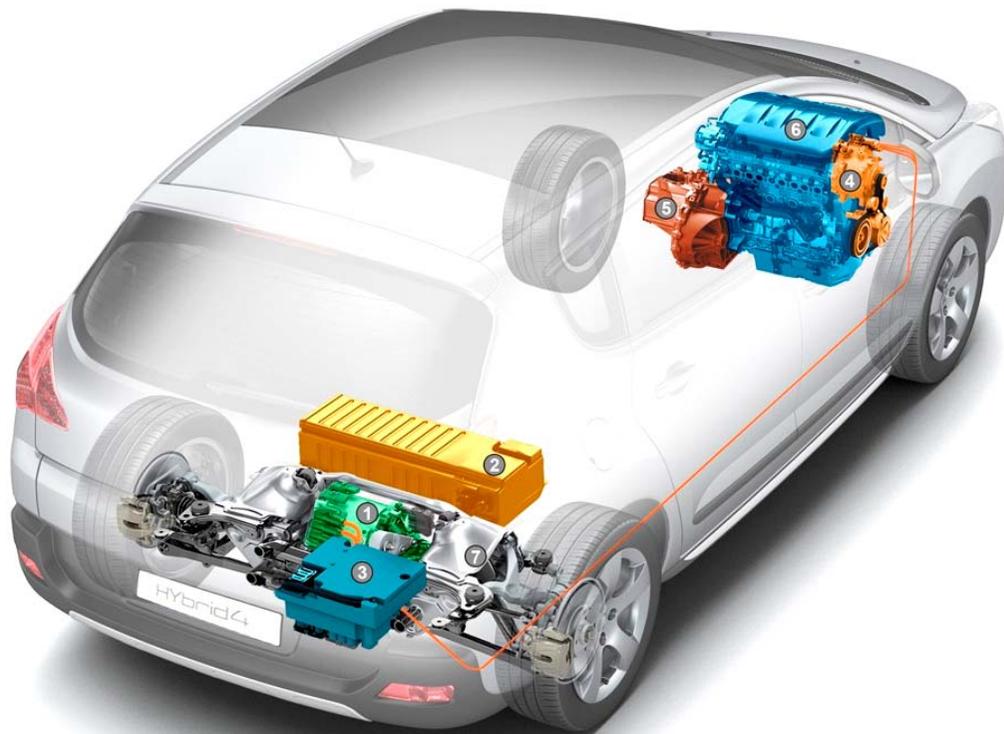


Eine Achse wird konventionell betrieben, eine elektrisch. Vorteilhaft ist eine elektrische Vorderachse, da beim Bremsen ein Großteil des Fahrzeuggewichts auf die Vorderachse verlagert wird. Somit lassen sich höhere Bremsmomente mittels des Elektromotors im Generatorbetrieb realisieren.

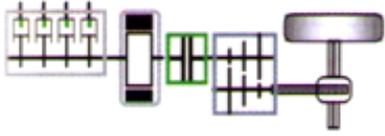
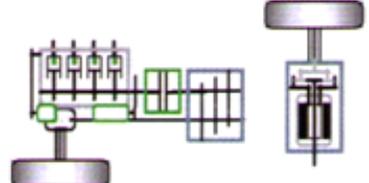
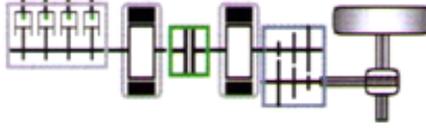
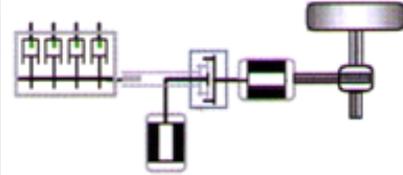
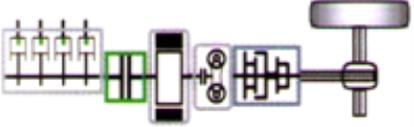
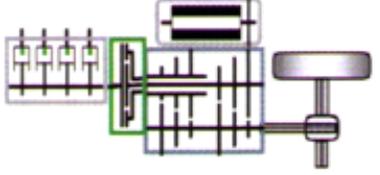


- 1 Verbrennungsmotor
 - 2 Tank
 - 3 Elektromotor
 - 4 Inverter
 - 5 Batterie
- Quelle: Bosch

TTR Peugeot 3008 Hybrid 4:



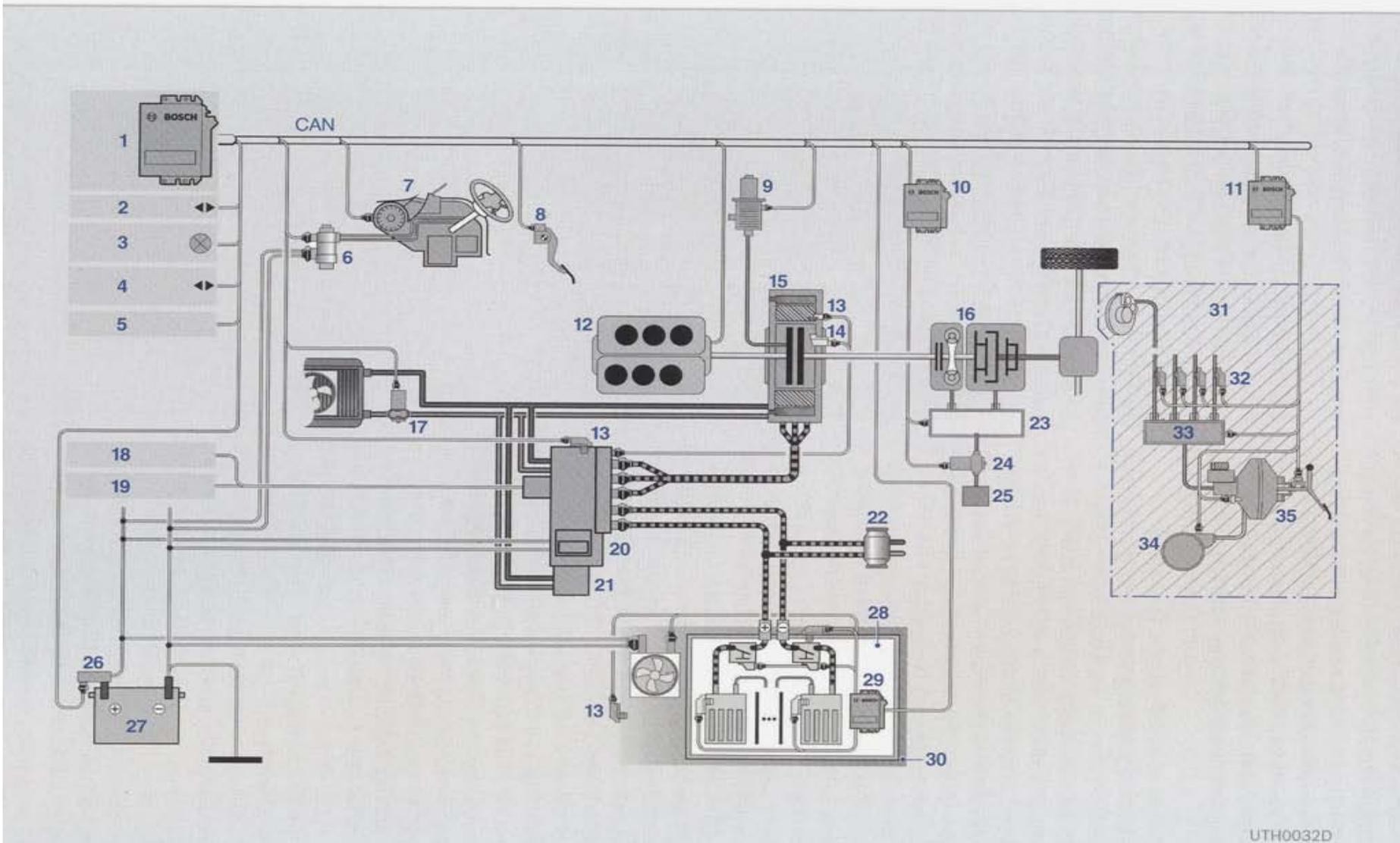
Zusammenfassung:

Parallel Hybride		Parallel-Seriell	Serielle Hybride	Leistungsverzweigende Hybride
<p>P1/Mild-Hybrid</p>  <p>Komfortabler Motorstart, Boosten, Rekuperation</p>	<p>Axle-Split</p>  <p>Elektrisches Fahren und zusätzlich elektrischer Allrad-Antrieb</p>	 <p>Bindeglied zwischen P2 und serielltem Hybrid, Wirkungsgrad-erhöhung mittels Durchkopplung des Verbrennungsmotors in guten Betriebspunkten</p>	 <p>Gute Effizienz im Stadtverkehr, Auslegung des elektrischen Antriebes bestimmt die Fahrperformance</p>	 <p>Hybridspezifischer Triebstrang, Planetengetriebe mit zwei elektrischen Maschinen ersetzt konventionelles Getriebe</p>
<p>P2/Full-Hybrid</p>  <p>Elektrisches Fahren, gute Integration für Längstribstränge</p>	<p>Torque-Split</p>  <p>Kostengünstige EM-Integration in das Getriebe</p>			

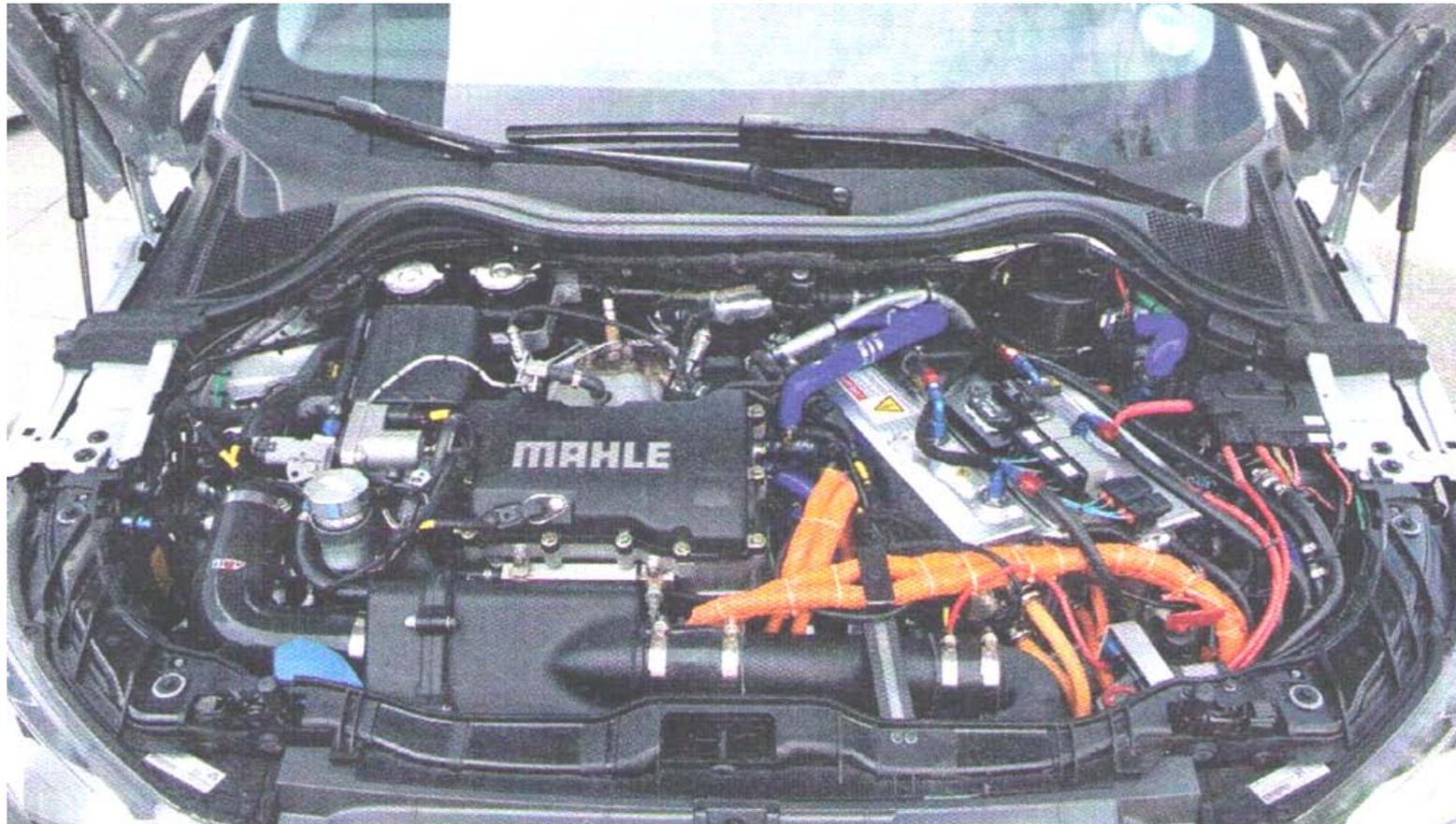
Stütze, Gröter, Lichtermann: Elektrifizierung auf dem Weg zur Großserie; atz elektronik 01/2011

Systembild eines Hybridmotors (Bosch: Hybridantriebe, 2008)

- | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1 Hybrid-Motronic | 8 Fahrpedalmodul | 15 E-Maschine | 22 Hochspannungsverbraucher | 29 Batteriesteuergerät |
| 2 CAN | 9 Kupplungsaktuator | 16 Automatikgetriebe | 23 Aktuatormodul | 30 Innenraumheizung |
| 3 Diagnoselampe | 10 Steuergerät Getriebe | 17 Kühlmittelpumpe | 24 Elektrische Ölpumpe | 31 Bremse (optional) |
| 4 Diagnoseschnittstelle | 11 Steuergerät ESP | 18 E-Antriebssteuerung | 25 Hydraulikölbehälter | 32 Drucksensor |
| 5 Wegfahrsperre | 12 Verbrennungsmotor | 19 Wegfahrsperre | 26 EBS | 33 Hydraulik |
| 6 Servopumpe | 13 Temperatursensor | 20 Pulswechselrichter | 27 Batterie 12 V | 34 Unterdruckpumpe |
| 7 Ventilator | 14 Lagesensor | 21 DC/DC-Wandler | 28 Traktionsbatterie | 35 Bremskraftverstärker |



Range-Extender:



Zweizylindermotor 30 kW; ca. 40 kg CO₂/km
Quelle: Zulieferer mit Range Exender, Automobilwoche 26, 10.12.2012

Urban



Mittelstrecken



Langstrecken



Verbrennungsmotor

Mikro-/Mild-/Voll-Hybrid

Plug-in/Range Extender/Elektrik

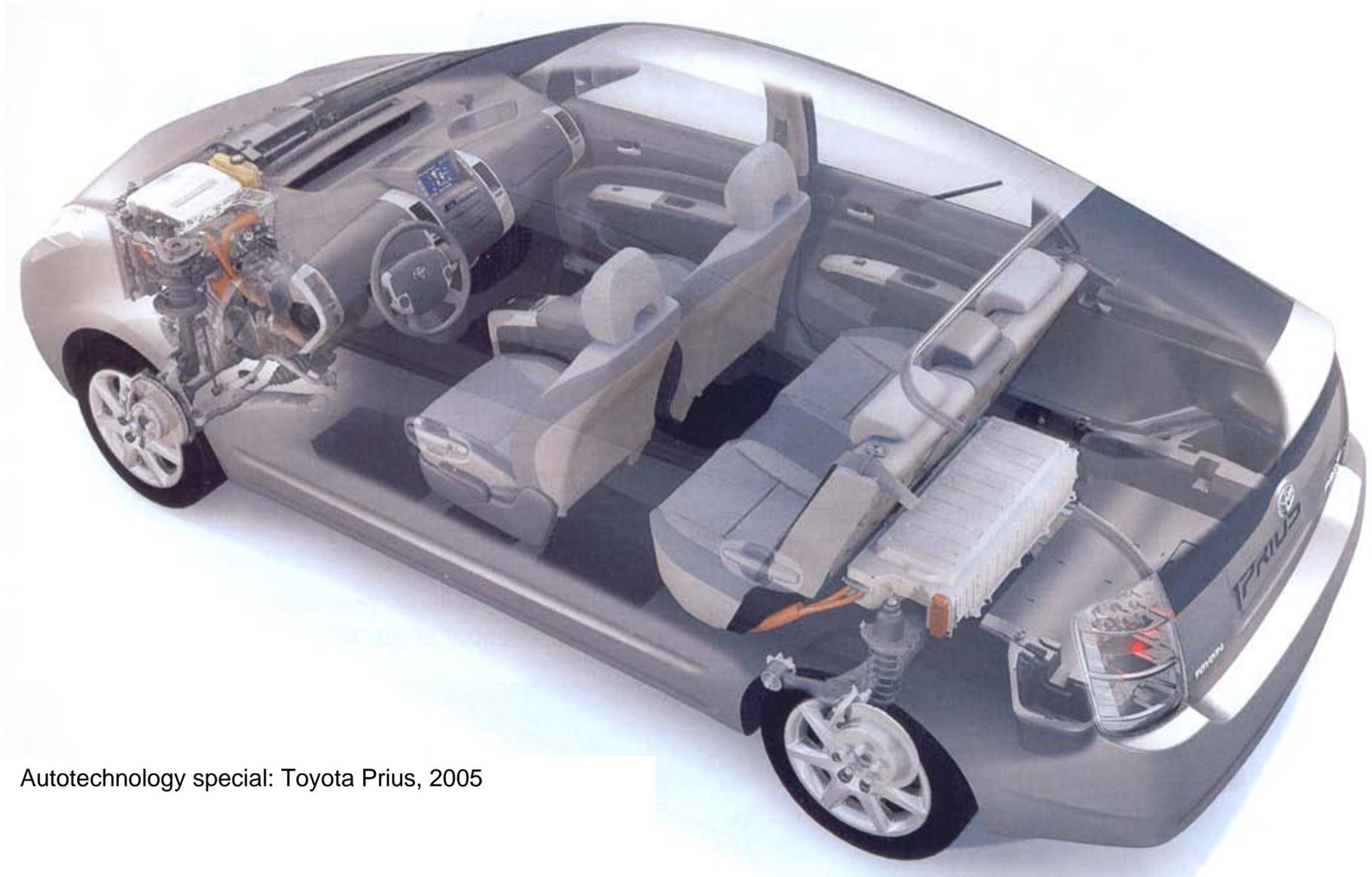
Brennstoffzelle

Vergleicht man die Einsatzbereiche unterschiedlicher Antriebssysteme, so ist die Dominanz des Verbrennungsmotors im Langstreckenbetrieb zu erkennen.

Burkhard Göschel: CO₂-freies Autofahren – ein Traum?; atz extra, 04/2011

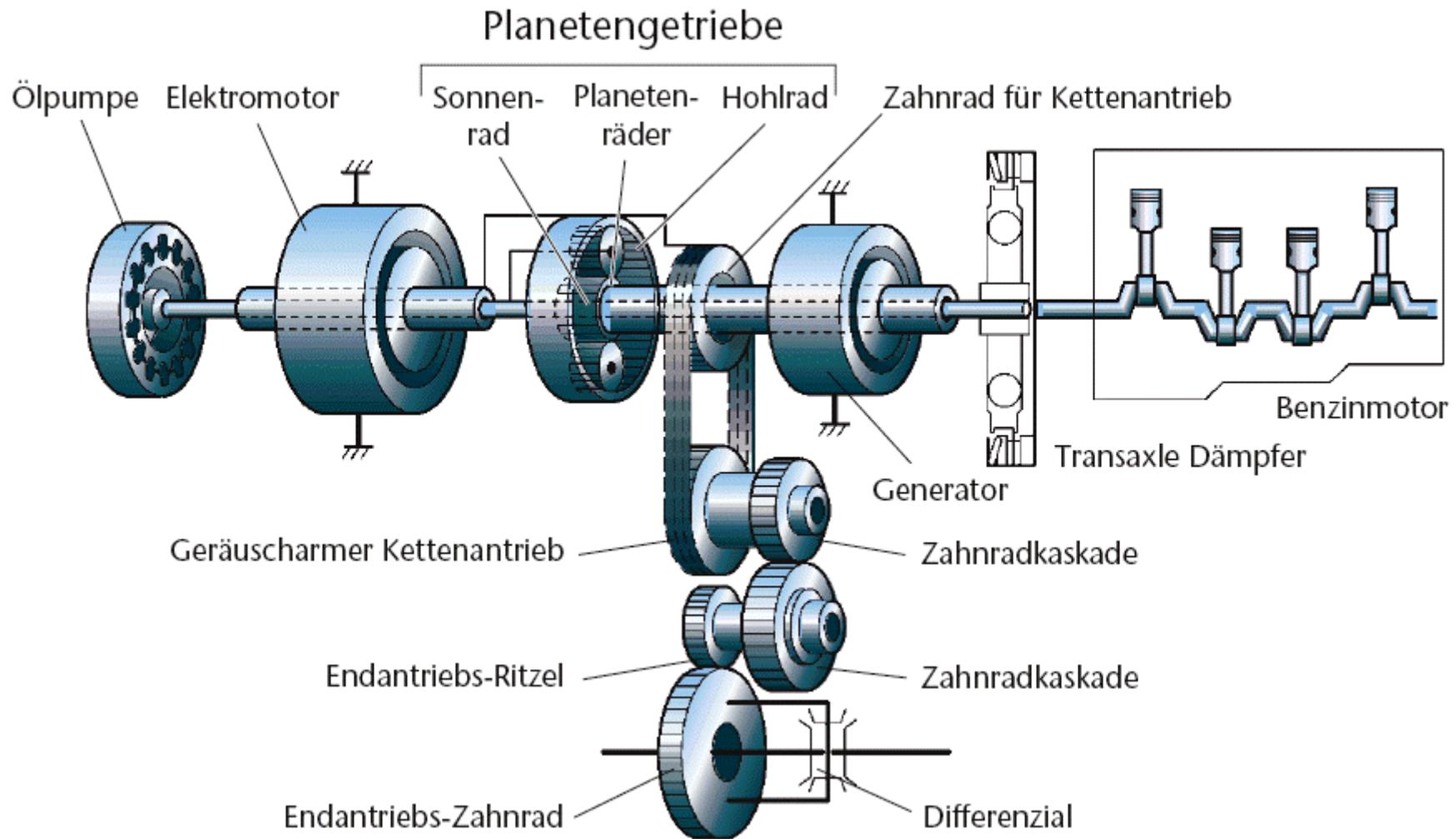
4. REALISIERUNGSBEISPIELE

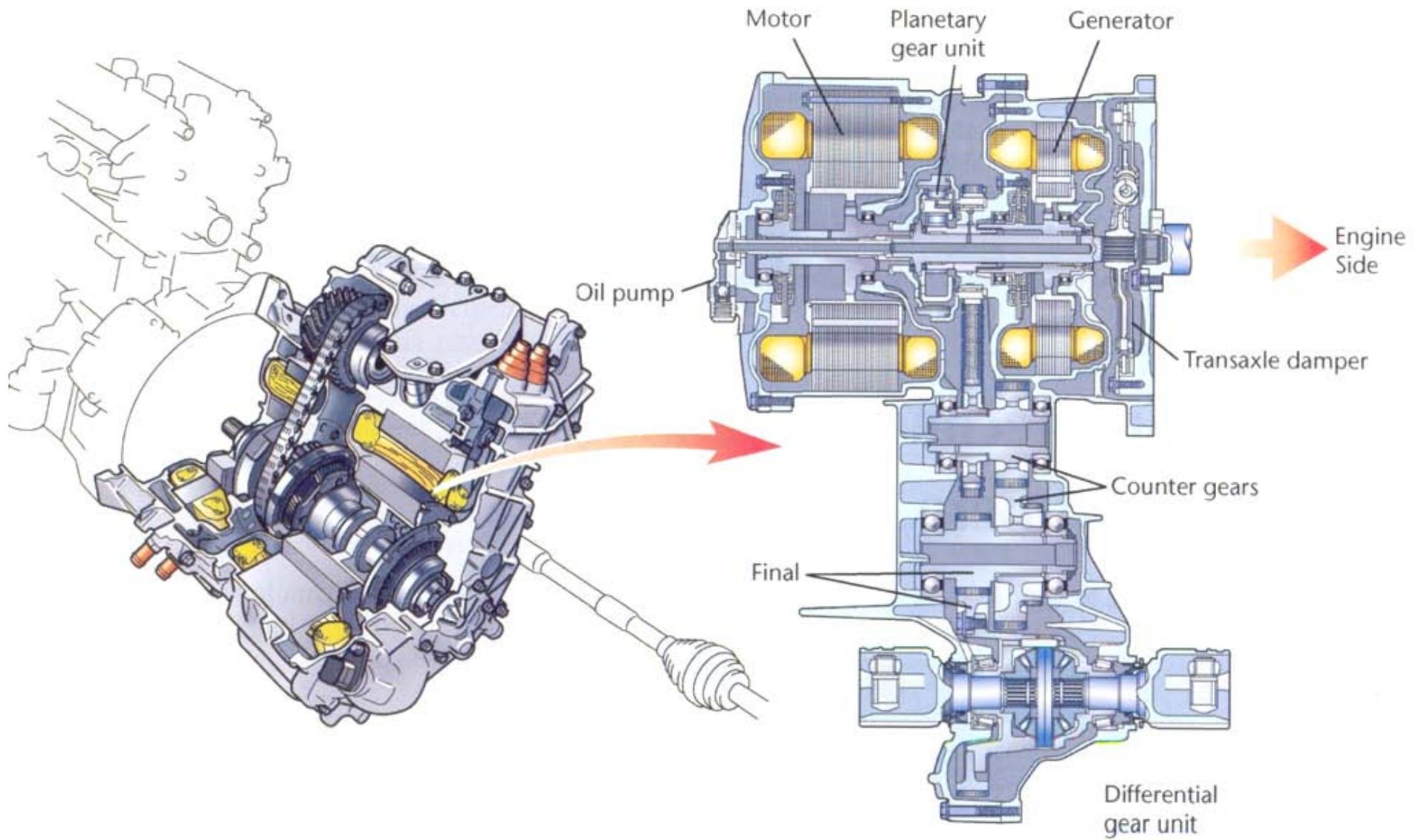
Toyota Prius

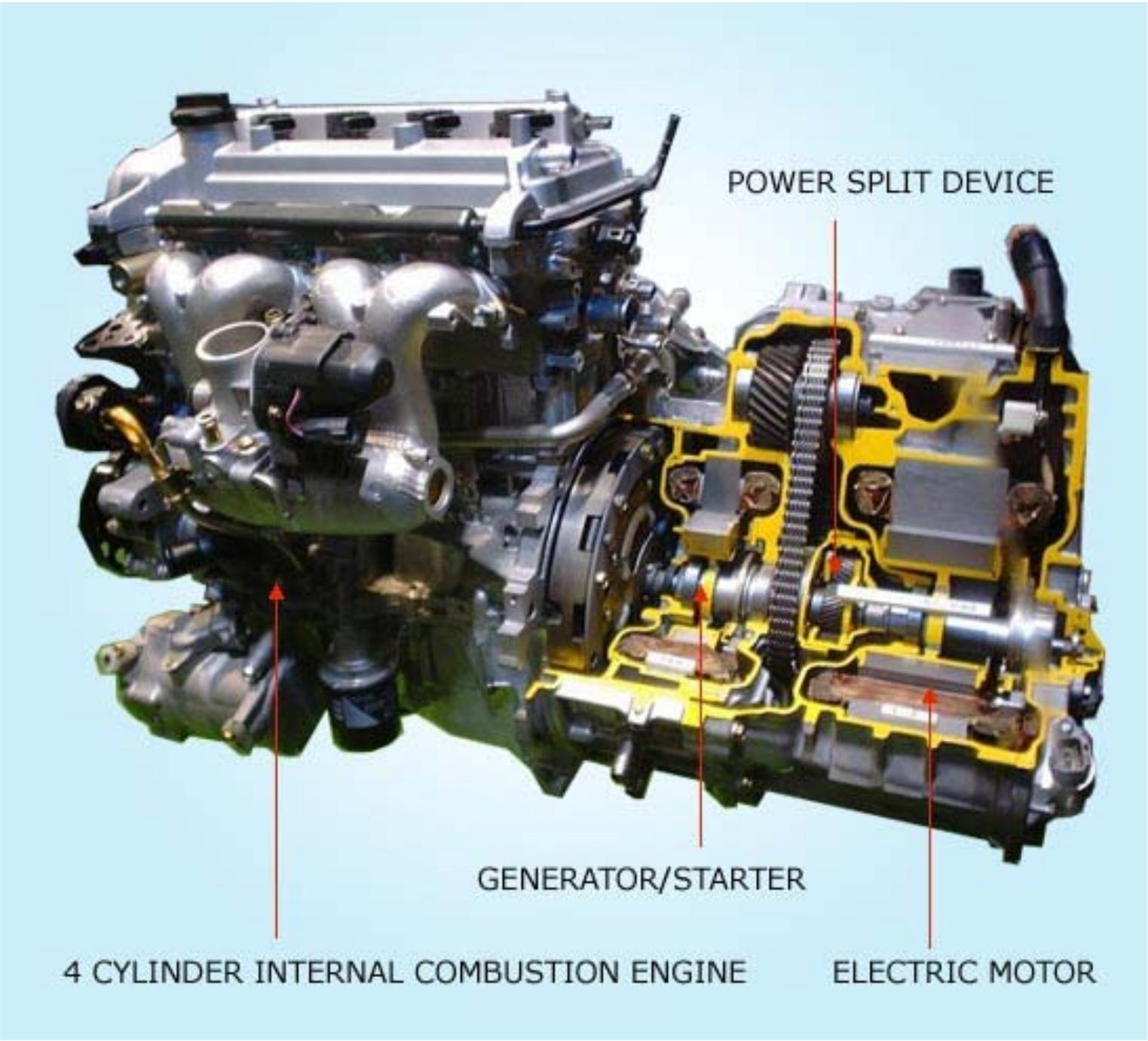


Autotechnology special: Toyota Prius, 2005

Hybrid-Getriebe im Toyota-Prius:









ICE (Internal Combustion Engine)



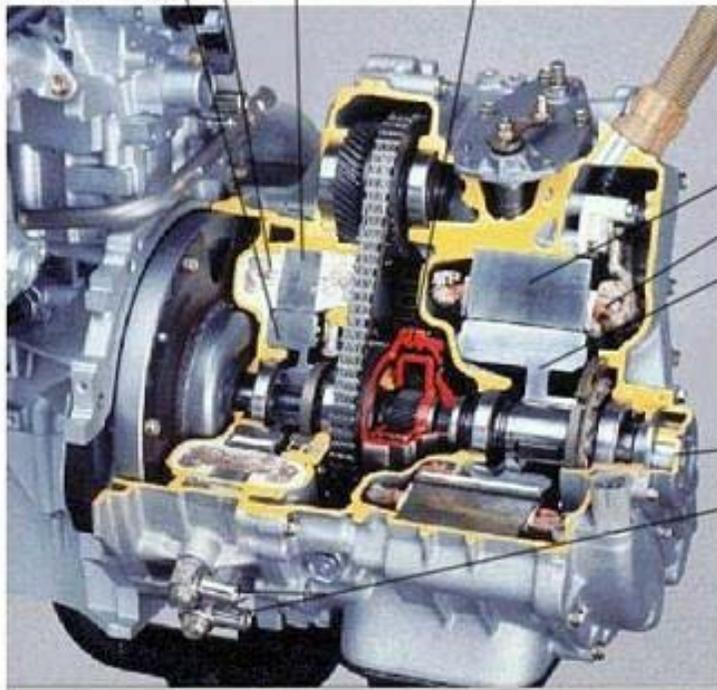
Ring Gear

Planetary Gears

Sun Gear

MG1 (Motor / Generator 1)
MG1 Windings
MG1 Rotor

PSD (Power Split Device)



MG2 (Motor / Generator 2)
MG2 Windings
MG2 Rotor

Oil Pump
Coolant Fittings





Battery-Stack Toyota, IAA 2011

Toyota Hybrid System II Überblick

NiMH Battery Pack: 201,6 V

500 V AC/DC Power Inverter und Booster

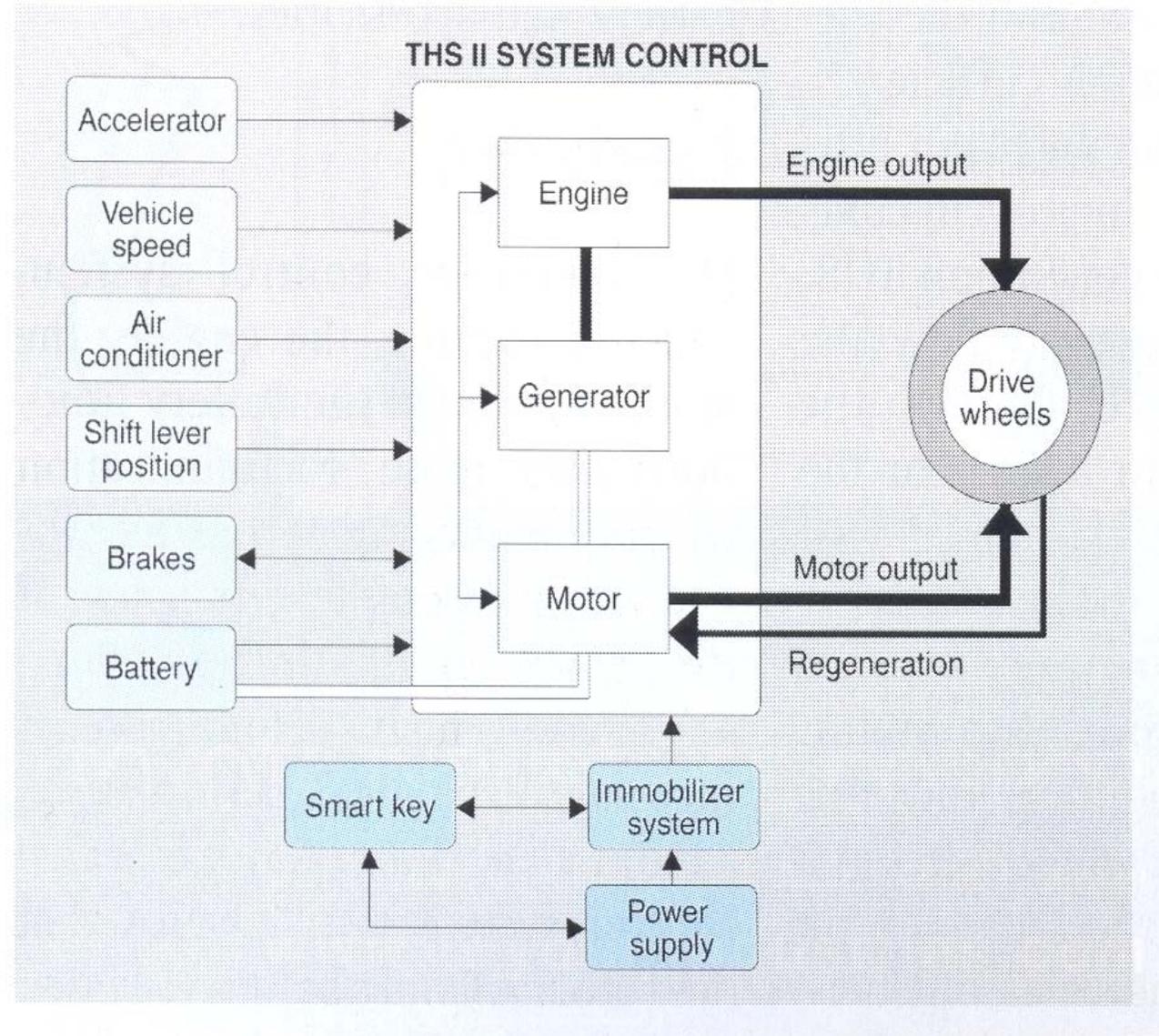
12 V Backup-Batterie für E-Lenkung und A/C

1,5 l, 57 kW Verbrennungsmotor

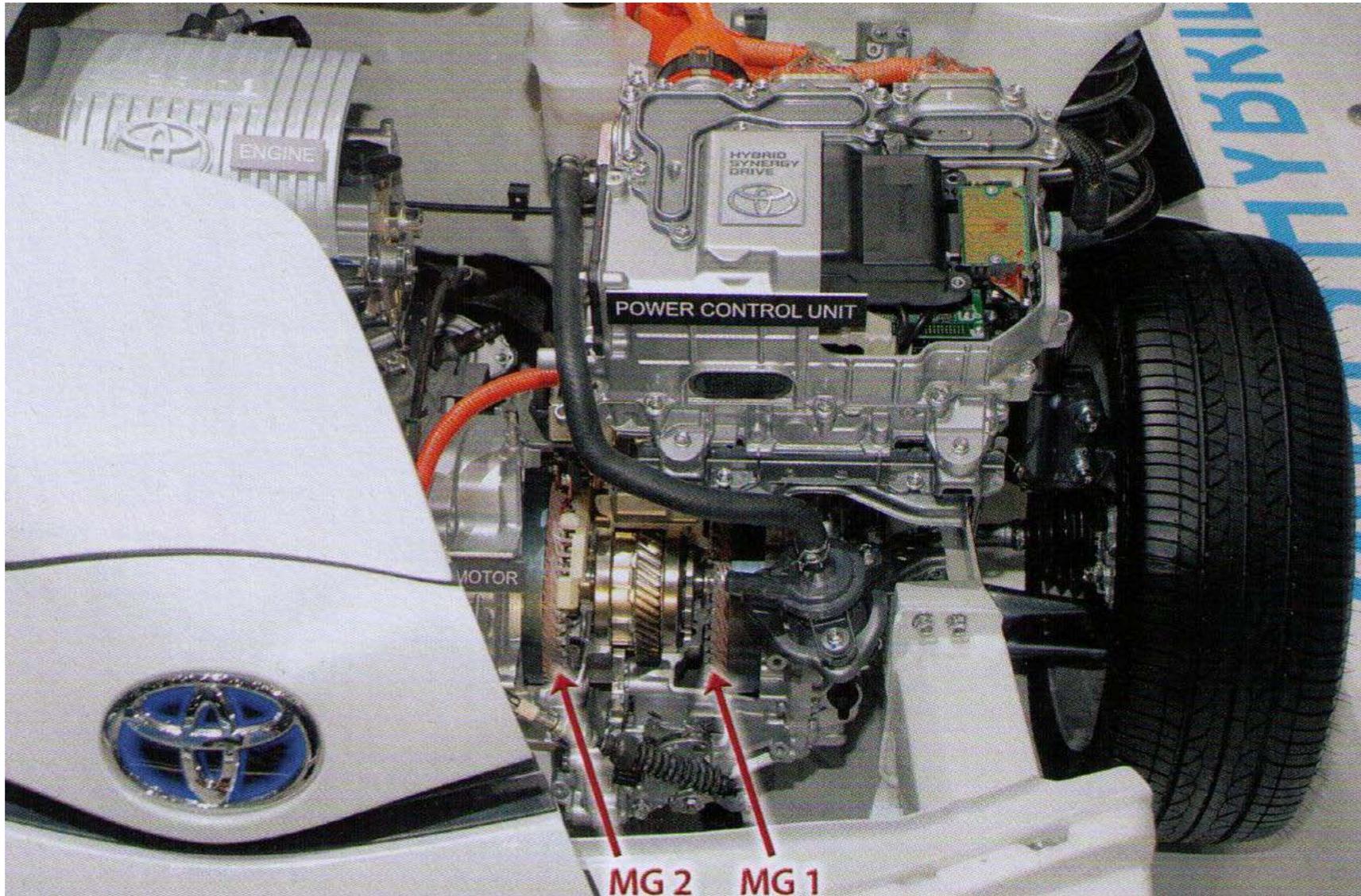
10 kW E-Motor/Generator

50 kW E-Motor/Generator

Power-Split-Device



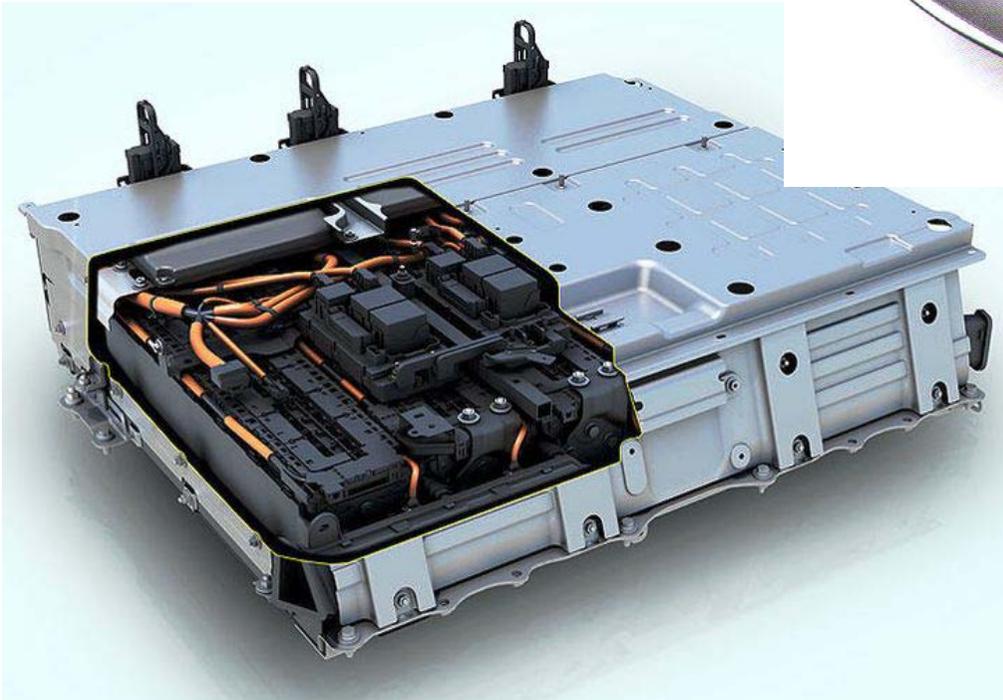
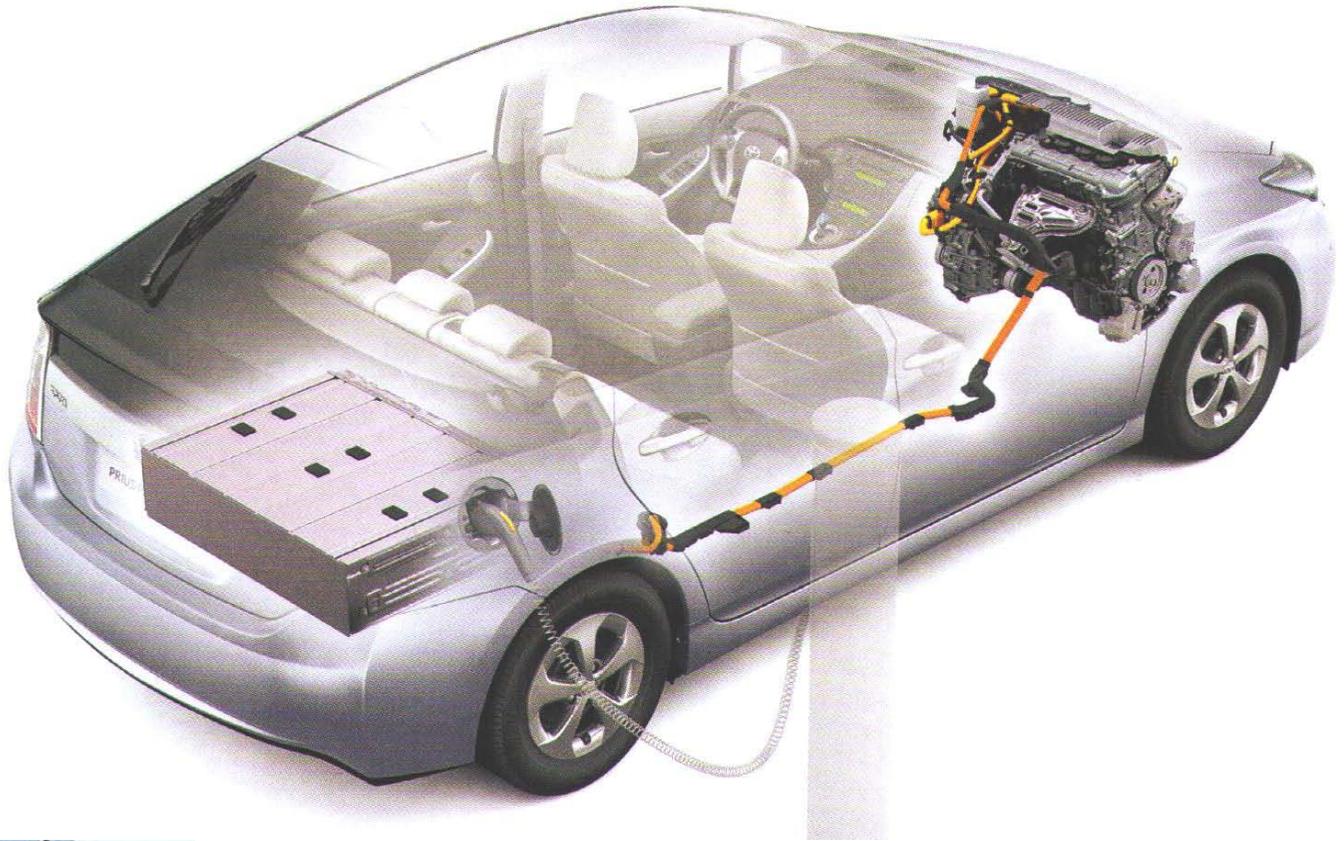
Toyota PHV:



Betriebspunkte des Verbrennungsmotors im NEFZ (Quelle: Peter Hofmann: Hybridfahrzeuge, Springer-Verlag 2010, Seite 255)

Toyota Plug-In-System:







Sobald sich eine Gelegenheit ergibt, kann man ihn an einer normalen Haushalts-Steckdose wieder aufladen. Eine volle Ladung benötigt nur 90 Minuten. Mit einer System-Gesamtleistung von 100 kW beschleunigt der Plug-in-Hybrid in 10,2 Sekunden von 0 auf 100 km/h und erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von 180 km/h. Dank der elektrischen Reichweite von gut 23 Kilometern erreicht er im Standard-Fahrzyklus einen bemerkenswert geringen Durchschnittsverbrauch von nur 2,1 Litern Benzin auf 100 Kilometern, was CO₂-Emissionen von nur 49 g/km entspricht.

Quelle:

http://www.toyota.de/cars/coming_soon/prius_plugin/index.tmex, 11.03.2012 09:58

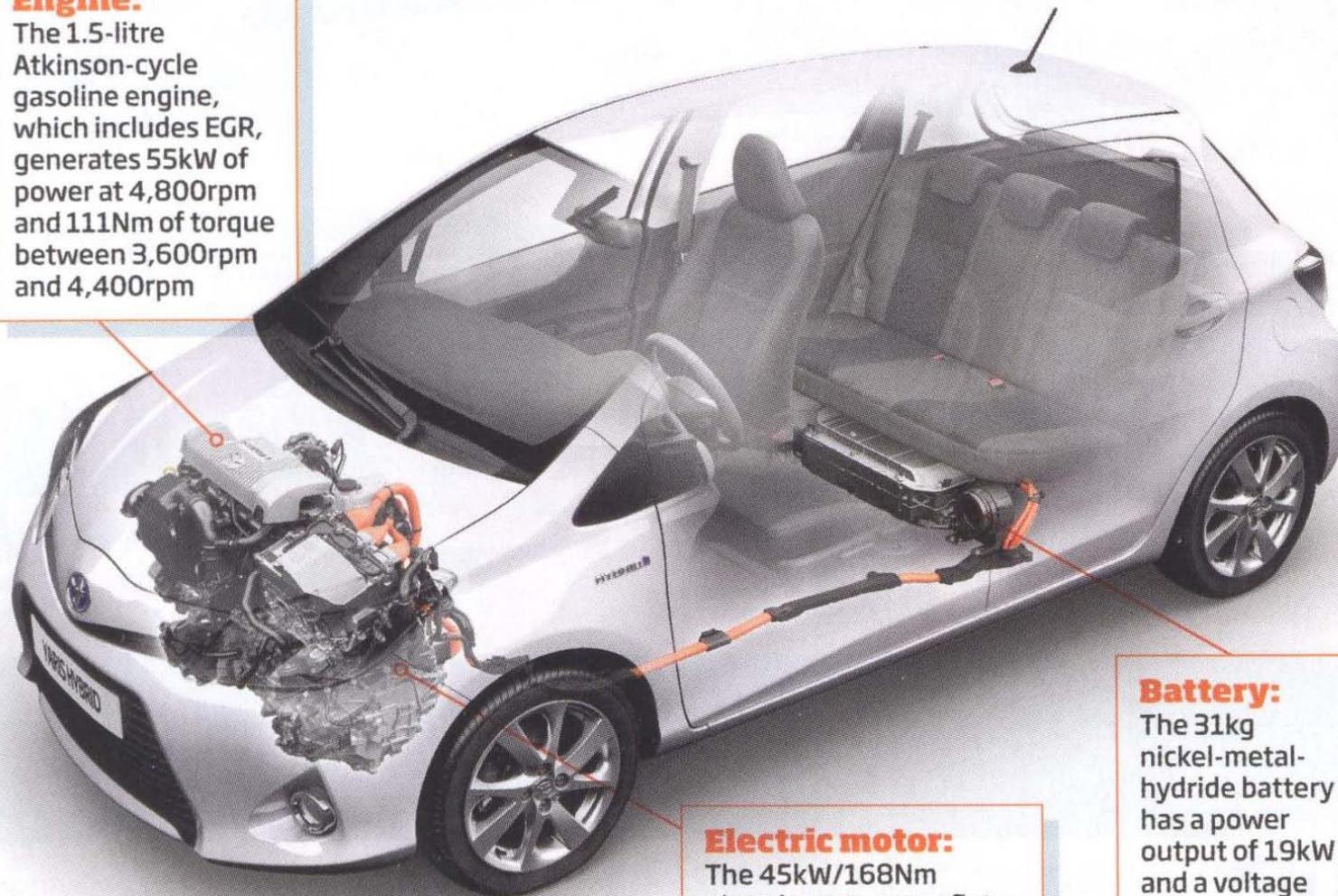


Toyota Yaris

Quelle: Automotive Engineer Juli-August 2012

Engine:

The 1.5-litre Atkinson-cycle gasoline engine, which includes EGR, generates 55kW of power at 4,800rpm and 111Nm of torque between 3,600rpm and 4,400rpm



Electric motor:

The 45kW/168Nm electric motor uses flat wire in its windings to reduce size and improve packaging

Battery:

The 31kg nickel-metal-hydride battery has a power output of 19kW and a voltage output of 144V

derzeitiger Standi Yaris:

1,4 l Diesel:

104 g/km CO₂-Ausstoß

Hybrid:

79 g/km CO₂-Ausstoß

3,5 l/100 km (NEFZ)

Zusätzlich Elektro-
lenkung (5 % Einspa-
rung)



Undercover: The 1.5-litre gasoline engine in the Yaris is 50mm shorter and 17kg lighter than the 1.8-litre unit used in other Toyota hybrids

Power Control Unit: 520 V, 80 A

Elektro/Hybrid-Offensive bei Toyota:
(Automobilwoche 5-2012)

2012: Yaris Hybrid, Prius PHV, Prius+, GT86
2013: IQ EV, Auris (auch Kombi) Verso
2014: RAV4
2015: Aygo, Avensis, NS4 (PHV), Fuel Cell

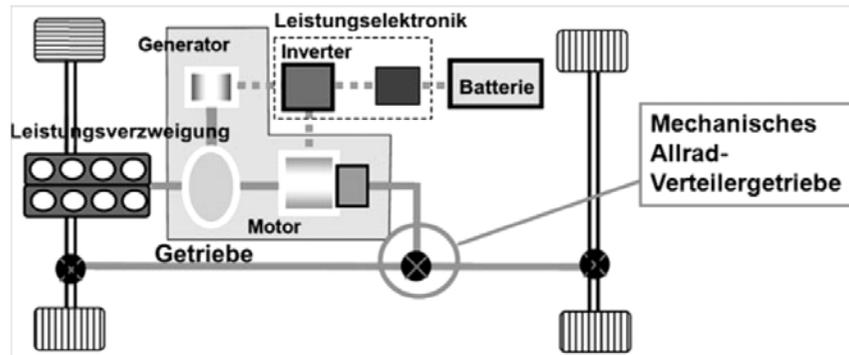


Slim design: The battery pack consists of 120 cells, allowing it to be packaged under the car's rear seats

Lexus LS 600h:

Quelle: Peter Hofmann: Hybridfahrzeuge, Springer-Verlag 2010

Antriebskonzept:



Elektromotor: Synchronmaschine 165 kW, 300 Nm

Batterie: NiMH, 288 V

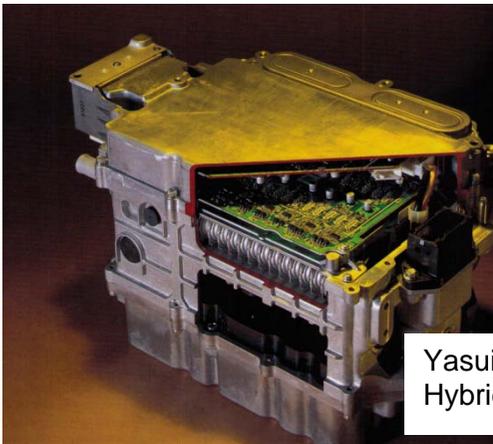
Leistungselektronik:

Max. Strom (IGBT mit Freilaufdiode): 300 A

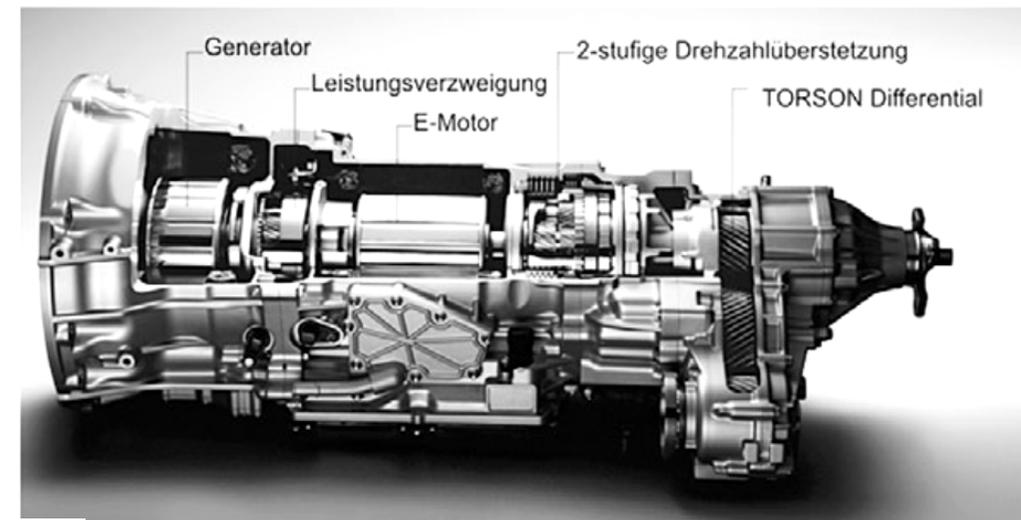
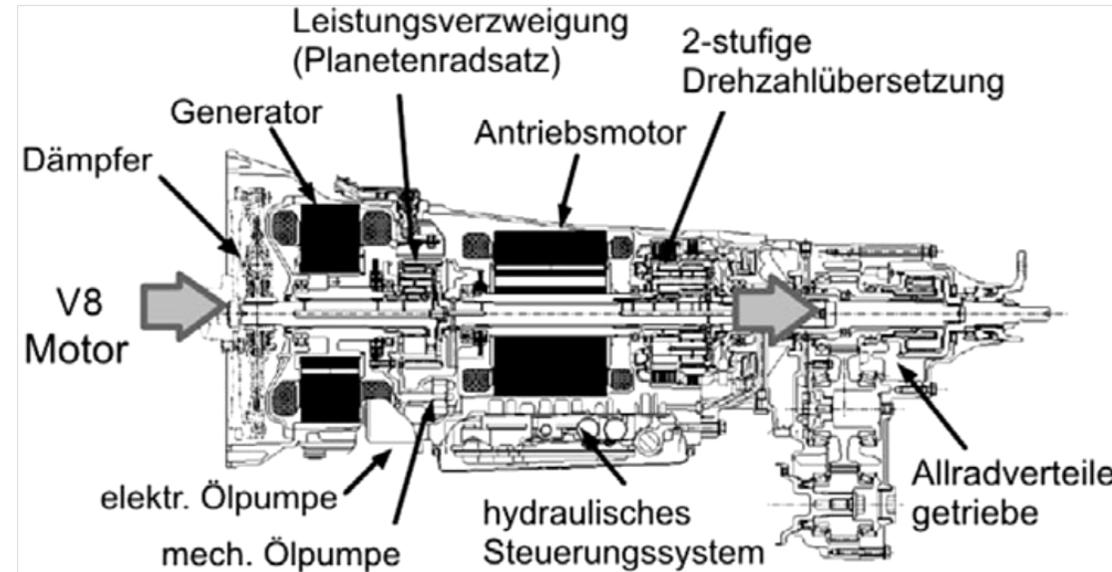
Wärmeabgabe: 300 W/Modul

24 Module, Flüssigkeitskühlung

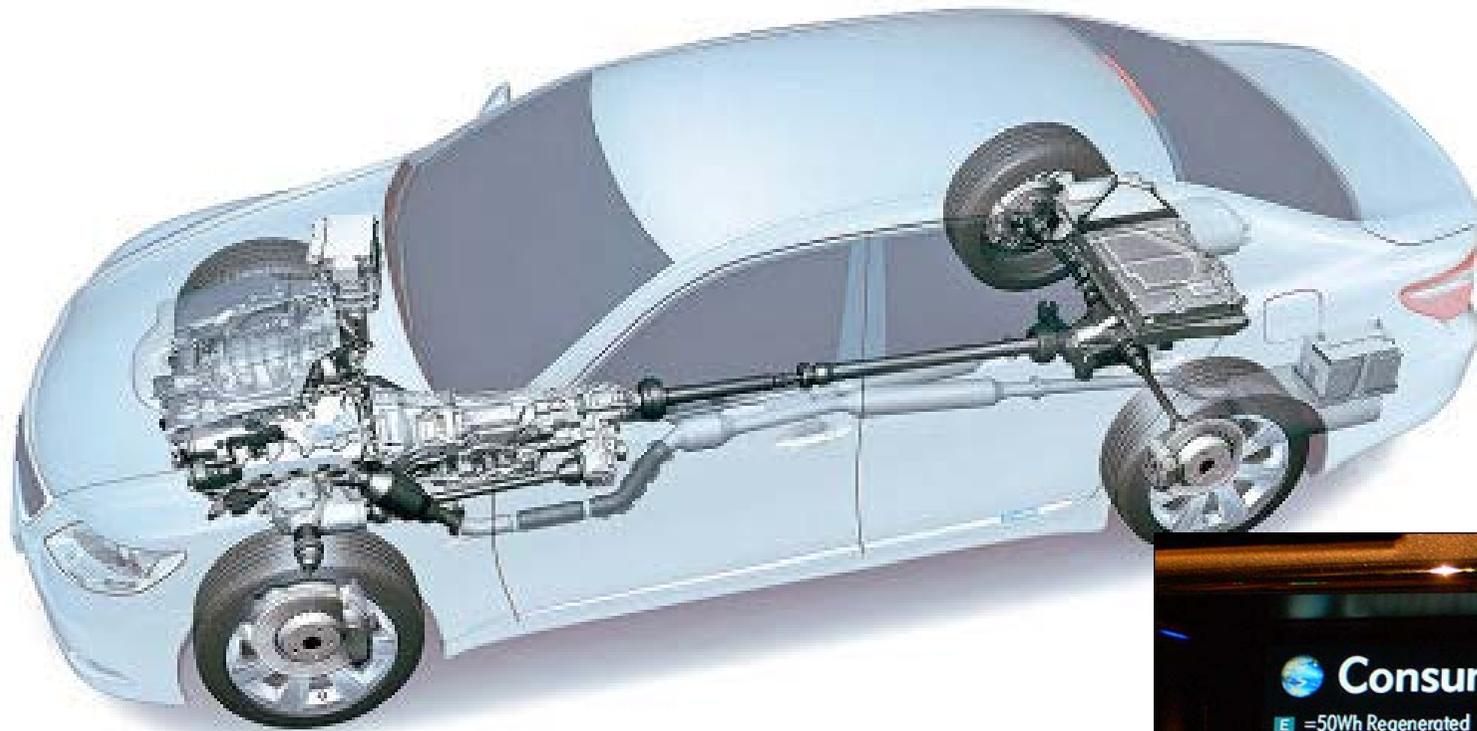
Größe entspricht der aus dem Motorraum entfernten 14 V Batterie



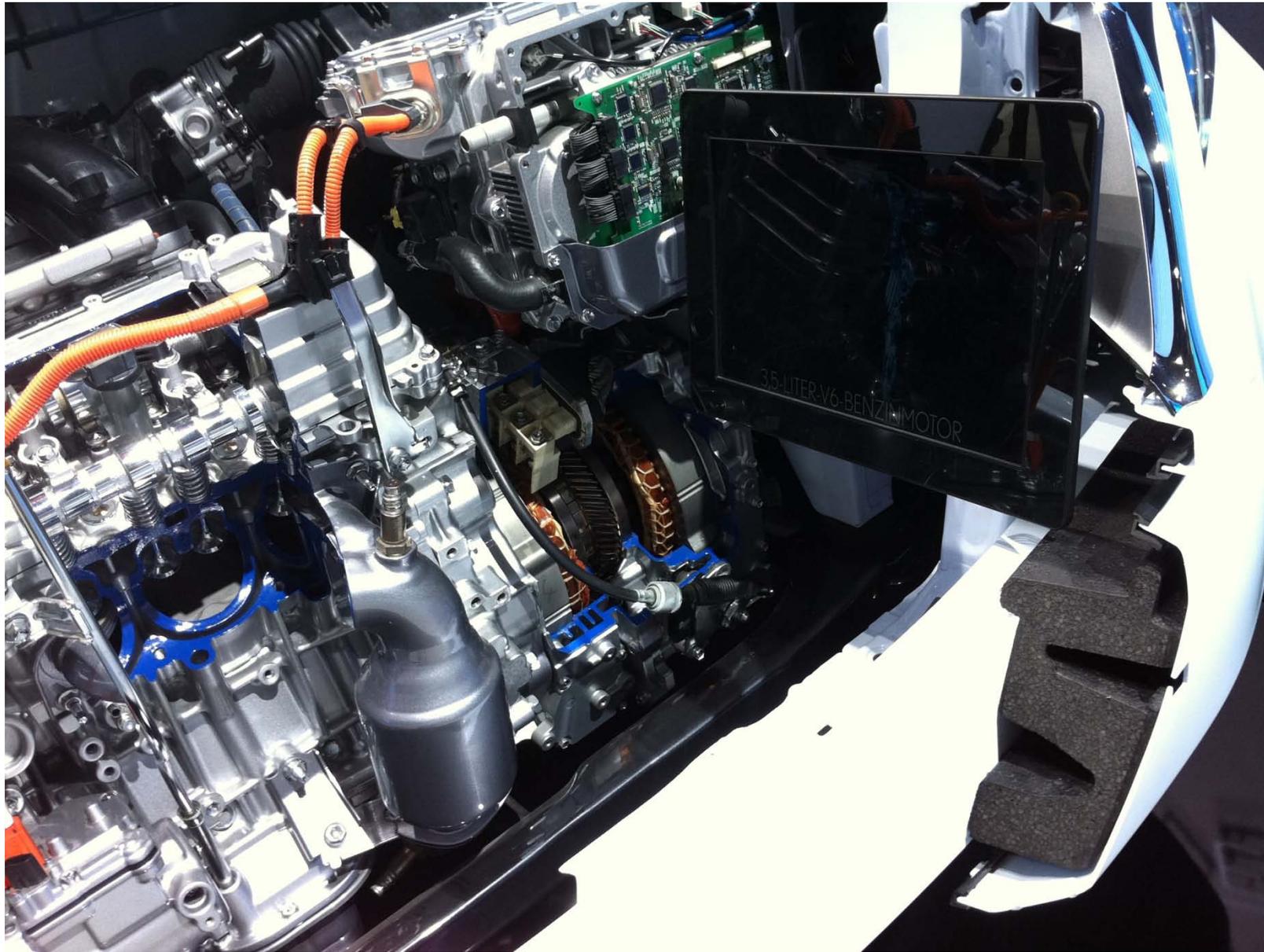
Yasui et al.: Hochleistungs-Steuereinheit für Hybrid-Fahrzeuge; ATZelextronik 04/2008



http://i.auto-bild.de/ir_img/5/6/4/8/7/5/Lexus-LS-600h-560x373-7f2910ba1d8fd375.jpg; 11.03.2012 10:14

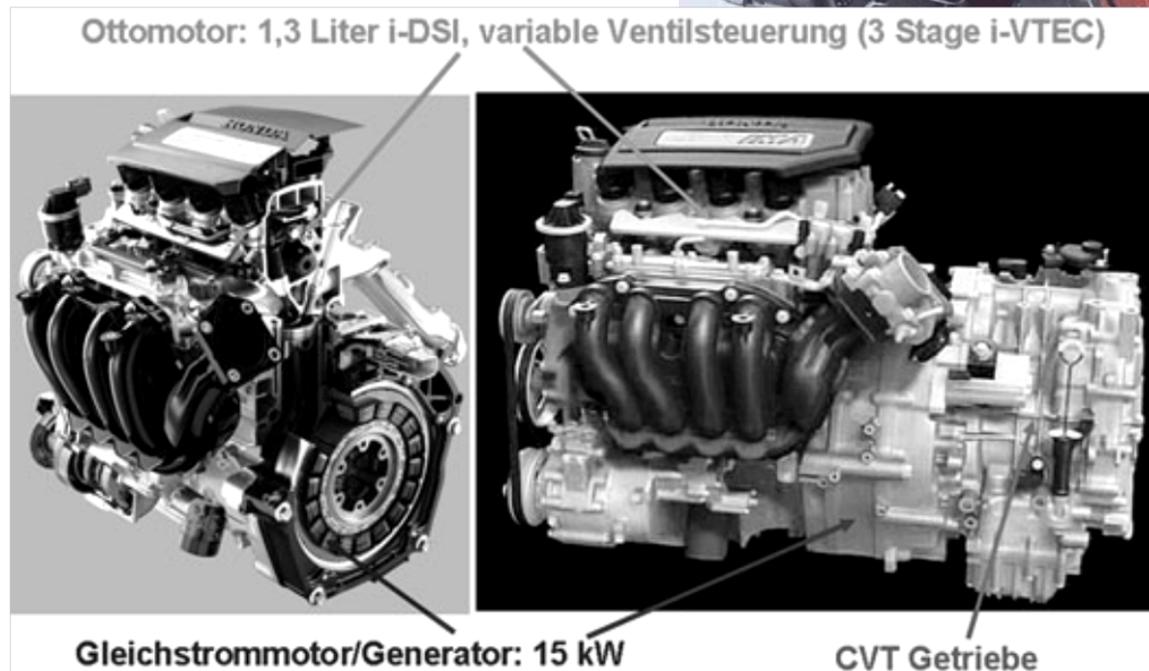
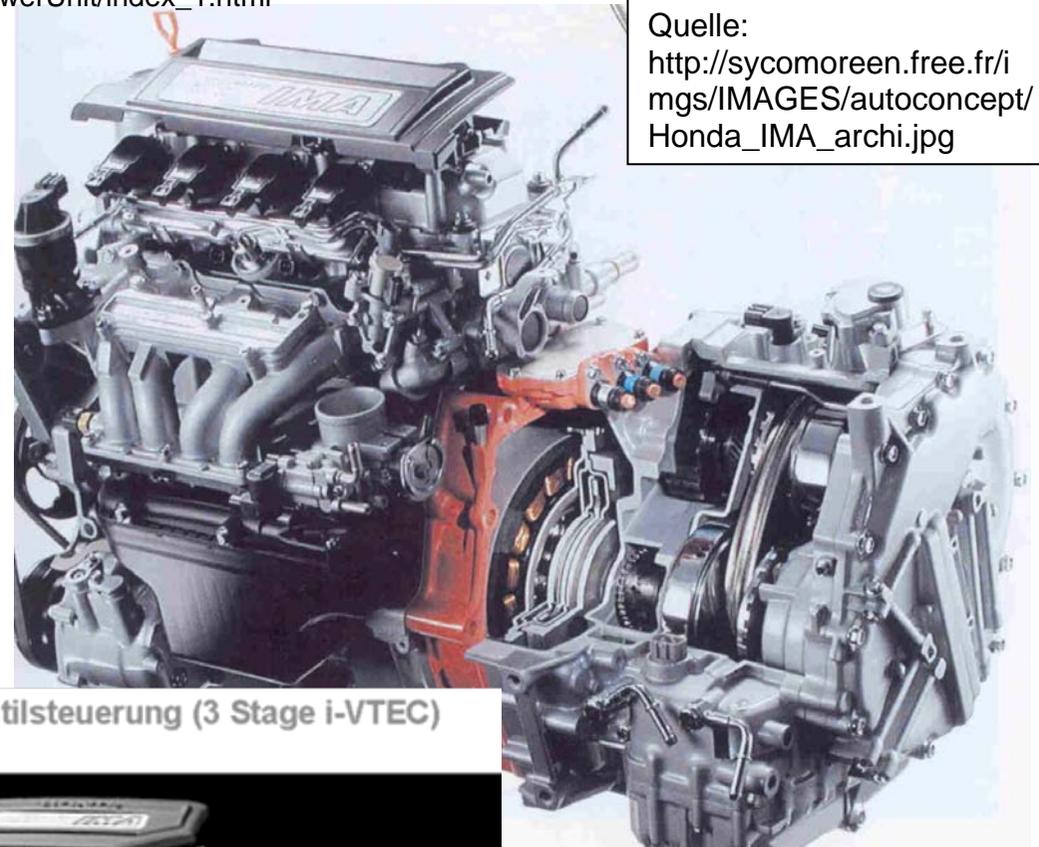
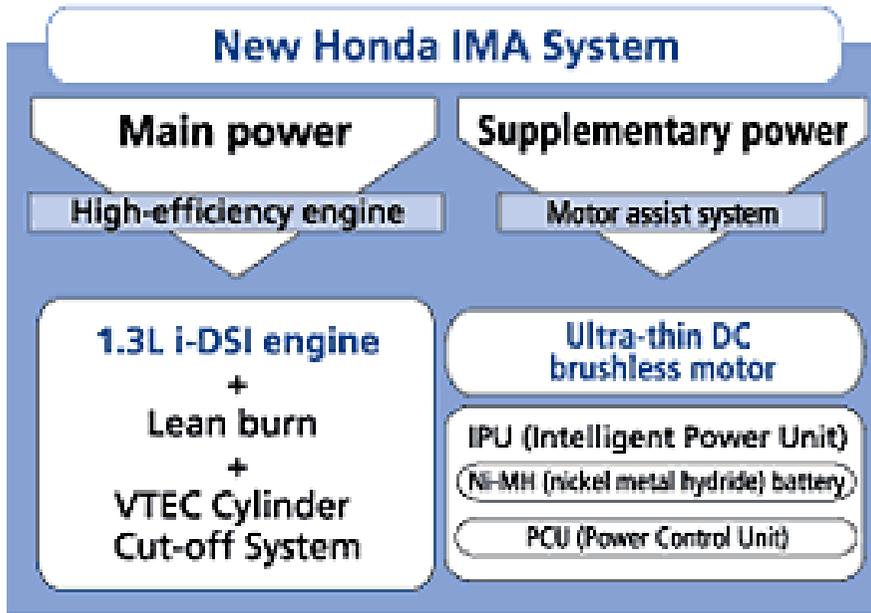


http://img.thesun.co.uk/multimedia/archive/00366/Lexus_LS_600H_366937a.jpg; 11.03.2012 10:21

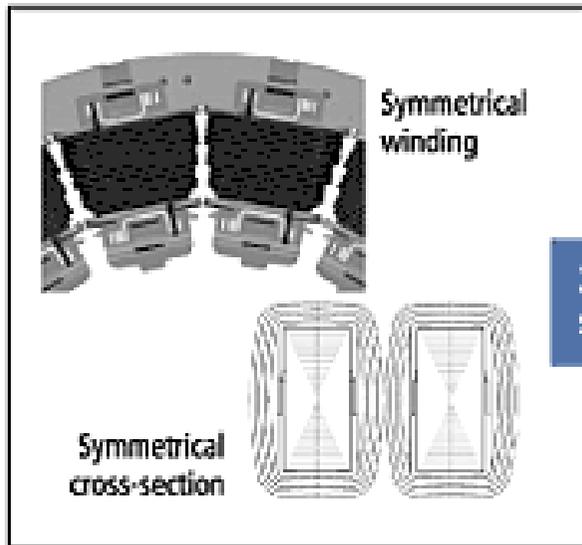
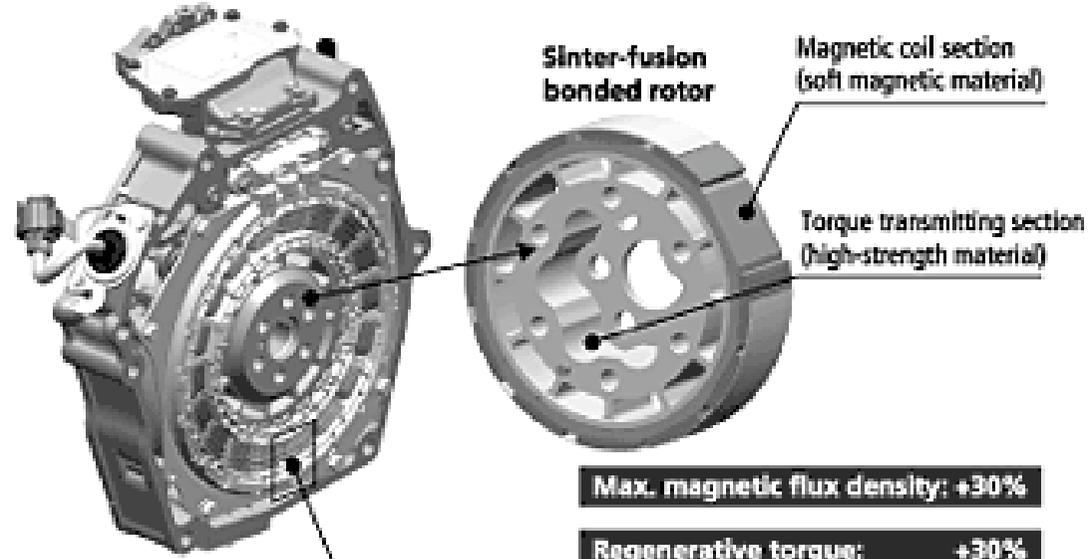


IMA-Hybridsystem Honda (Integrated Motor Assist):

Quelle: Peter Hofmann: Hybridfahrzeuge, Springer-Verlag 2010,
http://world.honda.com/CIVICHYBRID/Technology/NewHondaIMASystem/PowerUnit/index_1.html

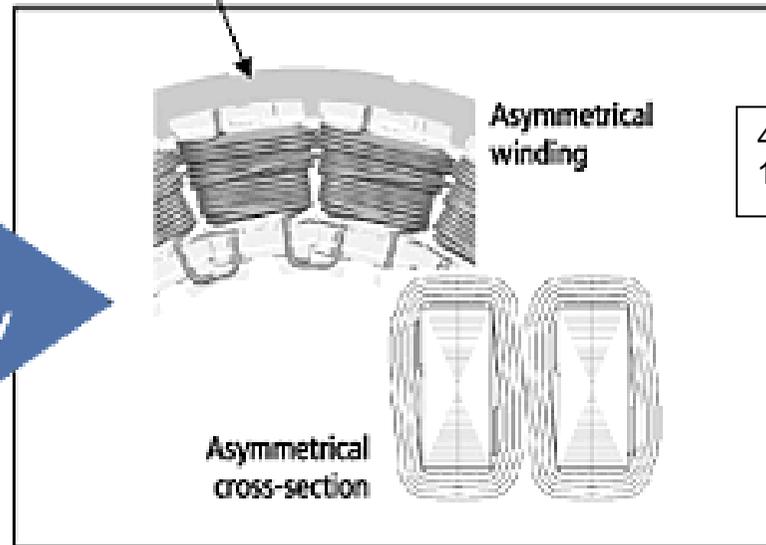


Ultra-thin DC brushless motor



Conventional model—cross-section of motor stator

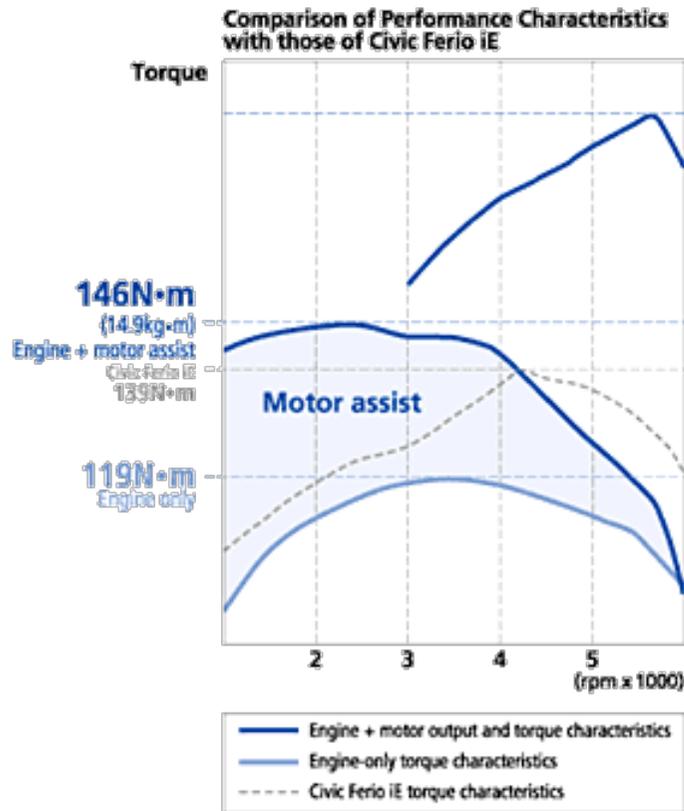
27% greater space efficiency



New Honda IMA System—cross-section of motor stator

49 Nm bei 1000 min⁻¹
10 kW bei 4000 min⁻¹

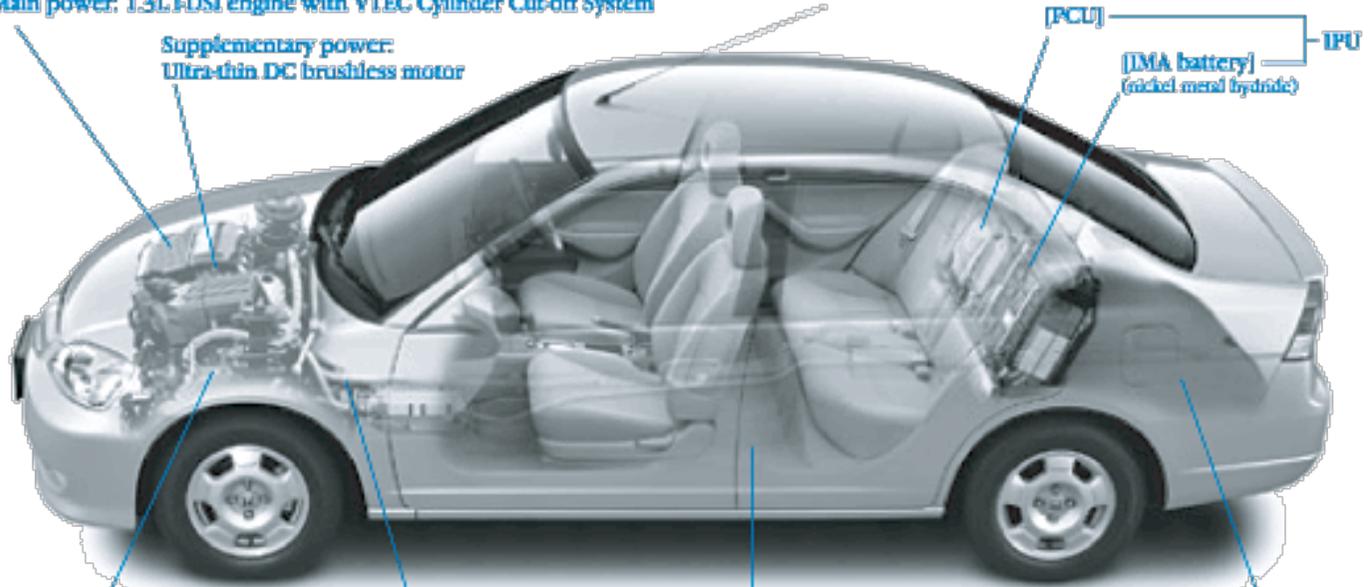
Betriebskennlinien:



Output
69kW (94PS)
Engine + motor assist

Main power: 1.3L I-DSI engine with VTEC Cylinder Cut-off System

Supplementary power:
Ultra-thin DC brushless motor



[PCU] — IPU
[IMA battery] (nickel metal hydride)

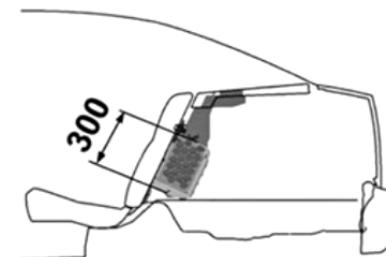
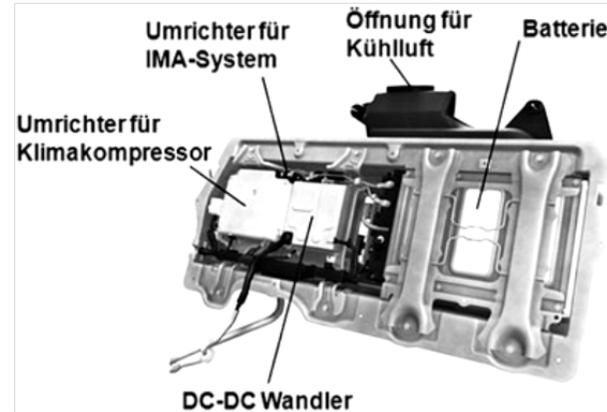
Honda Multimatic S

3-phase cable

Spacious cabin & flat floor

A full 342 liters of trunk space
(As calculated by Honda, according to VDA formula)

Leistungselektronik und
Energiespeicher:
Ni-MeH 158 V; 5,5Ah
 $P_{\text{motor}} = 16 \text{ kW}$
 $P_{\text{generator}} = 13,3 \text{ kW}$
Ca. 30 kg



Volumen: 59L
Gewicht: 55kg

Mild-Hybrid Honda Insight 2010:



- Elektrischer Antrieb: 10 kW bei 1500 rpm
- Verbrennungsmotor: 65 kW bei 5800 rpm
- CVT-Getriebe
- Keine Kupplung zwischen Verbrennungsmotor und E-Maschine
- Elektrische Fahrt mit abgeschaltetem Ventiltrieb
- 4,4 l Super, 101 g/km CO₂

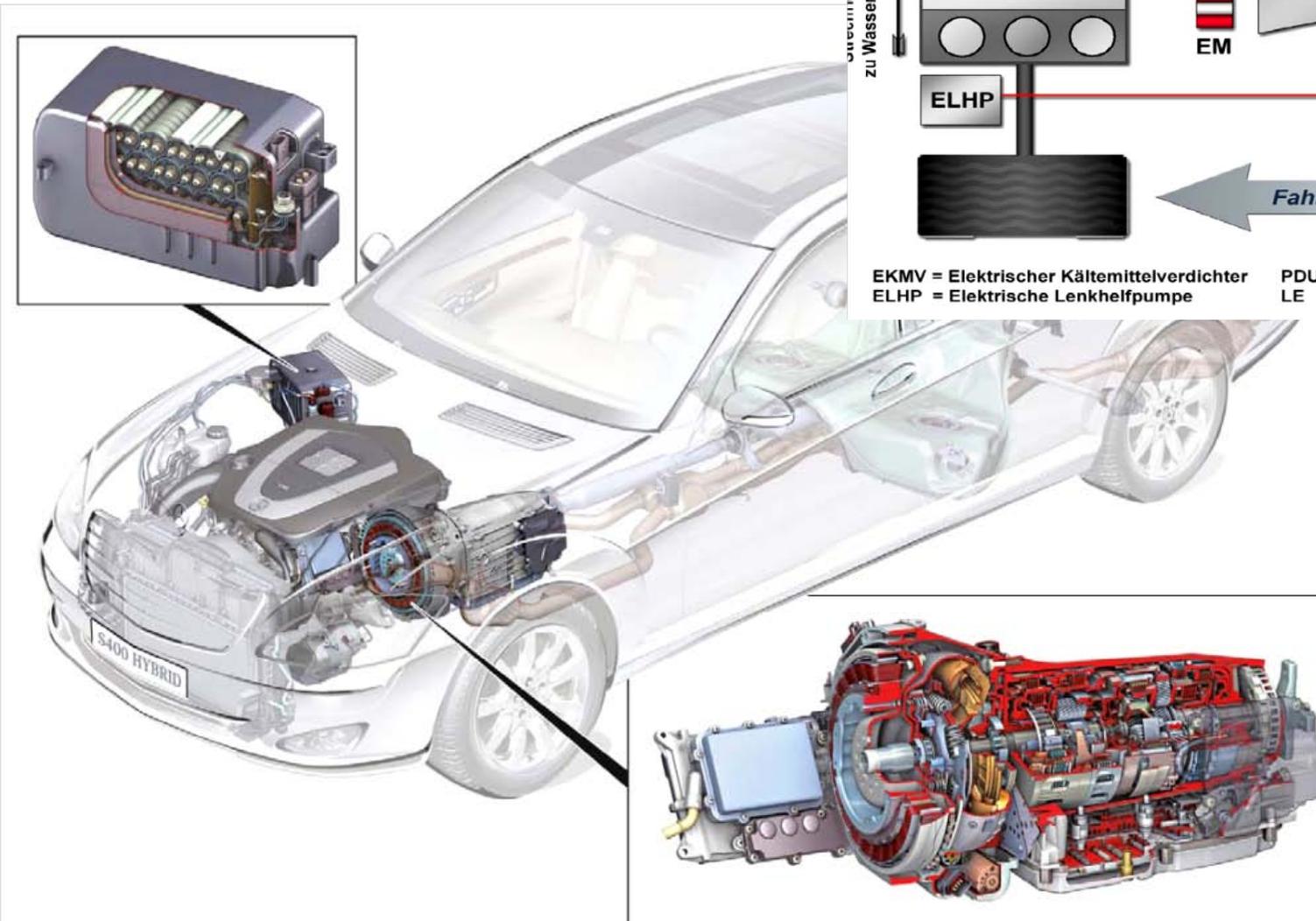


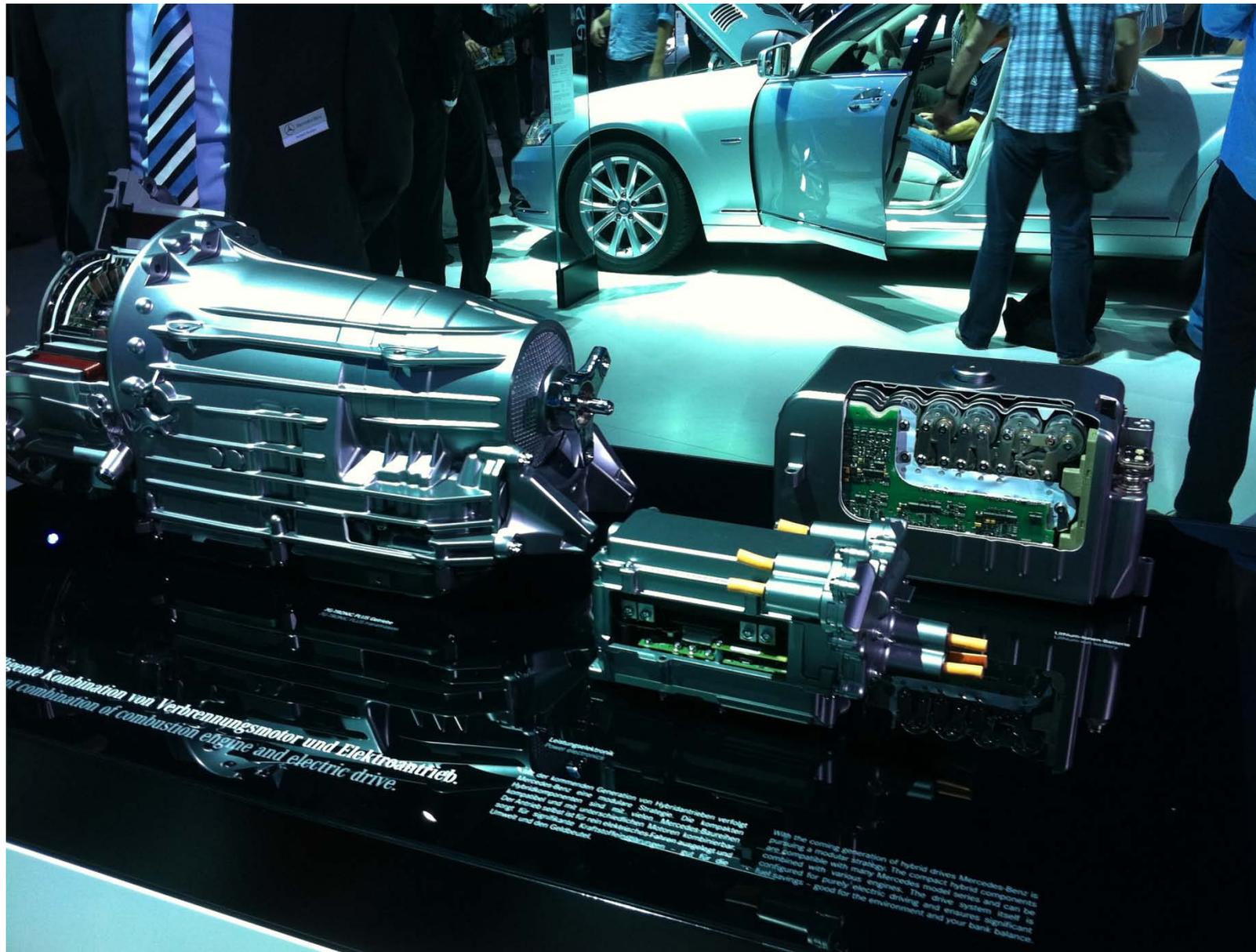
Mercedes-Benz S 400 Hybrid

Quelle: Peter Hofmann: Hybridfahrzeuge, Springer-Verlag 2010

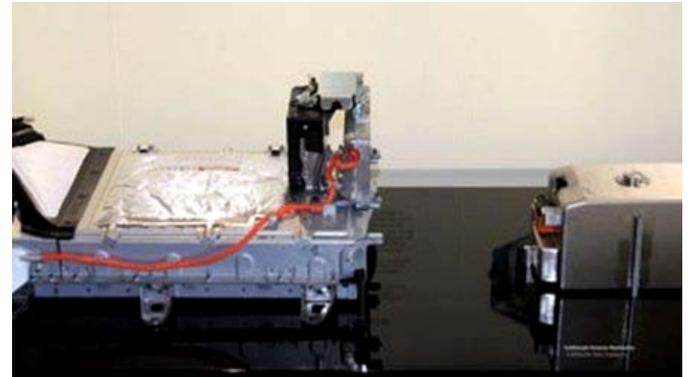
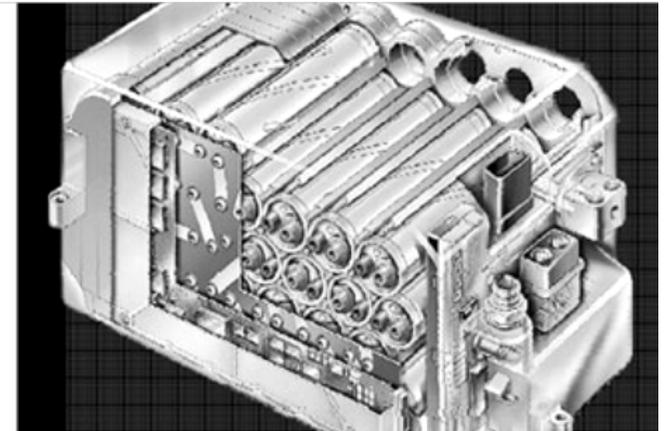
Quelle: Otmar Bitsche: Vom Verbrennungsmotor zum Elektrofahrzeug,
ÖAMTC Exoertenforum, Wien 30.4.2009

Mild-Hybrid-Konzept:





- > **Batterie:** 35 Zellen
- > **Spannung:** 126 V; max. 144 V; min. 87,5 V
- > **Leistung:** 19 kW / 10 sek
- > **Energie:** 0,8 kWh
- > **Kapazität:** 6,5 Ah
- > **Kühlung:** R134a (integriert in Fahrzeugklimaanlage)
- > **Lebensdauer:** 10 Jahre



Außenläuferbauweise

max. mech. Leistung: ca. 15 kW (@ 105 V, @ 1500 1/min)

max. gen. Leistung: ca. -19 kW (@ 130 V, @ 2000 1/min)

ohne Zusatzkühlung

max. Startdrehmoment: 210 Nm (@ -25°C)

Nenn Drehmoment: 160 Nm (@ 900 1/min)

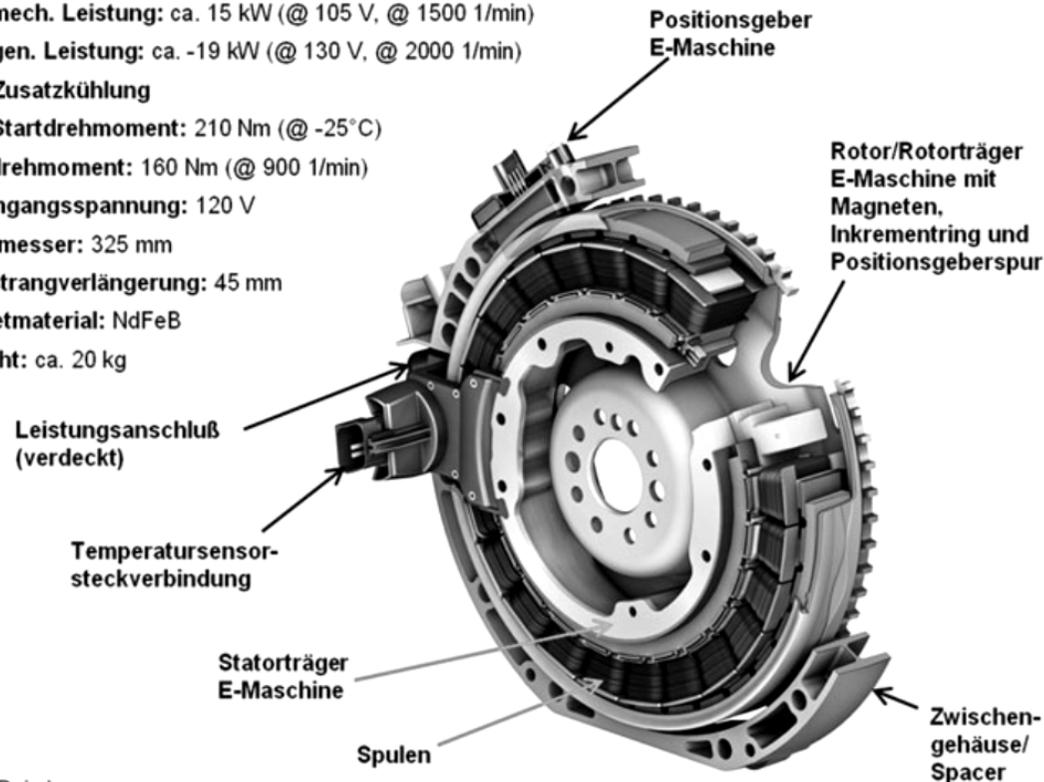
DC-Eingangsspannung: 120 V

Durchmesser: 325 mm

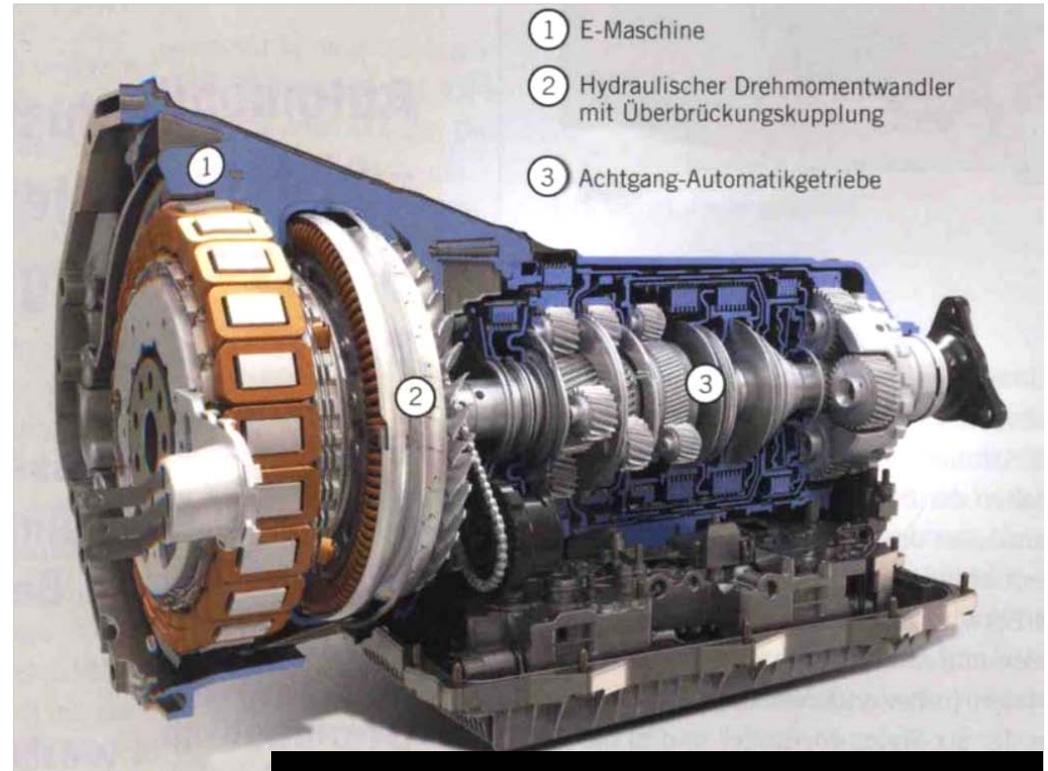
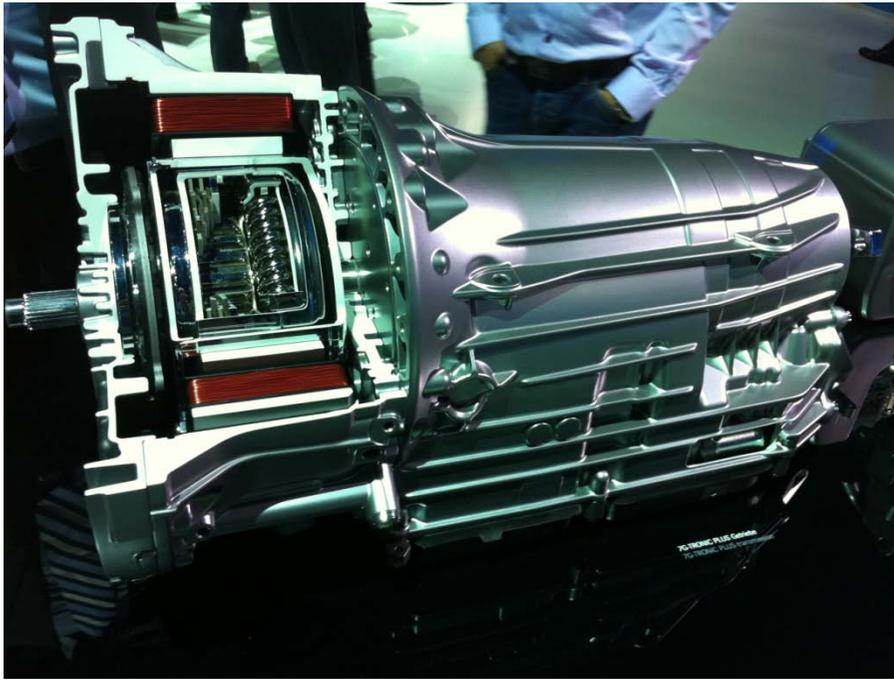
Triebstrangverlängerung: 45 mm

Magnetmaterial: NdFeB

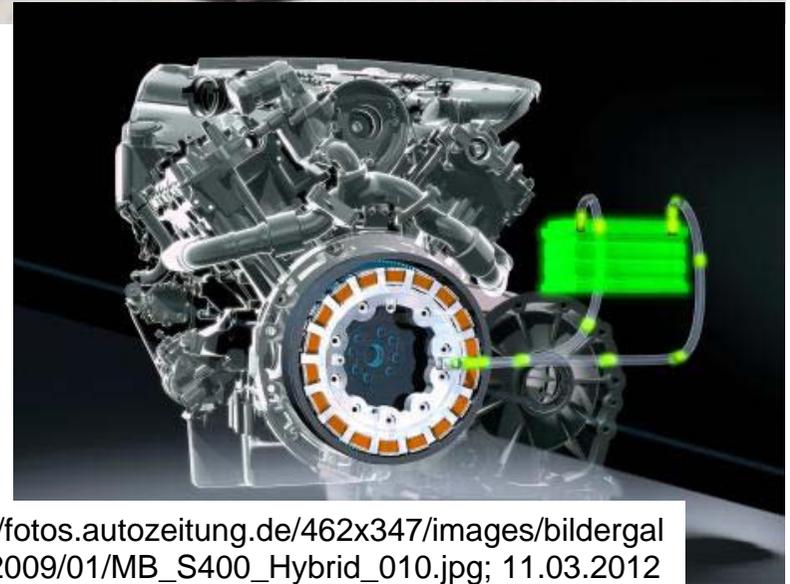
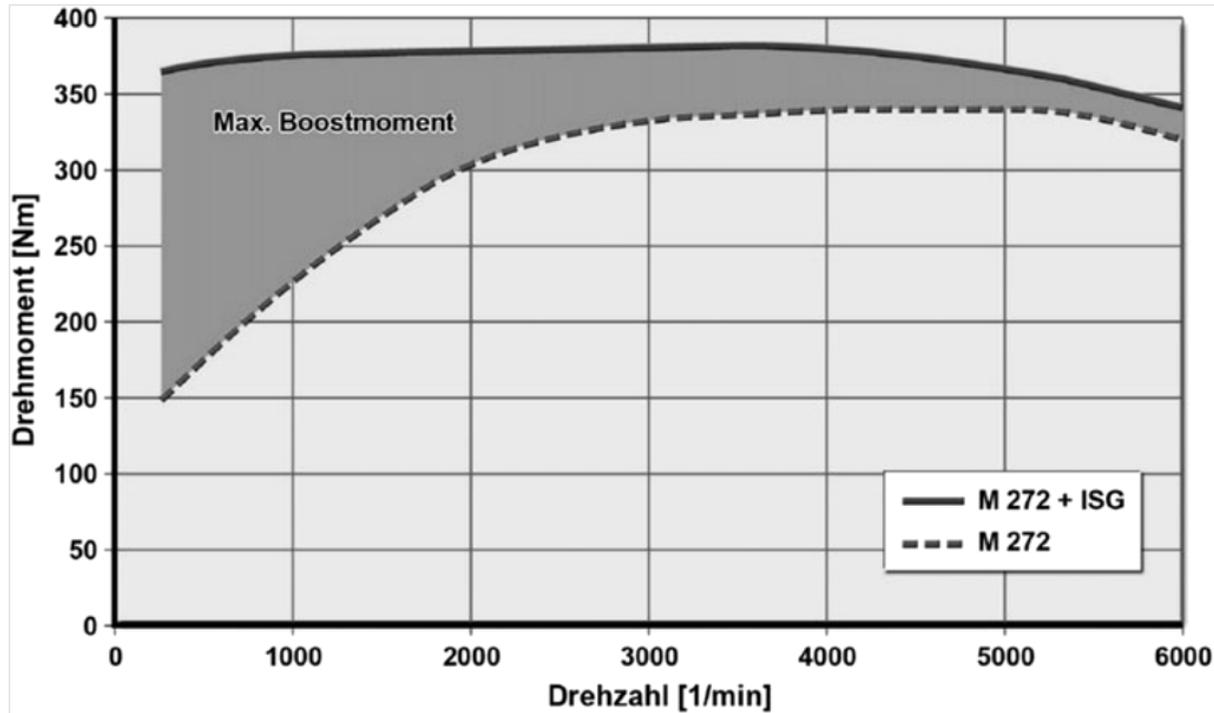
Gewicht: ca. 20 kg



Vergleich Ni-MH-Batterie zur Li-Ionen-Batterie
<http://www.n-tv.de/auto/praxistest/Luxus-gruen-angestrichen-article297903.html>



Betriebskennlinie:



http://fotos.autozeitung.de/462x347/images/bildergalerie/2009/01/MB_S400_Hybrid_010.jpg; 11.03.2012 10:27

Mercedes-Benz E 300 BlueTec Hybrid

Modell	E 300 BlueTEC HYBRID
Verbrennungsmotor	R4-Diesel
Hubraum (cm ³)	2.143
Leistung (kW/PS)	150/204
Drehmoment (Nm)	500
Getriebe	7G-TRONIC PLUS
Batterie	Lithium-Ionen
Leistung/Kapazität (kW/kWh)	19/0,8
Leistung E-Motor (kW)	20
Drehmoment E-Motor (Nm)	250
E-Reichweite (km)	1,0
E-Fahrt/Segeln (km/h)	35/160
Höchstgeschwindigkeit (km/h) (Limousine/T-Modell)	242/232
0-100 km/h (s) (Limousine/T-Modell)	7,5/7,8
Verbrauch NEFZ (l/100 km) (Limousine/T-Modell)	4,2-4,1/4,5 - 4,4
CO ₂ -Emission (g/km) (Limousine/T-Modell)	110 - 107/119 - 116
Energieeffizienzklasse	A+



Start-Stopp-Funktion
Segeln
Boosten
Rekuperation

Lenkung, Klimaanlage elektrisch

Mercedes-Benz ML 450 Hybrid

Quelle: Peter Hofmann: Hybridfahrzeuge, Springer-Verlag 2010

Quelle: Otmar Bitsche: Vom Verbrennungsmotor zum Elektrofahrzeug,
ÖAMTC Exoertenforum, Wien 30.4.2009

Two-Mode Getriebe in Kooperation mit BMW, GM und Chrysler



Funktionen

- Silent Start
- Start/Stop
- Rekuperatives Bremsen
- Boost
- reine E-Fahrt
- CVT Modus

Technische Daten und Komponenten

M272 KE 35 (6-Zyl. Otto-Motor)

Leistungsdaten: 205 kW / 350 Nm

AHS-C Two-Mode Getriebe

mit 2 CVT Mode
und 4 festen Gängen
2 E-Motoren mit 62 kW und 60 kW

288 Volt NiMH-Batterie

Elektro-hydraulisches Lenksystem

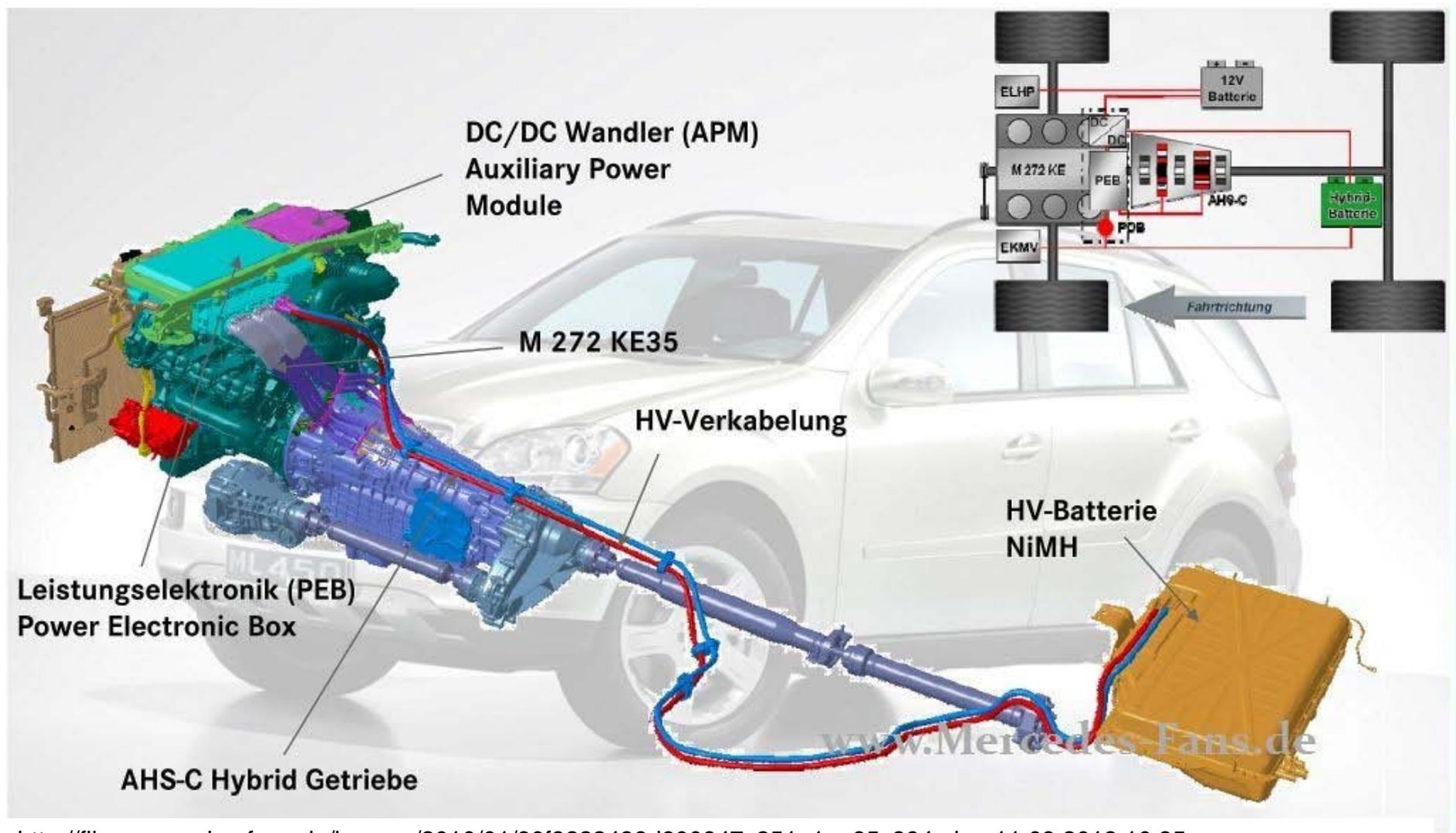
Elektrischer Klimakompressor

max. Systemleistung: 250 kW

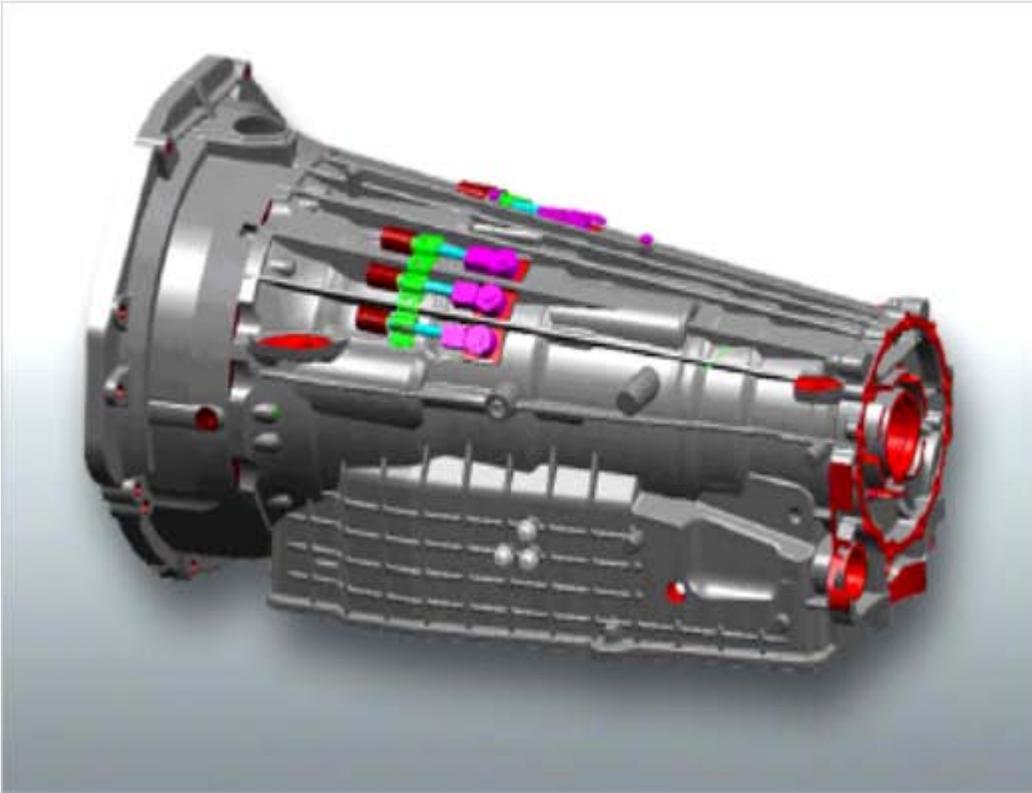
max. Systemdrehmoment: 517 Nm

Beschleunigung (0-60 mph): 7,8 s

**Verbrauchsreduzierung
bis zu ca. 30%**

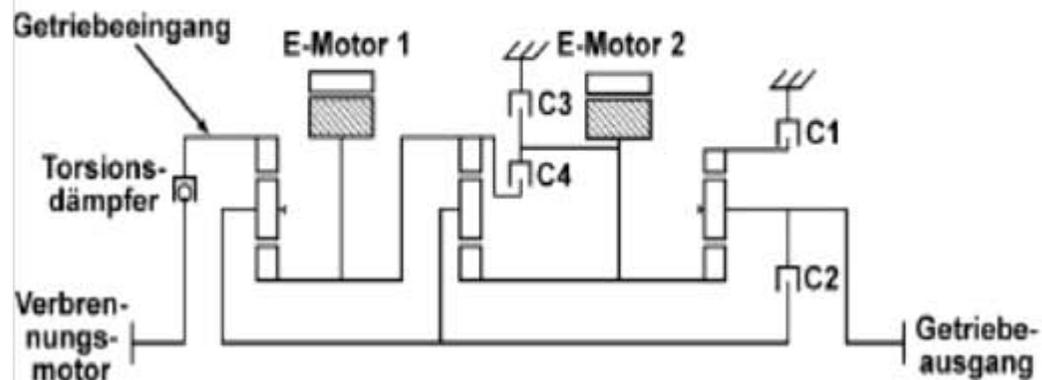


<http://files.mercedes-fans.de/images/2010/01/30f3222439d600847c251a1ea85c394a.jpg>; 11.03.2012 10:35



Ziele:

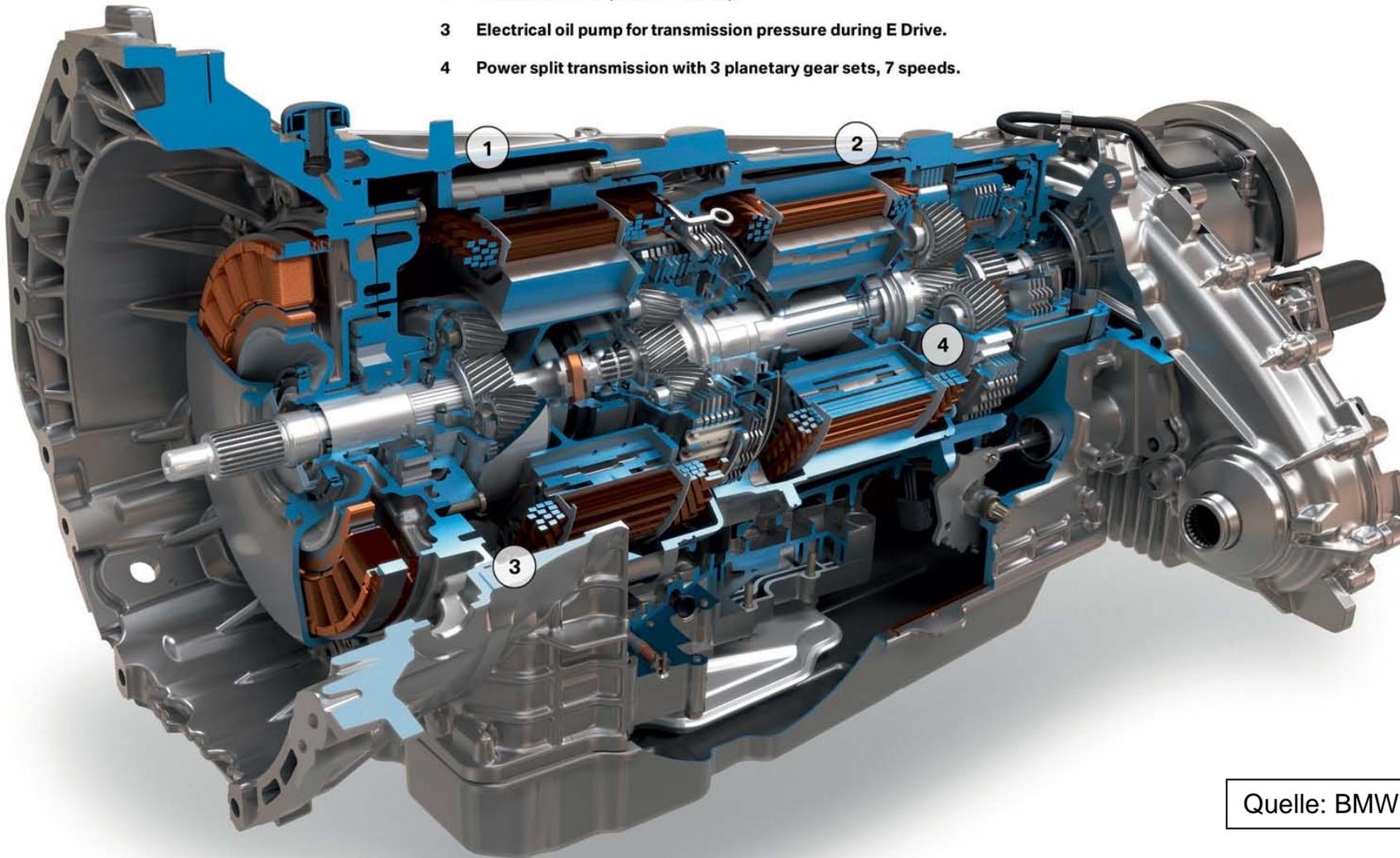
- ➔ Verbrauchsreduktion ohne Kompromisse bei den Fahreigenschaften
- ➔ Mittels modularer System-Architektur an verschiedene Fahrzeugkonzepte anpassbar



- 2 Elektromotoren
- 3 Planetensätze
- 4 Kupplungen

Two Mode Hybrid (Global Hybrid Cooperation BMW, GM, Mercedes):

- 1 Electric motor A (67kW / 260Nm).
- 2 Electric motor B (63kW / 280Nm).
- 3 Electrical oil pump for transmission pressure during E Drive.
- 4 Power split transmission with 3 planetary gear sets, 7 speeds.



Quelle: BMW

Zwei Betriebsarten für niedrige und hohe Geschwindigkeiten; elektrisch gesteuertes stufenloses Getriebe (EVT - Electric Continuously Variable Transmission) mit zusätzlich vier Gangarten mit festem Übersetzungsverhältnis

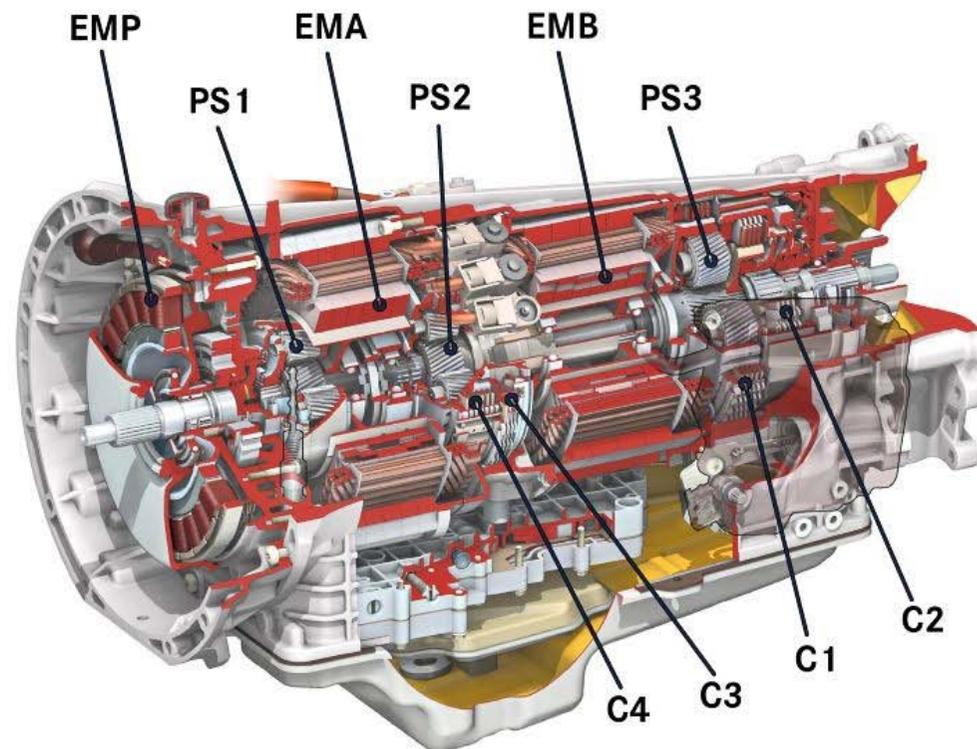
3. Input Split Mode:

Bei niedrigen Geschwindigkeiten kann das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, elektrisch oder mit beiden Antriebsarten betrieben werden (Full Hybrid). Eine elektrische Maschine arbeitet als Generator, die andere als Motor.

4. Bei höheren Geschwindigkeiten oder größerer Last läuft der Verbrennungsmotor dauernd.

Die vier Gänge mit festem Übersetzungsverhältnis überlagern die zwei EVT-Betriebsarten, sodass insgesamt sechs Betriebsarten zur Verfügung stehen:

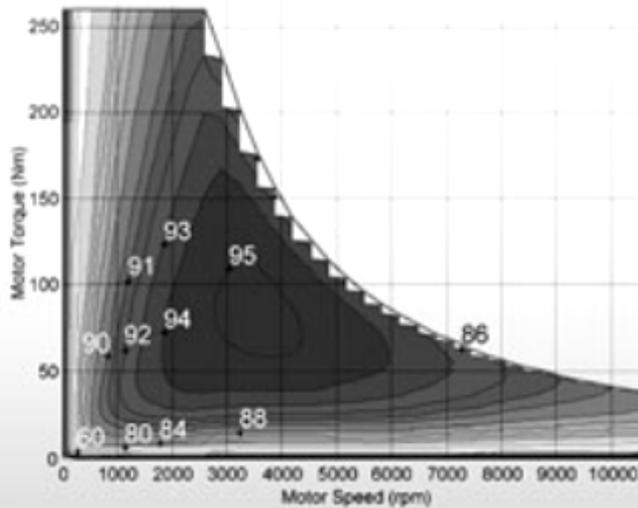
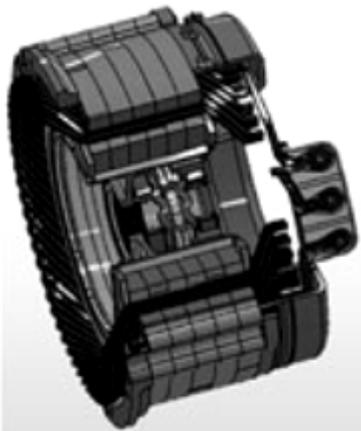
- Leistungsverzweigter EVT-Modus bzw. stufenlos variabler Modus 1 für den Fahrzyklus vom Motorstart bis zum zweiten festen Gang.
- Kombiniertes EVT-Modus bzw. stufenlos variabler Modus 2 für den Fahrzyklus ab dem zweiten festen Gang.
- 1. Gang mit festem Übersetzungsverhältnis, wobei beide Elektromotoren Leistung für den Verbrennungsmotor bereitstellen oder Energie vom regenerativen Bremsen, Verzögern und Fahren im Schubbetrieb aufnehmen und speichern.
- 2. Gang mit festem Übersetzungsverhältnis, wobei ein Elektromotor für die Beschleunigungs-/Bremsvorgänge zur Verfügung steht.



www.Mercedes-Fans.de

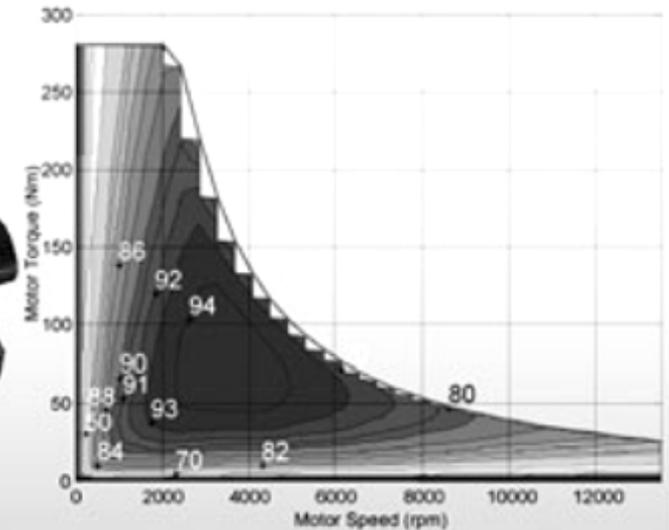
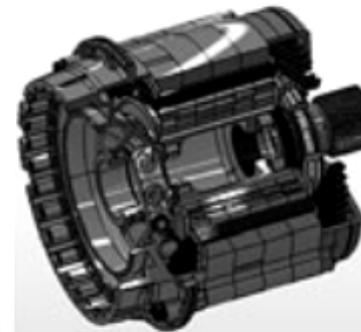
Leistungsdaten der beiden elektrischen Maschinen (permanent erregte Synchronmaschinen):

EMA



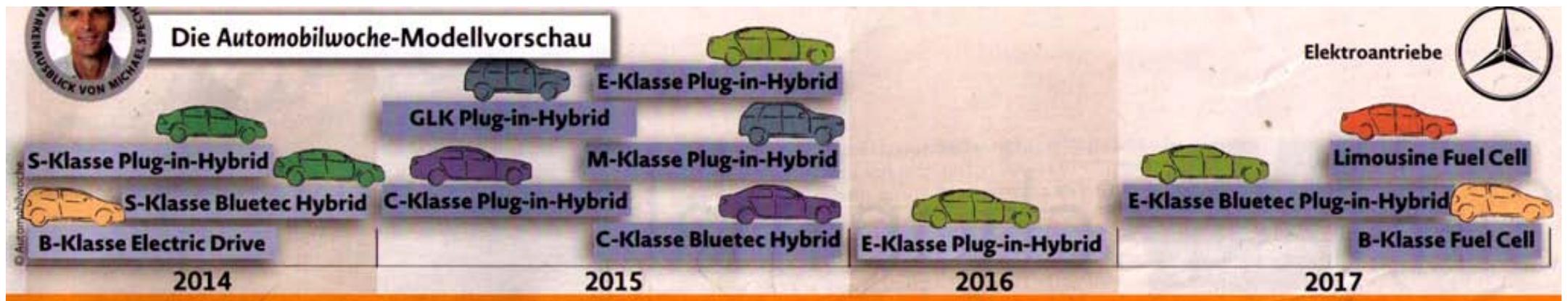
P_{\max} / M_D : 67 kW / 260 Nm (max. 45 s)
 n_{\max} : 10.680 rpm

EMB



P_{\max} / M_D : 63 kW / 280 Nm (max. 45 s)
 n_{\max} : 13.500 rpm

Quelle: Daimler

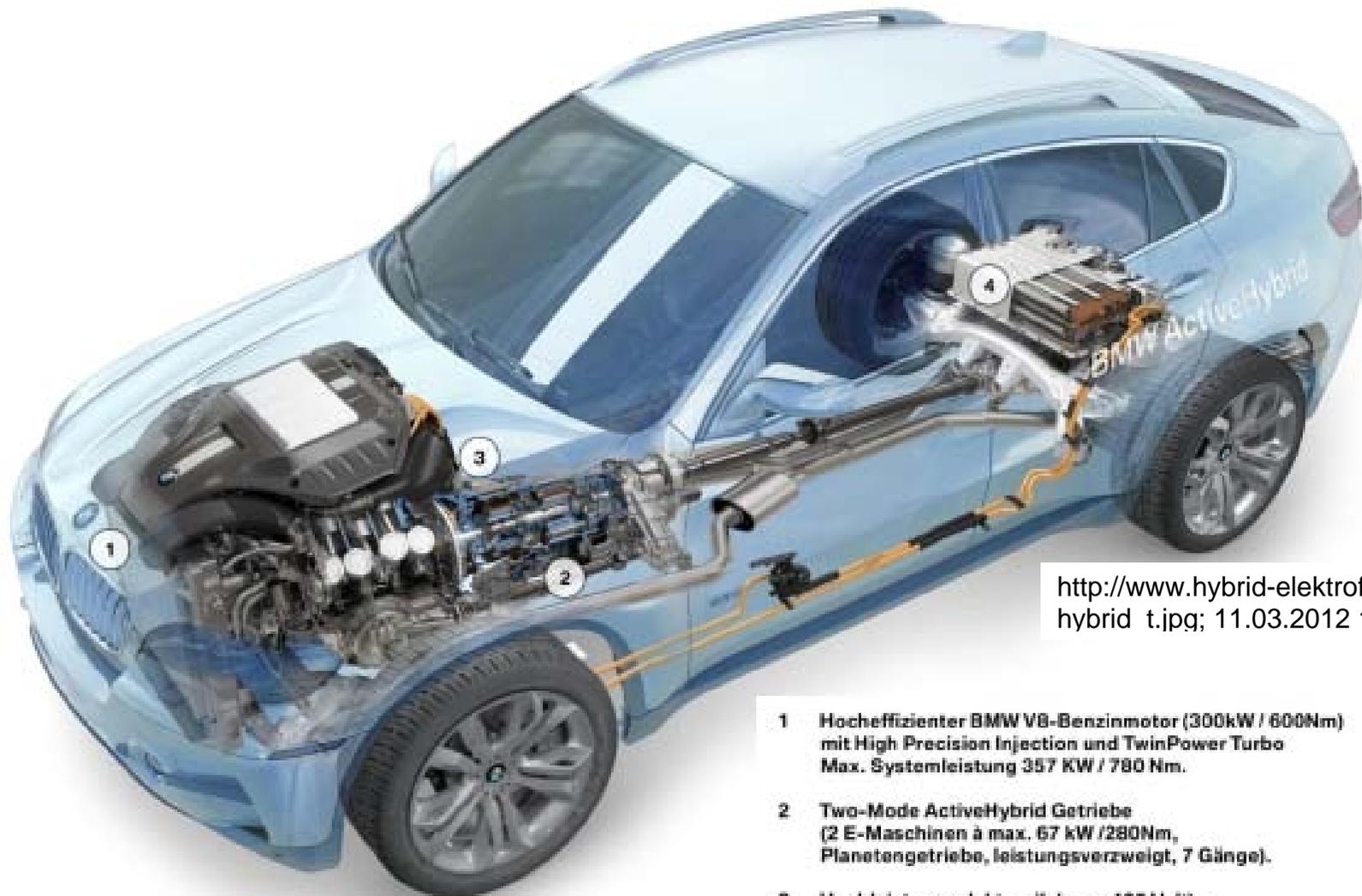


Quelle: Automobilwoche 21; 7.10.2013

BMW X6 ActiveHybrid

Quelle: Peter Hofmann: Hybridfahrzeuge, Springer-Verlag 2010

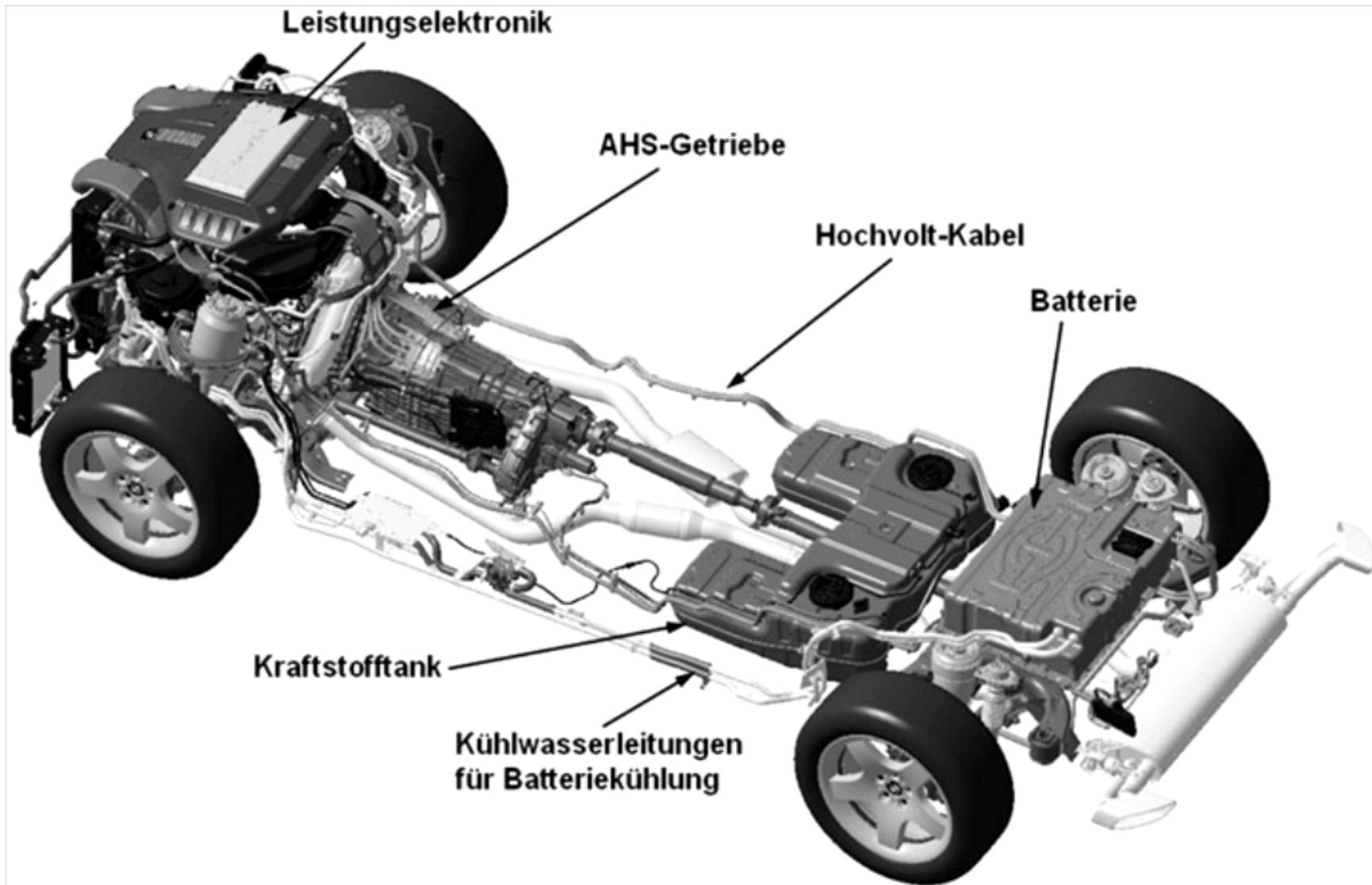
Quelle: www.bmw.de



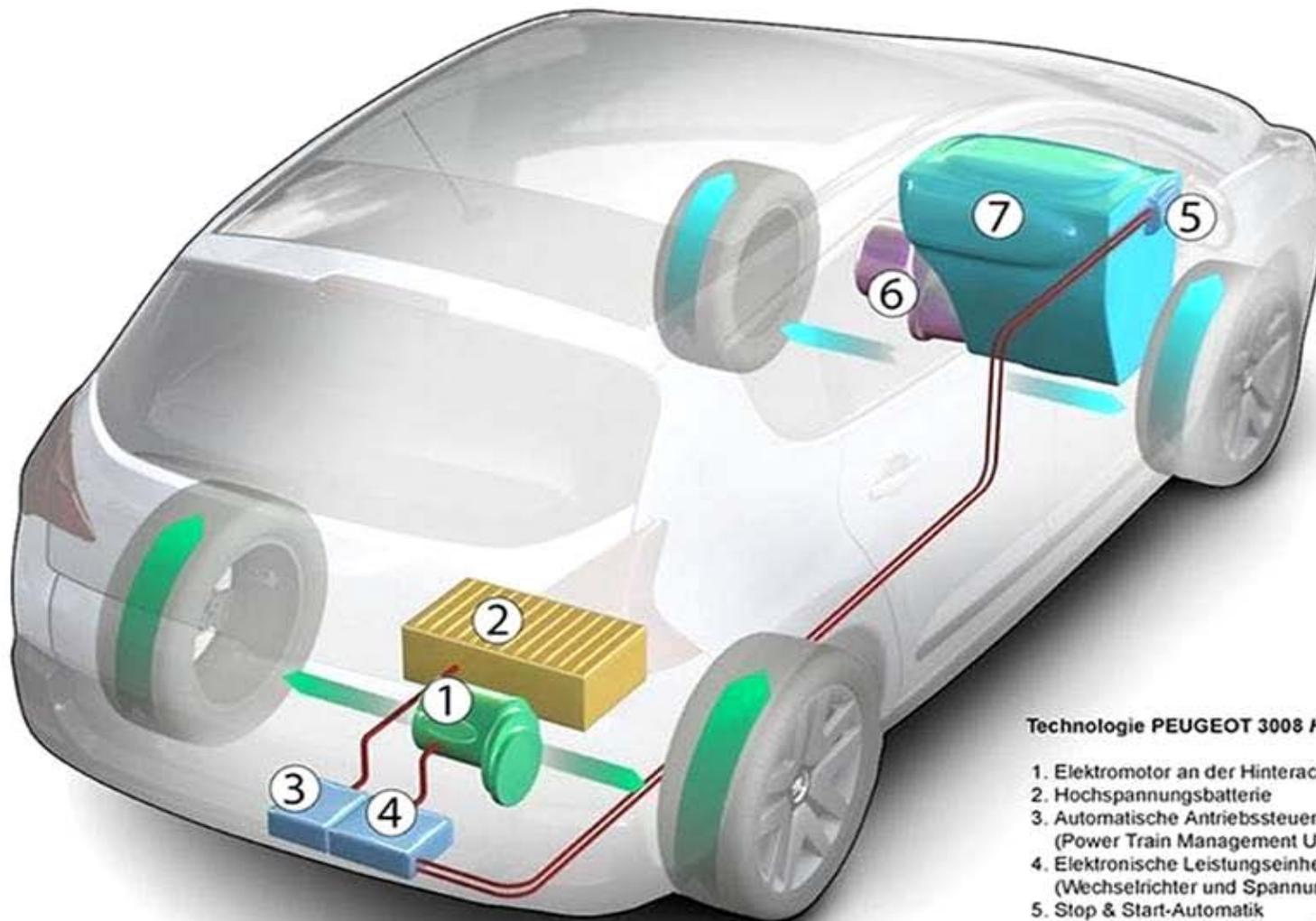
http://www.hybrid-elektrofahrzeuge.de/ima/bmw_x6_active-hybrid_t.jpg; 11.03.2012 10:39

- 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).

Gleiches Prinzip wie ML 450 hybrid:

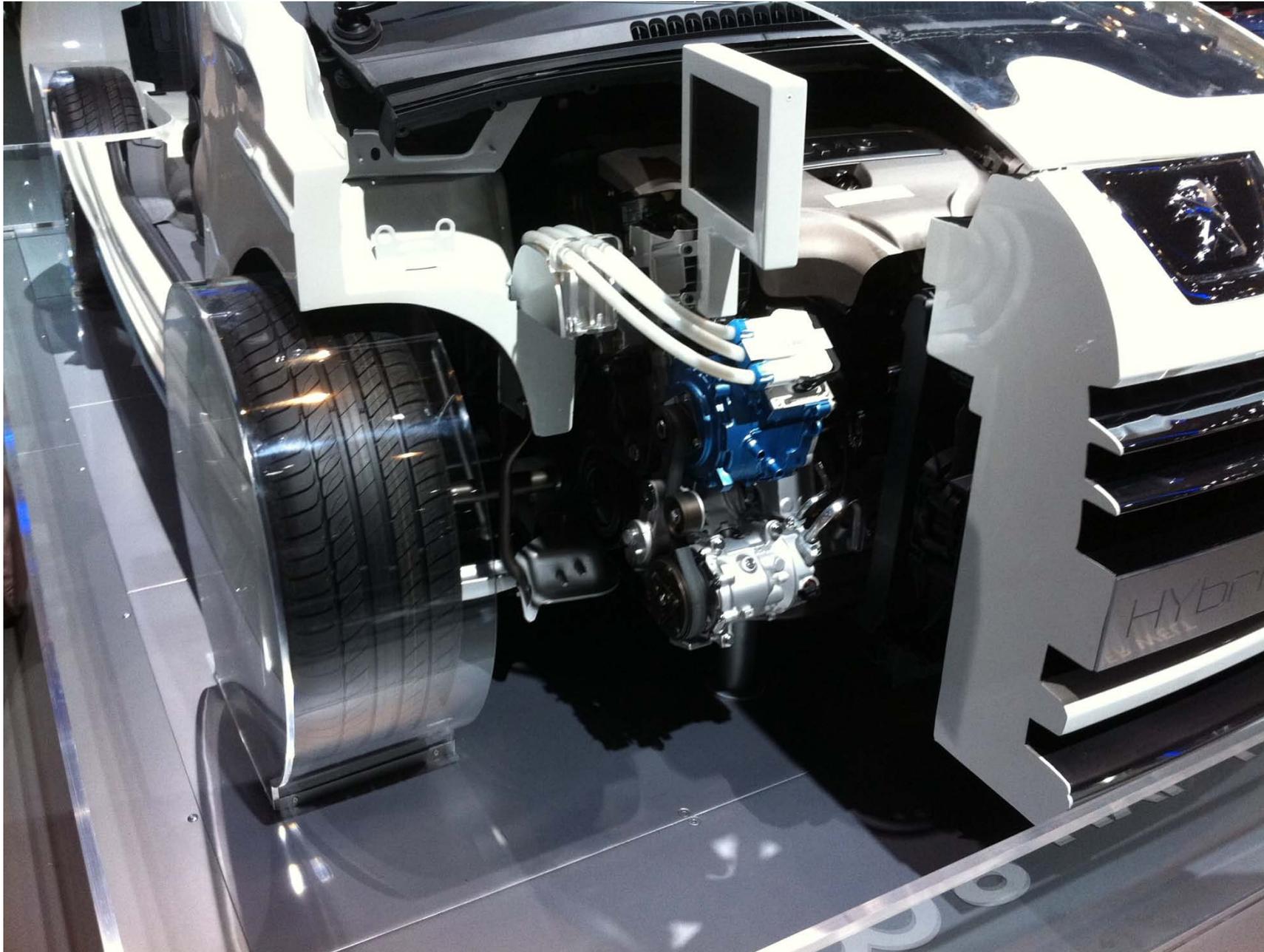


PSA Peugeot 3008 Hybrid 4



Technologie PEUGEOT 3008 HYbrid4

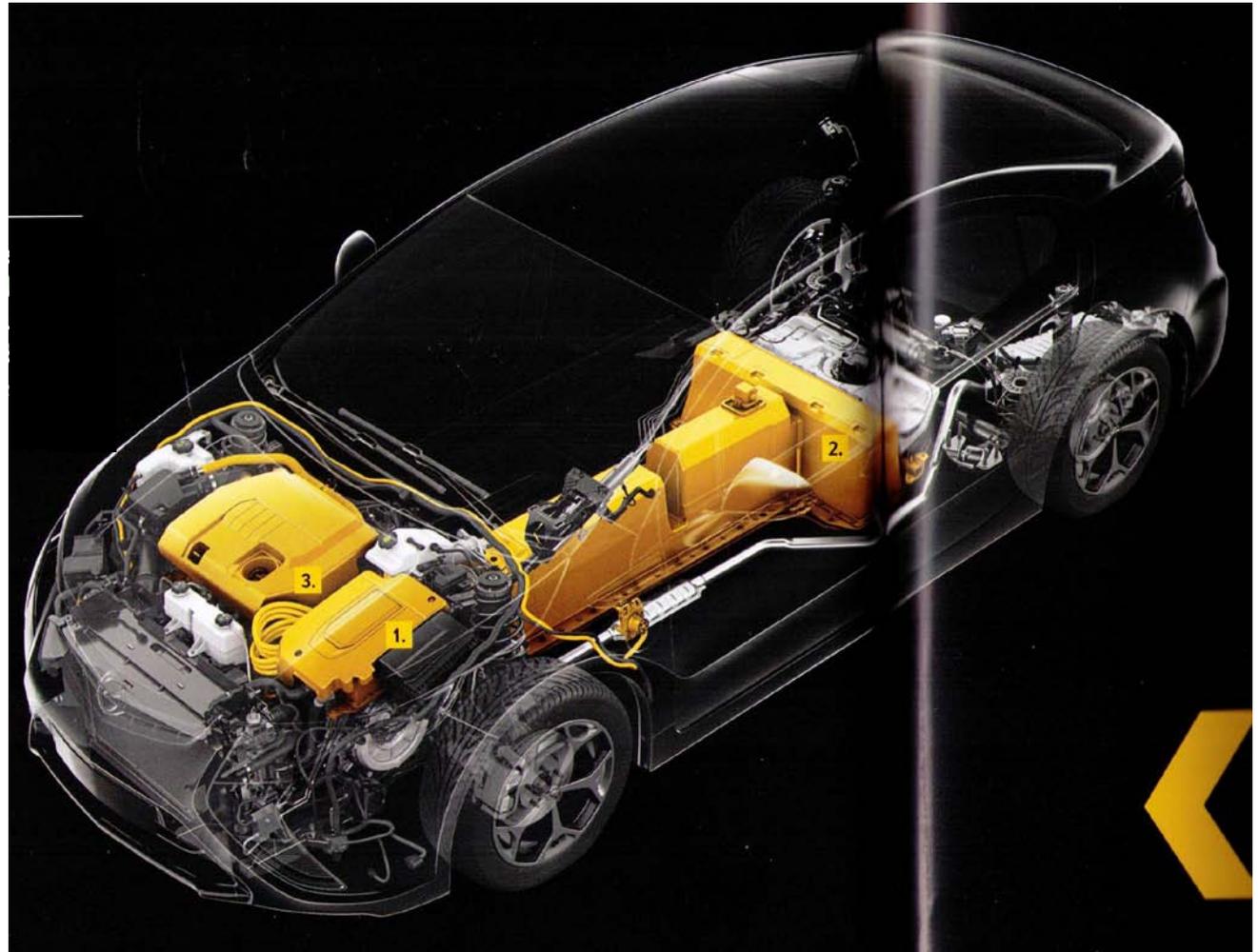
1. Elektromotor an der Hinterachse
2. Hochspannungsbatterie
3. Automatische Antriebssteuerung PTMU (Power Train Management Unit)
4. Elektronische Leistungseinheit (Wechselrichter und Spannungswandler)
5. Stop & Start-Automatik
6. Automatisiertes Sechsgang-Schaltgetriebe (EGS6)
7. Verbrennungsmotor an der Vorderachse



Opel Ampera, Chevrolet Volt:

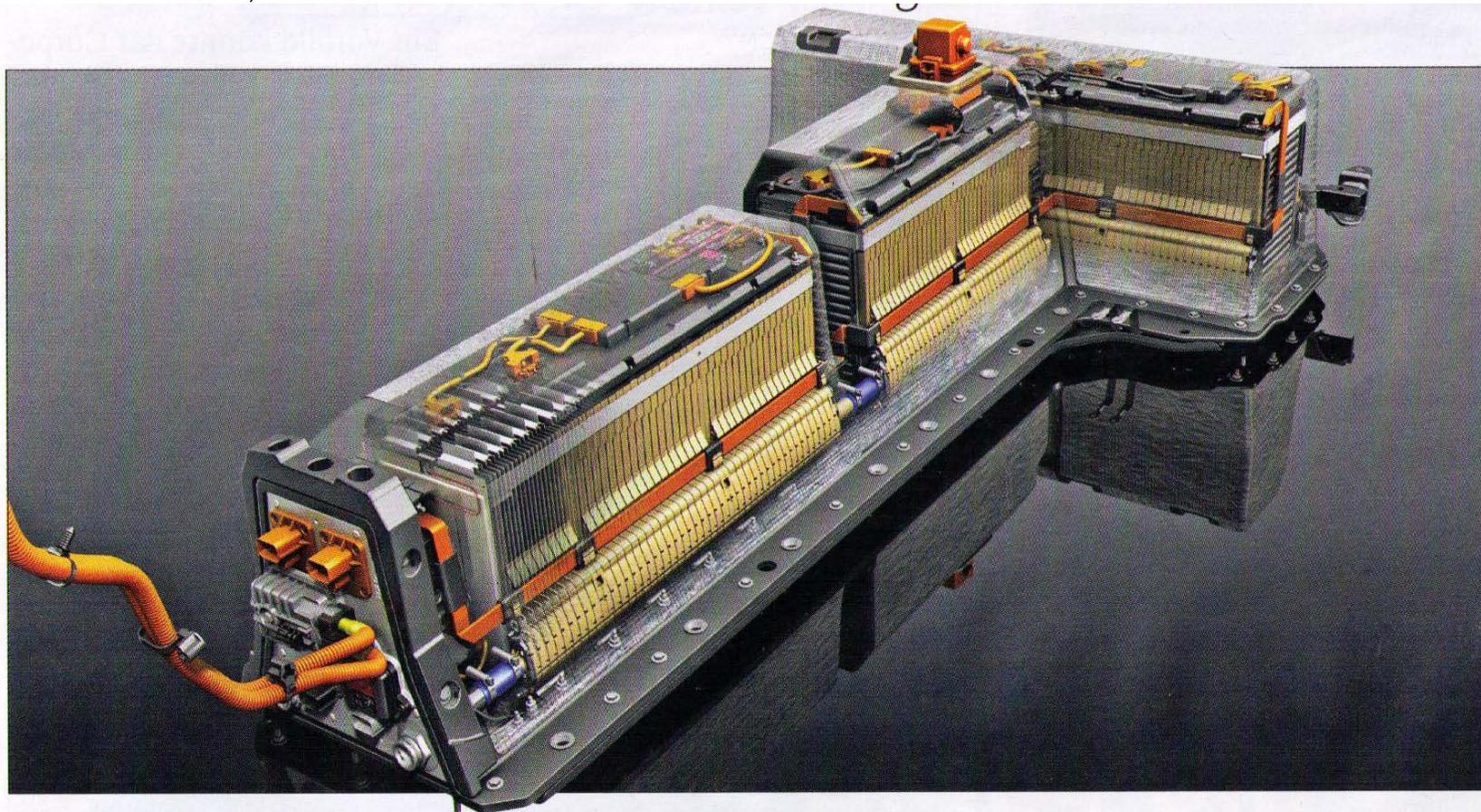
Hybrid oder Elektroautomobil mit Range Extender?

1. Elektrische Antriebseinheit:
111 kW, 370 Nm, zusätzliche Aufschaltung des Generators (53 kW) möglich
 2. Li-Ionen-Batterie: T-förmig angeordnet, 16 kWh, typische Reichweite 40 – 80 km, Reichweite im NEFZ 83 km
Garantie über 8 Jahre bzw. 160.000 km
 3. Verbrennungsmotor: Ottomotor 1,4 l, 63 kW, läuft immer in einem besonders verbrauchsgünstigen Drehzahlbereich
- Reichweicheite:
mit Range Extender < 500 km
ohne Range Extender: < 80 km
 - CO₂-Emission (kombiniert und gewichtet): 33 g/km
 - Elektrischer Energieverbrauch mit Reichweitenverlängerung (kombiniert und gewichtet):
13,5 kWh/100 km
 - Rechnerischer elektrischer Energieverbrauch (gemessen im NEFZ): 16,9 kWh/100 km
 - Bremsen durch Rekuperation bis 2 m/s²



Die Daten für den Kraftstoffverbrauch, CO₂-Emissionen, offizielle elektrische Reichweite und elektrischen Energieverbrauch wurden nach den vorgeschriebenen Messverfahren ermittelt (VO (EG) Nr. 715/2007)





Lithium-Ionen-Batterie des Opel Ampera: Mit 16 Kilowattstunden erlaubt sie dem 1,7 Tonnen schweren Fahrzeug eine elektrische Fahrt über 40 bis 80 Kilometer. Danach lädt ein Verbrennungsmotor den Akku nach.

Ladevorgang der Batterie bei 120 V/15 A ca. 10 Stunden; bei 240 V/40 A ca. 4 Stunden
Elektrischer Verbrauch: 22.4 kWh/100 km, 2,5 l/100 km, 93 mpg
Verbrauch durch Verbrennungsmotor: 6,4 l/100 km; 37 mpg
kombiniert: 3,9 l/100 km; 60 mpg

Die typische elektrische Reichweite wurde ermittelt im Batteriemodus mit vollständig geladener Batterie, bei gemäßigter Fahrweise, normalen Verkehrsbedingungen und Durchschnittstemperatur ohne aktivierte elektrische Verbraucher.

Display:



Übersicht über eine Auswahl von Elektrofahrzeugen

(<http://www.hybrid-autos.info/Elektro-Fahrzeuge/>; 04.03.2014 13:53)

BMW i	
	
BMW i3	
i3	
Verkaufsbezeichnung:	BMW i3
Produktionszeitraum:	seit 2013
Klasse:	Kleinwagen
Karosserieversionen:	Kombilimousine
Motoren:	Elektromotor: 125 kW + Ottomotor (Range Extender, optional): 0,65 Liter (25 kW)
Länge:	3999 mm
Breite:	1775 mm
Höhe:	1578 mm
Radstand:	2570 mm
Leergewicht:	1270–1390 kg
Vorgängermodell:	keines
Nachfolgemodell:	keines

Highlights:

- Fahrgastzelle aus CFK
- E-Motor: ca. 50 kg, Synchronmotor (125 kW, 250 Nm), einstufige Getriebeuntersetzung; Arbeitsweise mit Range Extender als serieller Hybrid
- Li-Ionen-Akkumulator, 96 Zellen in 8 Modulen (Samsung), 360 V, 21,6 kWh (nutzbar 18,8, kW = 87 %);
- Ladung durch ICCB (In Cable Control Box) und Ladebuchse nach CCS mit 230 V in 6 – 8 h, mit Wallbox 4,6 kW, 20 A abgesichert) 30 % kürzer; Gleichstrom-Schnellladung mit 50 kW auf 80 % Kapazität in 30 Minuten.

	BMW i3 ohne Range Extender	BMW i3 mit Range Extender
Spitzenleistung Elektromotor in kW (PS)	125 (170)	125 (170)
Nennleistung/Nenndrehzahl Elektromotor in kW (PS) bei 1/min	75(102) / 4800	75(102) / 4800
Max. Drehmoment Nm bei 1/min Elektromotor	250	250
Nennleistung/Nenndrehzahl Ottomotor in kW (PS) bei 1/min	-	25 (34) / 4300
Max. Drehmoment/Drehzahl Ottomotor Nm bei 1/min	-	55 / 4300
Beschleunigung 0-100 in km/h	7,2	7,9
Höchstgeschwindigkeit in km/h (abgeregelt)	150	150
Energieverbrauch (NEFZ) in kWh/100km	12,9	13,5
Batteriekapazität (netto) kWh	18,8	18,8
Elektrische Reichweite (NEFZ) in km	190	170
Praxisnahe elektrische Reichweite in km	130-160	120-150
Praxisnahe Zusatzreichweite durch Range Extender in km	0	120-150
Praxisnahe Gesamtreichweite in km	130-160	240-300
Maximale Gesamtreichweite (effizientester Fahrmodus) in km	bis zu 200	bis zu 340
Ladezeit CCS (DC-Schnellladen) in h	0,5	0,5
Ladezeit Stecker Typ2 (AC-Laden mit Wallbox) in h	3-6	3-6
Ladezeit mit ICCB (z.B. Haushaltssteckdose) in h	6-8	6-8
Leergewicht in kg	1.270	1.390

BMW i



IAA 2013

Vision Efficient Dynamics

Präsentationsjahr:	2009
Fahrzeugmesse:	IAA
Klasse:	Sportwagen
Karosseriebauform:	Coupé
Motor:	Ottomotor: 1,5 Liter (170 kW) + Elektromotor: 96 kW
Länge:	4689 mm
Breite:	1942 mm
Höhe:	1293 mm
Radstand:	2800 mm
Leergewicht:	1490 kg
Serienmodell:	BMW i8

Highlights:

- Karosserie in CFK
- Plug-in-Hybrid mit 3-Zylinder-Benzinmotor (170 kW, 320 Nm) an der Hinterachse und Elektromotor (96 kW) an der Vorderachse
- Beschleunigung in 4,4 s von 0 auf 100 km/h, c_w -Wert: 0,26
- 49 g/km CO₂ (2,1 l Benzin)
- 98 Li-Polymer-Zellen
- Reichweite (550 km + 50 km (elektrisch))
- Ladung durch ICCB auf 80 % in 2,5 h; mit Wallbox in 2 h

Intelligenter Leichtbau



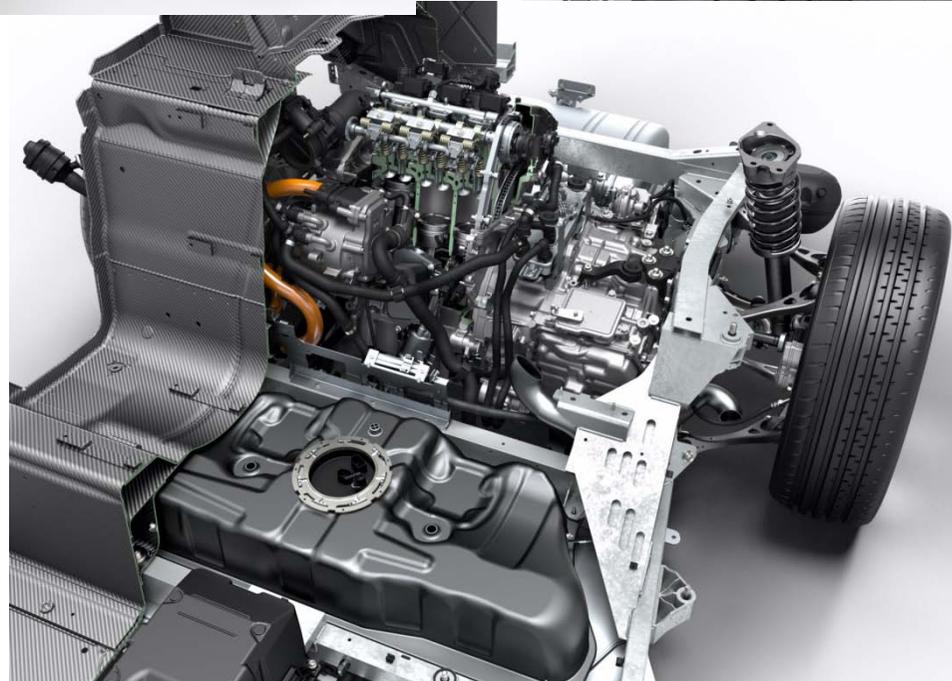
REINHOLDT



BMW TODAY



BMW TODAY



Mini E



Overview

Manufacturer	BMW
Production	2009-2010
Assembly	Oxford, England
Body and chassis	
Class	Small family car
Body style	3-door hatchback
Layout	FF layout
Powertrain	
Electric motor	150 kW (200 hp) asynchronous motor
Transmission	1-speed helical
Battery	35 kilowatt-hours (130 MJ) lithium ion battery
Range	100 mi (160 km)
Dimensions	
Wheelbase	97.1 in (2,466 mm)
Length	146.2 in (3,713 mm)
Width	66.3 in (1,684 mm)
Height	55.4 in (1,407 mm)

Technische Daten:

- Asynchronmotor (150 kW, 220 Nm), Frontantrieb, $v_{\max} = 95$ mph (153 km/h)
- Li-Ionen-Batterie: 35 kWh, 259 kg,
- Reichweite 250 km (Stadt 175 km, Autobahn: 150 km)
- Ladung 120 V/12 A (20 h) bzw. 240 V/48 A) (3,5 h)
- EPA: 34 kWh/100 miles; 2,4 l/100 km, 102 mpg;



Mitsubishi



Mitsubishi i-MiEV

i-MiEV

Produktionszeitraum:	seit 2009
Klasse:	Kleinstwagen
Karosserieversionen:	Kombilimousine
Motoren:	Elektromotor: 49 kW
Länge:	3475 mm
Breite:	1475 mm
Höhe:	1610 mm
Radstand:	2550 mm
Leergewicht:	1110 kg
Vorgängermodell:	keines
Nachfolgemodell:	keines

Technische Daten:

- Identisch mit Citroën C-Zero und Peugeot iOn
- Permanentmagnet-Synchronmotor 49 kW, 180 Nm
- Beschleunigung von 0 auf 100 km/h in 13,5 s
- Li-Ionen Batterie: 88 Zellen (50 Ah, 3,7V, Energiedichte 109 Wh/kg) liefern Gesamtspannung 330 V; 16 kWh (Nutzung 13 kWh)
- Ladevorgang 240 V 6 h; Schnellladung nach japanischem CHAdeMO-Standard mit Gleichstrom bei 62,5 kW in 15 – 30 Minuten zu 80 %
- Reichweite 150 km (NEFZ), Verbrauch 13,5 kWh/100 km (1,45 l/100 km)
- Höchstgeschwindigkeit: 150 km/h

Nissan



Leaf

Produktionszeitraum:	seit 2010
Klasse:	Kompaktklasse
Karosserieversionen:	Kombilimousine
Motoren:	Elektromotor: 80 kW
Länge:	4445 mm
Breite:	1770 mm
Höhe:	1550 mm
Radstand:	2700 mm
Leergewicht:	1520 kg
Vorgängermodell:	keines
Nachfolgemodell:	keines

Technische Daten:

- Erstes Großserienauto, das für Elektroantrieb konzipiert wurde (2009)
- Nissan entwickelt seit 1970 elektrische Konzeptfahrzeuge, 1990 erste Li-Ionen-Batterien im Einsatz (mit Sony)
- Höchstgeschwindigkeit 160 km/h
- Reichweite 160 km
- Verbrauch 99 mpg (2,37 l/100 km)
- Approaching Vehicle Sound for Pedestrians (AVSP) < 30 km/h
- Synchronmotor 80 kW, 280 Nm, bis ca. 10.000 rpm
- Li-Ionen Batterie 48 Module, 360 V, 24 kWh
- Ladung: 230 V, 2,3 kW oder mit ICCB 230 V/10 A; CHAdeMO-Gleichstrom 50 kW in 20 – 30 Minuten



Nissan Leaf ZE0	AC-Motor
Bauzeitraum:	seit 12/2010
Motor:	AC-Synchronmotor
Motortyp:	EM61
max. Leistung bei min⁻¹:	80 kW (109 PS) von 2730–≈9800
max. Drehmoment bei min⁻¹:	280 Nm von 0–≈2730
Batterie:	laminierte Lithium-Ionen-Batterie (Spannung 360 V, Nennkapazität 24 kWh)
Getriebe:	kein Schaltgetriebe, feststehende Übersetzung
Antriebsart:	Vorderradantrieb
Radaufhängung vorne:	Einzelradaufhängung, Schraubenfedern
Radaufhängung hinten:	Verbundlenkerachse, Schraubenfedern
Bremsen:	regeneratives Bremssystem, belüftete Scheibenbremsen rundum
Lenkung:	Zahnstangenlenkung
Abmessungen:	4445 × 1770 × 1550 mm
Radstand:	2700 mm
Spurweite vorn/hinten:	1540/1535 mm
Leergewicht:	1520 kg
Höchstgeschwindigkeit:	145 km/h
Beschleunigung, 0–100 km/h:	11,3 s
Verbrauch (jap. Zyklus):	12,4 kWh/100km
Reichweite (jap. Zyklus):	200 km

Porsche



Der 918 Spyder auf der IAA 2013 in Frankfurt

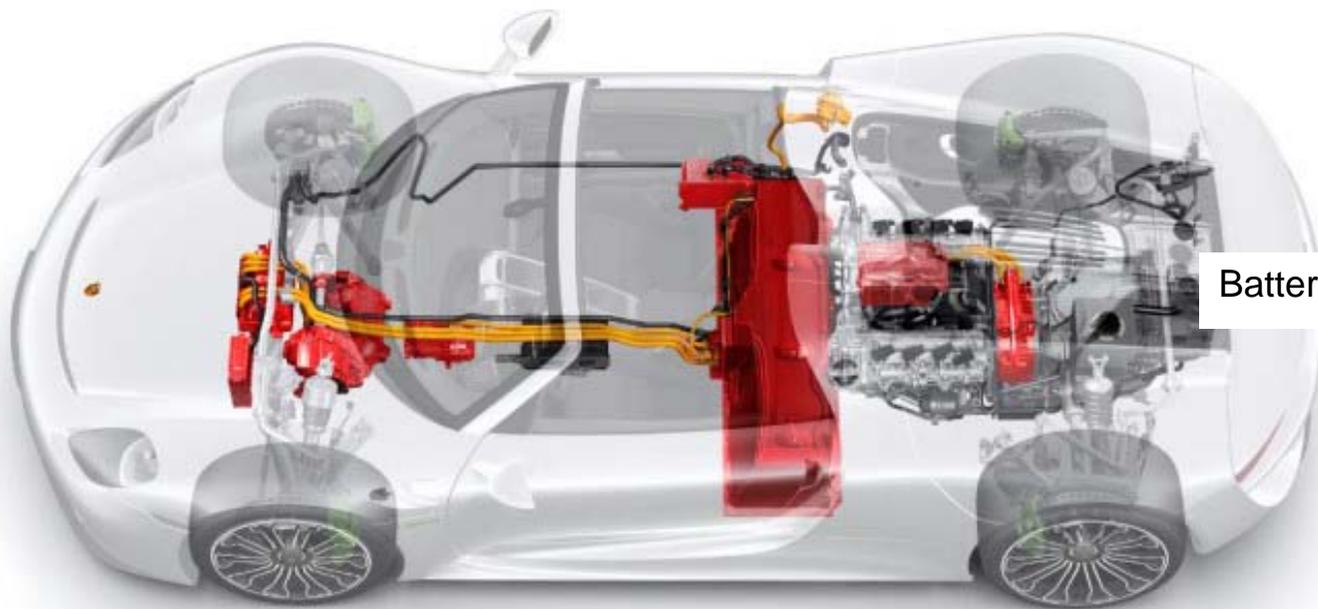
Technische Daten Spyder:

- V8 4,6 l-Motor mit 450 kW, zwei Elektromotoren an Vorder- und Hinterachse mit 210 kW, Torque Vectoring
- 5,1 kWh Akku (Plug-In)

918 Spyder/918 RSR

Produktionszeitraum:	seit 2013
Klasse:	Sportwagen
Karosserieversionen:	Coupé, Roadster
Motoren:	Ottomotor: 4,6 Liter (450 kW) + Elektromotoren: 210 kW
Länge:	4643 mm
Breite:	1940 mm
Höhe:	1167 mm
Radstand:	2730 mm
Leergewicht:	1640 kg
Vorgängermodell:	Porsche Carrera GT
Nachfolgemodell:	keines

Modell	4.6 V8
Hubraum	4600 cm ³
Leistung (Ottomotor) bei min⁻¹	450 kW (608 PS) bei 8600
Literleistung	133,0 PS/l
Leistung (Elektromotor)	Vorne 95 kW Hinten 115 kW
Gesamtleistung	652 kW (887 PS)
Max. Drehmoment	1280 Nm bei 800 – 5000 min ⁻¹
Höchstgeschwindigkeit	345 km/h
Beschleunigung (0–100 km/h)	2,6 s
Getriebe (Serienmäßig)	7-Gang-Doppelkupplungsgetriebe
Kohlenstoffdioxid-Emissionen	70 g/km
Verbrauch (NEFZ)	3,1 Liter Super Plus/100km



Batteriepack



918 RSR:



Technische Daten:

- Technische Komponenten aus dem 997 GT3 Hybrid
- 2 Elektromotoren an den Vorderrädern mit jeweils 75 kW
- Gesamtleistung 544 kW
- Schwungmassenspeicher



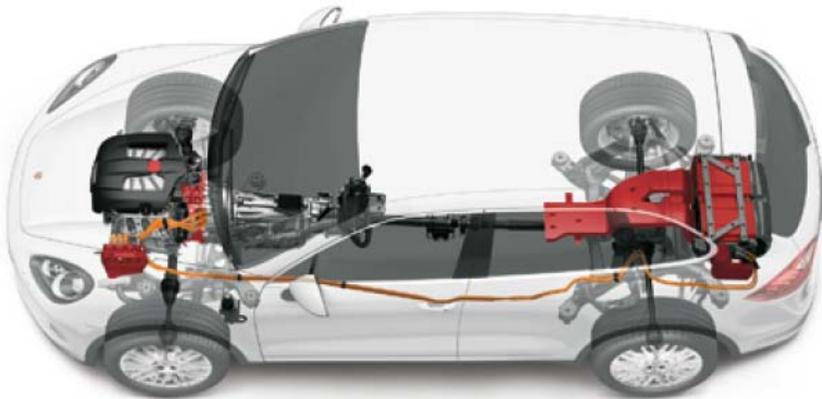
Im Gegensatz zur Konzeptstudie 918 Spyder herrscht im Innenraum des 918 RSR nun schnörkellose Rennatmosphäre. Statt einer Mittelkonsole mit durchgängig berührungsempfindlicher Benutzeroberfläche aus der Konzeptstudie 918 Spyder hat die neue Studie eine auf das Wesentliche reduzierte Konsole mit Kippschaltern. Anstelle eines zweiten Sitzes ist dort der Schwungradspeicher platziert.

Porsche Cayenne Hybrid

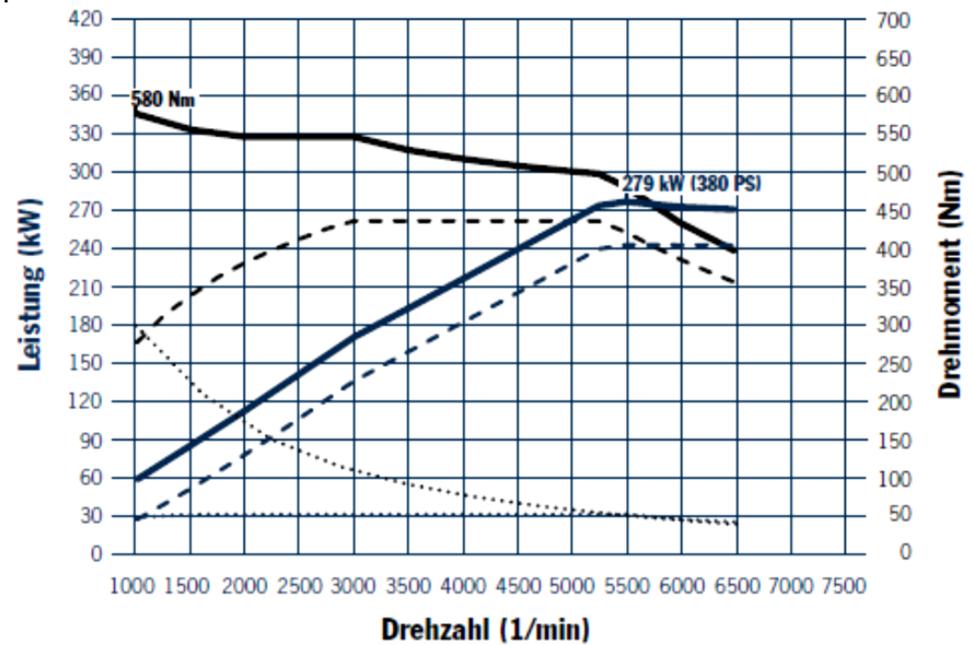


Technische Daten:

- Synchronmotor (288 V, 34 kW), Parallel Hybrid
- Gesamtleistung 279 kW, 580 Nm
- Beschleunigung von 0 auf 100 km/h in 6,5 s
- Verbrauch 8,2 l/100 km, Segelmodus
- NiMH-Batterie mit 240 Zellen, 80 kg, 1,7



kWh



Cayenne S Hybrid: 580 Nm bei 1.000 1/min, 279 kW (380 PS) bei 5.500 1/min

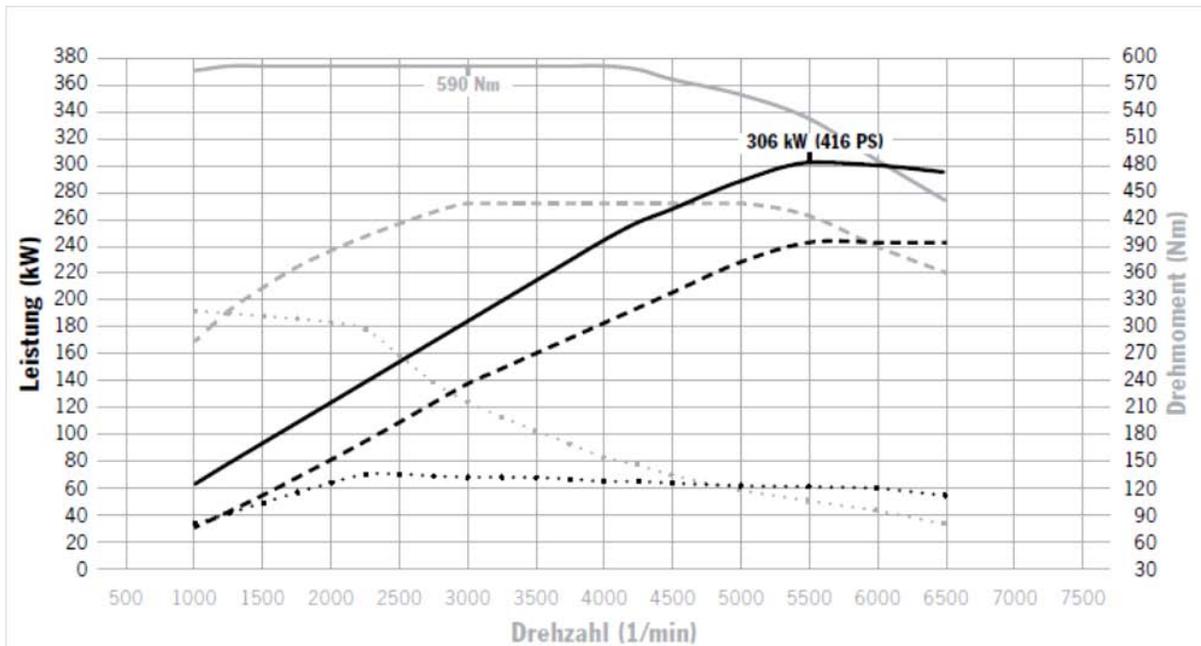
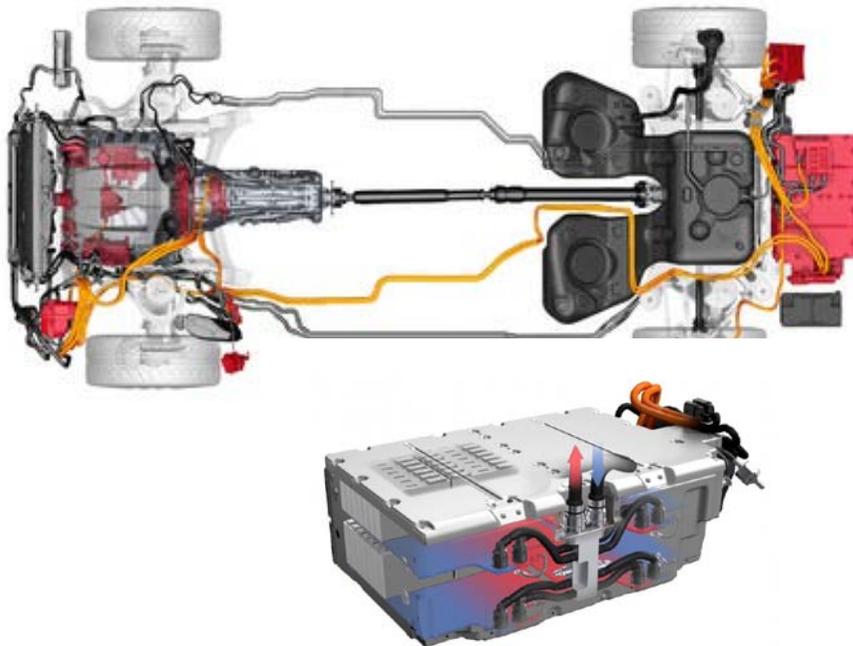
- Cayenne S Hybrid System gesamt
- - - Cayenne S Hybrid Verbrennungsmotor
- · · · Cayenne S Hybrid Elektromaschine

Porsche Panamera Hybrid



Technische Daten:

- Synchronmotor (288 V, 70 kW), Parallel Hybrid
- Gesamtleistung 306 kW,
- Beschleunigung von 0 auf 100 km/h in 5,5 s
- Verbrauch 3,1 l/100 km, 71 g/km
- Li-Ionen-Batterie 9,4 kWh, wassergekühlt



- Panamera S E-Hybrid gesamt:
306 kW (416 PS) bei 5.500 1/min, 590 Nm zwischen 1.250 und 4.000 1/min
- Panamera S E-Hybrid Elektromaschine:
70 kW (95 PS) zwischen 2.200 und 2.600 1/min, 310 Nm < 1.700 1/min
- - - Panamera S E-Hybrid Verbrennungsmotor:
245 kW (333 PS) zwischen 5.500 und 6.500 1/min, 440 Nm zwischen 3.000 und 5.250 1/min

Tesla



Model S

Produktionszeitraum:	seit 06/2012
Klasse:	Oberklasse
Karosserieversionen:	Kombilimousine
Motoren:	Elektromotoren: 222–306 kW
Länge:	4976 mm
Breite:	1963 mm
Höhe:	1435 mm
Radstand:	2959 mm
Leergewicht:	2108 kg
Vorgängermodell:	keines
Nachfolgemodell:	keines

Technische Daten:

- E-Motor: 270 kW, 440 Nm
- Li-Ionen-Batterie; 2 Varianten: 60 kWh (390 km Reichweite) und 85 kWh (502 km)
- Ladung: 230 V/16 A, 400 V 3~; an Supercharger-Tankstellen (bis 135 kW) in 20 min zu 50 %, in 40 min zu 80 %

2012-13 Tesla Model S Verbrauchsdaten (EPA)					CO ₂ -Ausstoß			
Modell	Baujahr	kombiniert pro 100 km	Innerorts pro 100 km	Autobahn pro 100 km	deutscher Strommix ^[19]	Schweizer Strommix ^[20]	österreichischer Strommix ^[21]	norwegischer Strommix ^[22]
Tesla Model S (60-kWh-Batterie)	2013	22,04 kWh	22,28 kWh	21,59 kWh	127 g/km	26,9 g/km	34,2 g/km	3,3 g/km
Tesla Model S (85-kWh-Batterie)	2012–13	23,53 kWh	23,80 kWh	23,26 kWh	136 g/km	28,7 g/km	36,5 g/km	3,5 g/km

Anmerkung: Verbrauch basiert nicht auf dem NEFZ, sondern auf dem US-amerikanischen Äquivalent, daher sind Abweichungen möglich

- Stromkosten an den Supercharger-Tankstellen sind im Kaufpreis des Wagens mit 85 kWh enthalten



Quelle: http://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S 02.03.2014 13:31



Renault



Ein Renault Twizy mit optionalen Scherentüren.

Twizy^[1]

Produktionszeitraum:	seit 2011
Klasse:	Leichtfahrzeug
Karosserieversionen:	Coupé
Motoren:	Elektromotoren: 4–13 kW
Länge:	2337 mm
Breite:	1191 mm
Höhe:	1461 mm
Radstand:	1684 mm
Leergewicht:	375–389 kg
Vorgängermodell:	keines
Nachfolgemodell:	keines

Renault



Renault ZOE (2013)

ZOE

Produktionszeitraum:	seit 12/2012
Klasse:	Kleinwagen
Karosserieversionen:	Kombilimousine
Motoren:	Elektromotor: 65 kW
Länge:	4084 mm
Breite:	1730 mm
Höhe:	1568 mm
Radstand:	2588 mm
Leergewicht:	1468 kg
Vorgängermodell:	keines
Nachfolgemodell:	keines

Elektroautos in Großserienproduktion

(http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Elektroautos_in_Serienproduktion; 01.03.2014 17:16)

Diese Tabellen führen Elektroautos auf, die gegenwärtig in Großserie gefertigt werden, nach derzeitiger Definition also "über 1000 Stück pro Monat" bzw. über 12.000 Stück pro Jahr (Angabe des Mittelwerts pro Jahr).

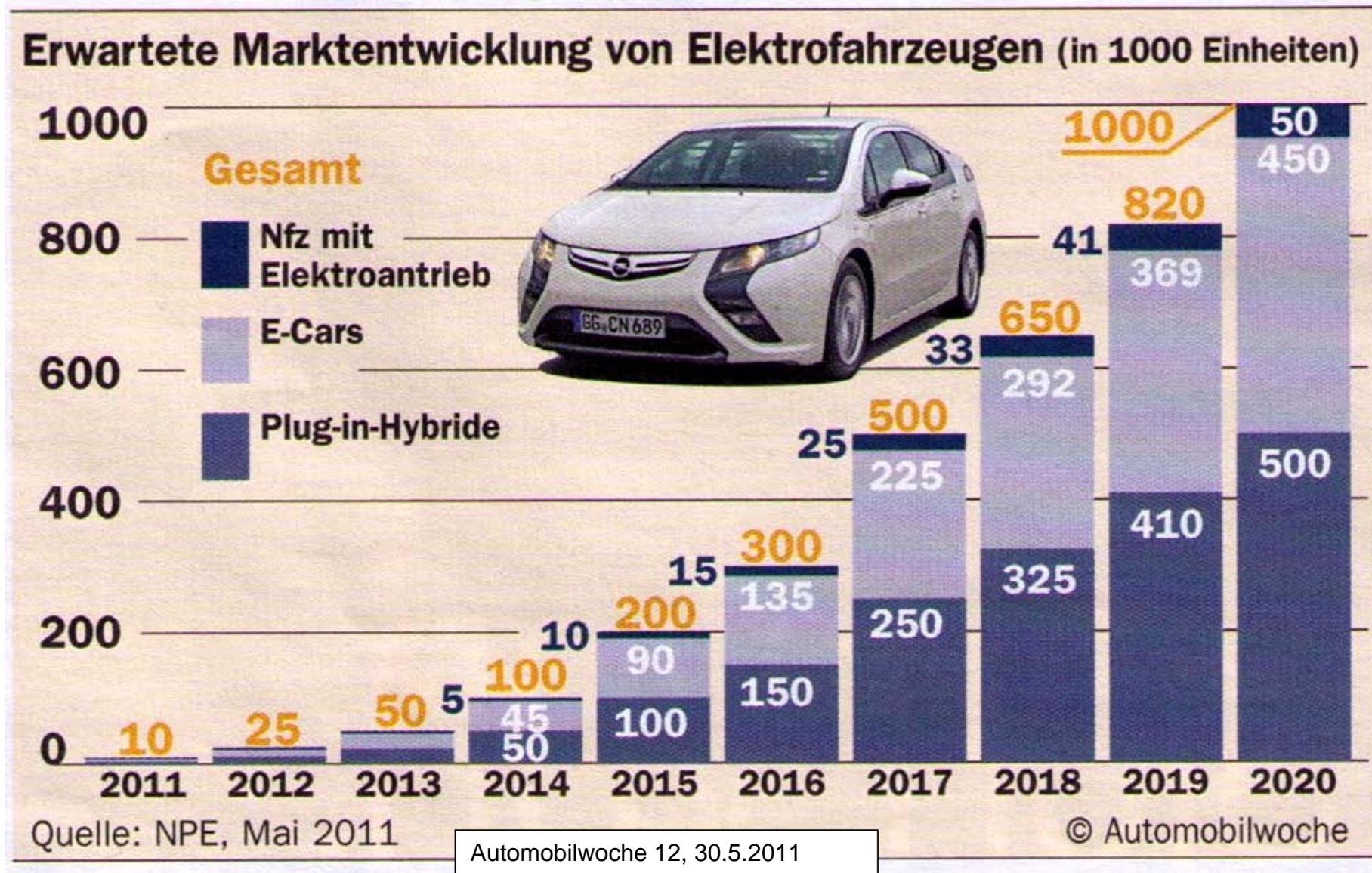
(CHAdeMO: Markenname (TEPCO) für schnelle DC-Ladung mit 50 kW (300 – 600 V; CCS: Combined Charging System:



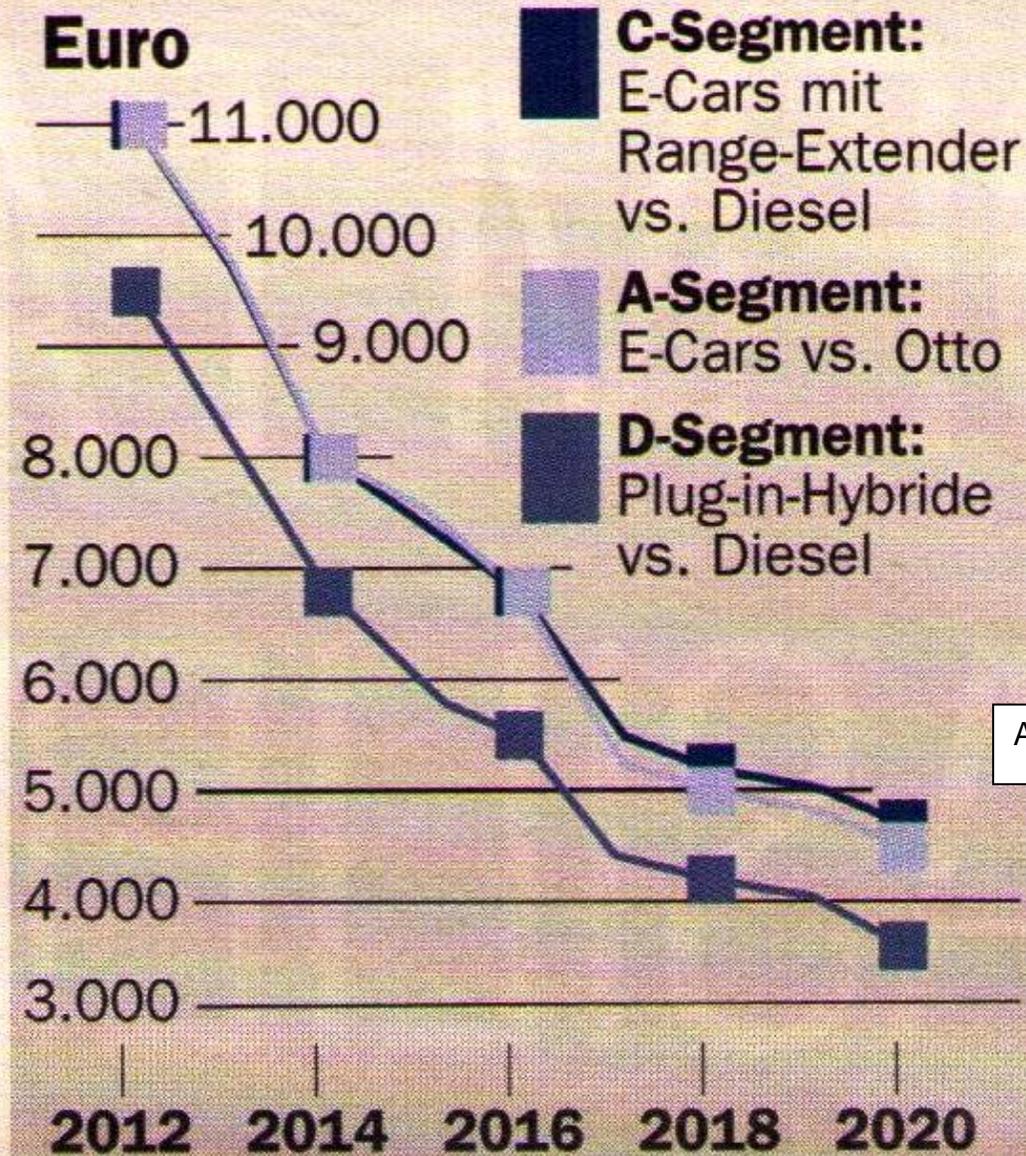
Modell	Sitze	Reichweite (km)	V_{\max} (km/h)	Verbrauch je 100 km (kWh)	Ladezeit Standard (Stunden)	Ladezeit Drehstrom (Stunden)	Ladezeit (CHAdeMO/CCS) 80 % (Stunden)	(Nenn-) Kapazität Batterie (kWh)	jährliche Produktion (Stand)
Renault Twizy (13 kW)	1 oder 2	80	80	9	3,5	-	-	6,1	3.300 (2013)
BMW i3	4	130-160	150	12,9	6-8	-	(CCS) 0,5	21,6	?
Chery QQ3 EV	4	90	70	15	11			12	5.305 (2012)
Chevrolet Spark EV	4	132	145	17,4	7	-	(CCS) 0,33	>20kWh	?
Citroën C-Zero	4	150	130	13,5	6	-	(CHAdeMO) 0,5	16	3.300 (2012)
Mitsubishi i-MiEV	4	150	130	13,5	6	-	(CHAdeMO) 0,5	16	?
Peugeot iOn	4	150	130	13,5	6	-	(CHAdeMO) 0,5	16	2.900 (2012)
Renault ZOE	5	210	140	14,6	7,5	0,5 (43 kW)	-	22	6.000

Modell	Sitze	Reichweite (km)	V_{\max} (km/h)	Verbrauch je 100 km (kWh)	Ladezeit Standard (Stunden)	Ladezeit Drehstrom (Stunden)	Ladezeit (CHAdeMO/CCS) 80 % (Stunden)	(Nenn-) Kapazität Batterie (kWh)	jährliche Produktion (Stand)
						1 (22 kW) 2 (11 kW)			(2013)
Smart Fortwo ED	2	145	125	15,1	6	1 (22 kW)	-	17,6	6.000 (2013)
VW E-up!	4	160	130	11,7	9(ICCB) 6(Typ2)	-	(CCS) 0,5 (optional)	18,7	11.000 (2014)
Ford Focus Electric	5	162	137	14,4	6,5	-	-	23	?
Nissan Leaf ^[28]	5	199	150	15,0	7 (3,3 kW) 10(2,3 kW mit ICCB)	-	(CHAdeMO) 0,5	24	25.840 (2012)
Renault-Samsung SM3 EV (Zwillingsmodell "Renault Fluence Z.E." wird nicht mehr produziert)	5	185	135	14	7	-	-	22	?
Tesla Model S	5(+2)	480(85 kWh) 370(60 kWh)	200(85 kWh) 190(60 kWh)	18,1	24	4,5 (22 kW)	-	85 60	21.000 (2013)

5. WO GEHT'S HIN?



Mehrkosten E-Mobile gegenüber konventionellen Autos



Automobilwoche 12, 30.5.2011

Quelle: NPE, 2011 © Automobilwoche