

HYBRIDTECHNOLOGIE



▼ IN DIESER AUSGABE

EINFÜHRUNG	2	STRUKTUR MIT DIESELMOTOR	11	BREMSSYSTEM	15
DEFINITION EINES HYBRIDFAHRZEUGES	2	HOCHVOLTBATTERIE	11	SYSTEM MIT FLÜSSIGGAS (LPG)	16
KLASSIFIZIERUNG GEMÄSS SEINES ANTRIEBS	3	STROMRICHTER	13	SYSTEM MIT KOMPRIEMIERTEM ERDGAS (CNG)	17
STRUKTURELLE KLASSIFIZIERUNG	8	ANTRIEBSSYSTEME FÜR HYBRIDFAHRZEUGE	13	STÖRUNGEN	18
		KLIMAAANLAGE	14	TECHNISCHE HINWEISE	19

EINFÜHRUNG

Warum ein Hybridfahrzeug?

Durch die Kombination eines Wärmekraftmotors mit einem Elektromotor soll eine höhere Effizienz erzielt werden, da die Elektroanlage die aus den Bremsvorgängen gewonnene Energie elektrisch ansammeln und in einer Batterie speichern kann.

Diese Energie, die sowohl durch Reibung zwischen Bremsbelägen und Bremsscheiben als auch durch Reibungen der beweglichen Teile im Wärmekraftmotor während der Entschleunigung des Fahrzeugs erzeugt wird, geht dagegen bei Fahrzeugen mit Wärmekraftmotoren als Wärme verloren.

Mit der in den Bremsvorgängen erzeugten und in der Batterie angesammelten elektrischen Energie wird beim Beschleunigen Antriebskraft beigetragen.

Diese Strategie der Funktionsweise stellt eine eindeutige Energieeinsparung dar, vor allem, wenn die Fahrbedingungen ein kontinuierliches Abbremsen und Beschleunigen erfordern (dichter Verkehr, zwischen Ampeln, Kreisverkehr usw.). Allerdings ist diese Funktionsweise bei konstanten Geschwindigkeiten auf ebenen Straßen und ohne Steigerungen nicht mehr vorteilhaft.

Andererseits führen die steigenden Kraftstoffpreise, die Schadstoffbelastungen und die neuen Protokolle bei hohen Verschmutzungen in Großstäd-



ten, die den Verkehr der am stärksten verschmutzenden Fahrzeuge durch das Stadtzentrum verbieten, dazu, dass sich viele Nutzer zum Kauf von umweltfreundlicheren Fahrzeugen entscheiden.

Vorteile

- Sie funktionieren mit an jeder Tankstelle verfügbaren Kraftstoffen.
- Niedrigerer Verbrauch beim Fahren in der Stadt.
- Geringe Schadstoffemissionen.
- Effizient in der Stadt.
- Leiser als ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.
- Rückgewinnung der durch die Bremsvorgänge erzeugten Energie.
- Die Garantie des Elektromotors und der Batterie ist deutlich besser als die eines Verbrennungsmotors.

Nachteile

- Im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor hat dieses einen höheren Preis.
- Die Reparatur muss von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden.
- Wenn die Batterien nicht ordnungsgemäß entsorgt werden, sind diese stark umweltbelastend.
- Die Reparaturen des Elektrosystems verursachen zusätzliche Kosten.
- Begrenztes Angebot von Fahrzeugen.

DEFINITION EINES HYBRIDFAHRZEUGES

Zum Antrieb einer Hybridmaschine oder eines Hybridfahrzeuges werden zwei verschiedene Technologien eingesetzt. In der Regel sind Hybridfahrzeuge mit zwei Motorentypen ausgestattet, die am Traktions- und Antriebssystem beteiligt sind. Außerdem können sie Energie aus der Verzögerung des Fahrzeuges selbst erzeugen und diese ansammeln.

In den meisten Fällen handelt es sich dabei um eine Kombination aus einem Wärmekraftmotor und einem Elektromotor. Mithilfe des Wärmekraftmotors wird das Traktionssystem mit Leistung zur Steigerung der



Fahrzeuggeschwindigkeit versorgt wenn es bereits in Fahrt ist, während der Elektromotor für den Antriebsmoment sorgt und sich um den Start der Fahrzeugbeschleunigung aus dem Stillstand kümmert.

Auch wenn das Hybridfahrzeug derzeit auf dem Vormarsch ist, sollte daran erinnert werden, dass diese technologische Idee bereits genauso alt ist, wie die Geschichte des Autos selbst. Das erste konstatierte Hybridfahrzeug erschien im Jahre 1900, als Lohner-Porsche im „Mixte“-Wagen an



jedem Vorderrad einen Elektromotor montierte, während die Hinterräder von einem Verbrennungsmotor angetrieben wurden.

Andererseits gibt es aber auch Fahrzeuge mit Hybrid-Brennstoff. Diese Fahrzeuge sind mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet, der zwei Arten von Kraftstoff zum Antrieb des Motors verwenden kann, wie beispielsweise LPG (Flüssiggas) und CNG (komprimiertes Erdgas).

Diese Fahrzeuge können serienmäßig mit dem System für Hybrid-Brennstoff ausgerüstet sein oder in einer Vertragswerkstatt modifiziert werden. Aufgrund der Art der Gasverbrennung wird ein Benzinmotor verwendet, bei dem im Ansaugkrümmer eine Einspritzrampe eingebaut ist. .

Das Besondere an diesen Fahrzeugen ist, dass diese mit zwei unabhängigen Kraftstofftanks ausgestattet sind, einer für Benzin und ein anderer für Gas. Außerdem verfügen sie über zwei Einfüllstutzen zum Tanken von Kraftstoff.



KLASSIFIZIERUNG GEMÄSS SEINES ANTRIEBS

Die Automobilhersteller haben sich abhängig von der in ihren Fahrzeugen integrierten Elektrik für verschiedene technologische Linien entschieden. Diese unterschiedlichen technologischen Linien hängen von den Kosten und der Komplexität der angewandten Systeme ab. Die hybriden Varianten lassen sich im Wesentlichen nach der Betriebsspannung und Kapazität der Batterie und somit auch nach den Funktionen unterscheiden, die für das Antriebssystem und das Energieverwaltungssystem von Nutzen sein können.

Gemäß dieser Kriterien kann wie folgt klassifiziert werden:

- Mikro-Hybride (Micro Hybrids).
- Mild-Hybride (Mild Hybrids).
- Voll-Hybride (Full Hybrids).
- Plug-In-Hybride (Plug-in Hybrids).

Der elektrische Integrationsgrad wird entsprechend der Ausstattung mit folgenden Funktionen bestimmt:

- Start/Stopp.
- Regeneratives Bremsen.
- Elektrische Unterstützung.
- 100 % elektrischer Antrieb
- Externe Batterieladung.

Typ	Start/Stopp	Regeneratives Bremsen	Elektrische Unterstützung	100 % elektrischer Antrieb	Externe Batterieladung
Mikro-Hybrid	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein
Mild-Hybrid	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Voll-Hybrid	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
Plug-In-Hybrid	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Mikro-Hybride (Micro Hybrids)

Die Anforderungen der Umweltschutzvorschriften haben Hersteller stark darin beeinflusst, Fahrzeuge mit einem automatischen Start-Stopp-System auszustatten, das den Kraftstoffverbrauch und die Emissionen in städtischen Gebieten reduziert.

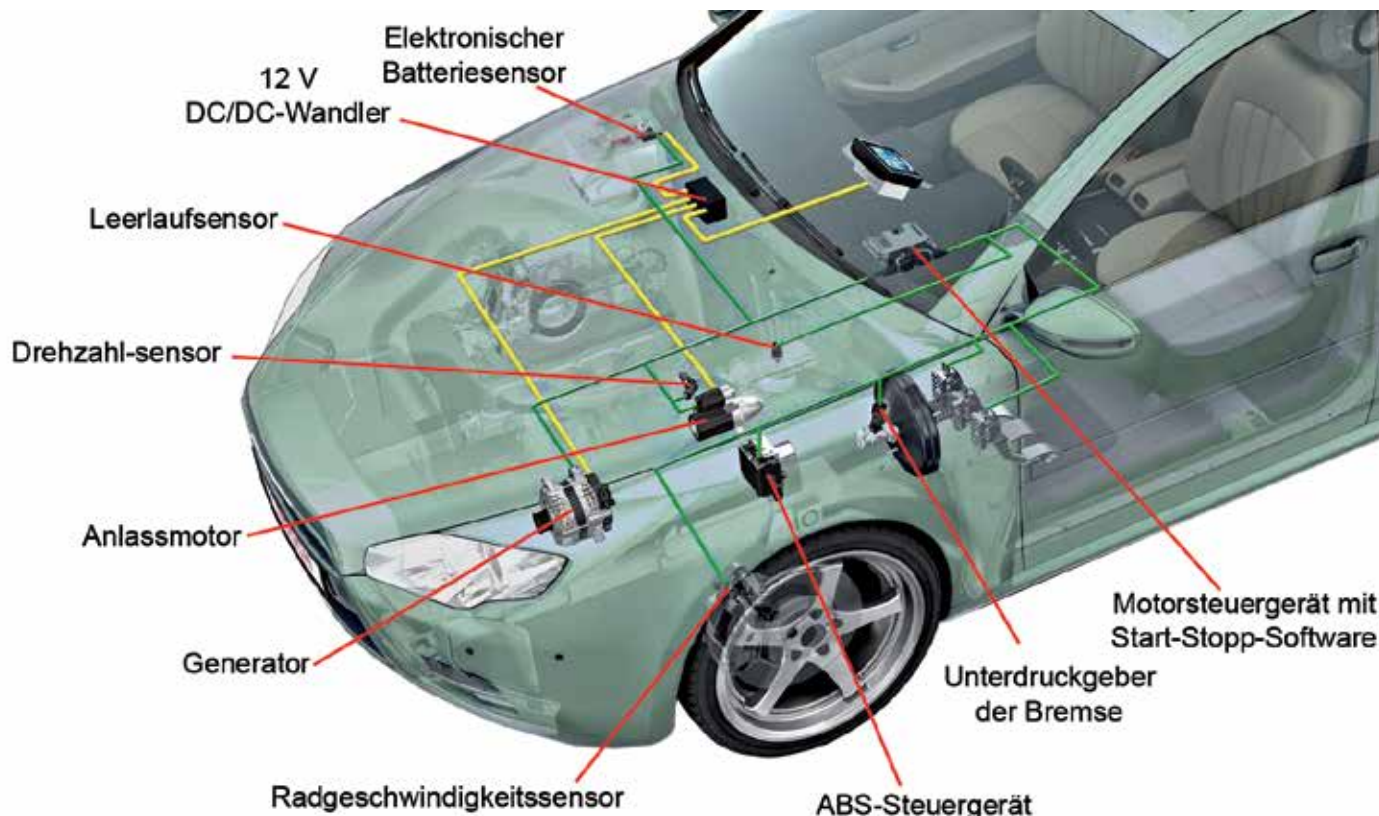
Die Mikro-Hybridisierung ist die günstigste und meist verbreitete technologische Lösung, die Hersteller seit 2010 in der Mehrheit ihrer Fahrzeuge integrieren. Das Energiesystem nutzt die Stromversorgung mit 12 Volt Niederspannung, verfügt jedoch über AGM-Batterien mit VR-LA-Technologie, die eine höhere Energiekapazität aufweisen und somit in der Lage sind, eine höhere Anzahl an Starts zu erzeugen.

Die Mikro-Hybridfahrzeuge verfügen über ein strategisches Ladesys-

tem, in dem der Generator die Fahrzeugverzögerungen hauptsächlich zur Regenerierung der Batterieladung nutzt, ohne dabei die Leistung des Wärmekraftmotors beim Beschleunigen zu beeinträchtigen.

Darüber hinaus muss die elektrische Energieverwaltung den automatischen Start des Wärmekraftmotors entsprechend der unterschiedlichen Funktionsbedingungen gewährleisten. Die wichtigsten Funktionen der Mikro-Hybridfahrzeuge sind:

- Start-Stopp-Automatik.
- Energierückgewinnung beim Bremsen.



Mild-Hybride (Mild Hybrids)

Ausgehend von der technologischen Linie der Start-Stopp-Systeme handelt es sich hier darum, einen Schritt weiter zu gehen, ohne dabei den Preis des Fahrzeuges zu sehr zu erhöhen.

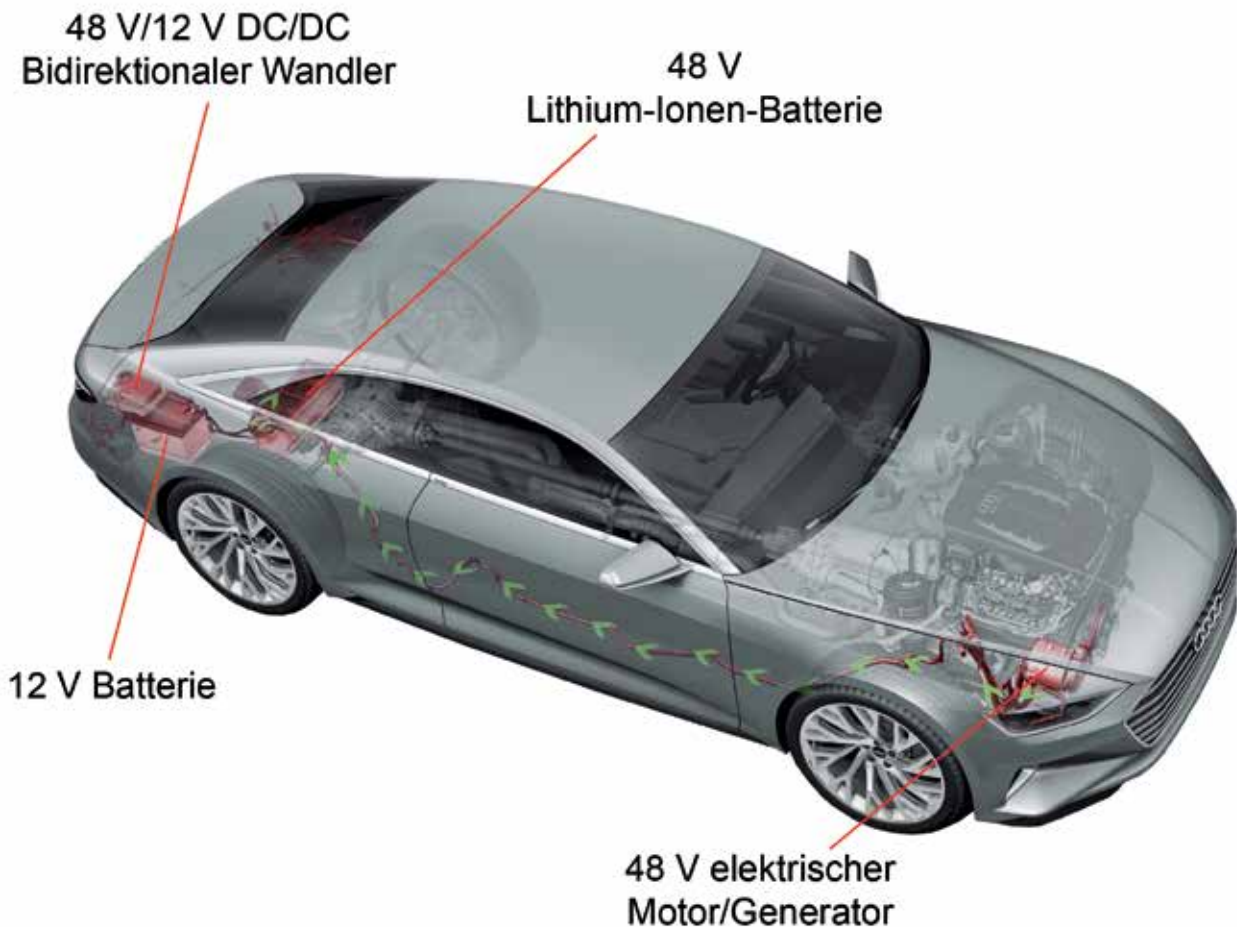
In der Regel ist das Getriebesystem des Fahrzeuges mit einem umkehrbaren Alternator oder Motor/Generator ausgestattet. Damit wird nicht nur der Wärmekraftmotor gestartet und die Batterie wieder aufgeladen, sondern es wird auch ein bestimmter Grad an Unterstützung beim Antrieb in den anfänglichen Beschleunigungen geboten.

Für diese Unterstützung reicht das 12 Volt Versorgungsnetz der herkömmlichen Fahrzeuge jedoch nicht aus. Deswegen haben Hersteller wie Valeo und Bosch entschieden, ein weiteres Stromnetz für 42-48 Volt mit einer Lithium-Ionen-Batterie mit höherer Kapazität zu integrieren, um den elektrischen Motor/Generator direkt zu versorgen. Des

Weiteren wird mithilfe eines DC/DC-Wandlers die Spannung auf 12 Volt abgesenkt, um die herkömmliche Batterie zu laden und die restlichen Verbraucher des Fahrzeugstromnetzes zu versorgen.

In diesem Fall verfügt der Motor/Generator nicht über ausreichend Leistung um das Fahrzeug allein zu bewegen, aber er erzielt einen bestimmten Grad an Unterstützung, mit der Verbrauch und Emissionen um bis zu 15 % reduziert werden. Die wichtigsten Funktionen der Mild-Hybridfahrzeuge sind:

- Start-Stopp-Automatik.
- Energierückgewinnung beim Bremsen.
- Unterstützung bei den Starts und anfänglichen Beschleunigungen.



Voll-Hybride (Full Hybrids)

Sie sind mit einer Hochvoltbatterie ausgestattet, die über ausreichend Energiekapazität verfügt, um das Fahrzeug mithilfe des Elektromotors anzutreiben, jedoch vorbehaltlich eingeschränkter Nutzungsbedingungen.

Die für die Batterie verwendete Technologie ist in der Regel Nickel-Metallhydrid. Die Nennspannung der Batterie in Hybridfahrzeugen reicht von 101 Volt (0,6 kWh) im Honda Insight bis 201,6 Volt (1,3 kWh) im Toyota Prius.

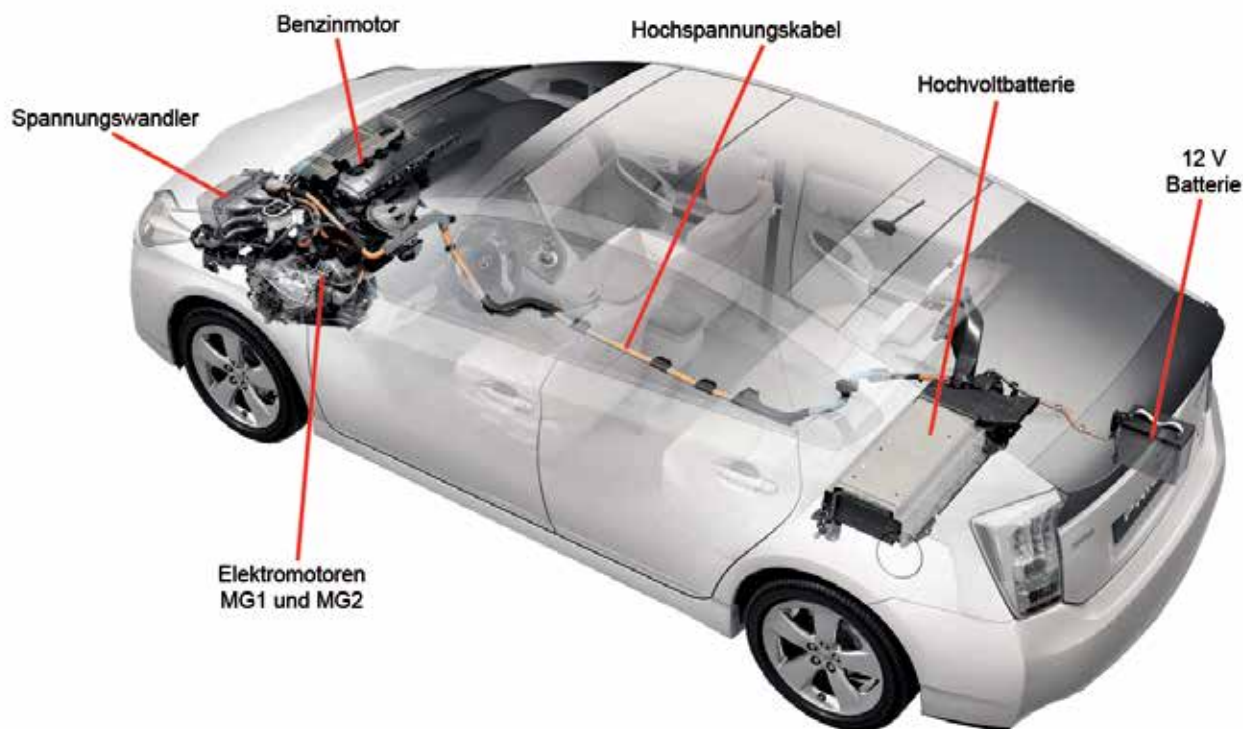
In der Regel wird der rein elektrische Antrieb beim Anfahren und unabhängig vom Wärmekraftmotor verwendet, d. h. in Situationen, in denen am meisten verbraucht und verschmutzt wird. Der Toyota Prius hat beispielsweise eine Reichweite von etwa 2 km bei einer Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h.

Bei Überlandfahrten wird der Fahrzeugantrieb vom Verbrennungsmotor übernommen und vom Elektromotor nur bei maximaler Belastung unterstützt.

Darüber hinaus kann das Hybridfahrzeug während der Verzögerungsphasen den Elektromotor als Generator nutzen, um seine kinetische Energie in Strom umzuwandeln, der dann in der Batterie gespeichert wird. Somit wird die zurückgewonnene Energie genutzt, um den Elektromotor bei der nächsten Beschleunigung zu versorgen.

Mit dieser Strategie wird eine deutliche Reduzierung der Schadstoffemissionen erreicht, nicht nur beim Anhalten und Starten des Fahrzeuges sondern auch bei den unterstützten oder elektrisch angetriebenen Beschleunigungen. Die wichtigsten Funktionen der Voll-Hybridfahrzeuge sind:

- Start-Stopp-Automatik.
- Energierückgewinnung beim Bremsen.
- Unterstützung bei den Starts und anfänglichen Beschleunigungen.
- Reduzierter reiner Elektroantrieb.



Plug-In-Hybride (Plug-in Hybrids)

Bei Plug-in-Hybridfahrzeugen ist die Arbeitsspannung der Batterie ähnlich oder höher als bei den Hybridfahrzeugen, zum Beispiel hat der Toyota Prius Plug-in 207 Volt und der Volkswagen GTE 345 Volt.

Für die Batterien wird vorrangig die Lithium-Ionen-Technologie angewandt, da diese eine höhere Energiedichte als Nickel-Metallhydrid-Batterien bietet. Diese weisen eine deutlich höhere Energiekapazität auf, z. B. hat der Prius etwa 5.2 kWh und der VW GTE 8.8 kWh.

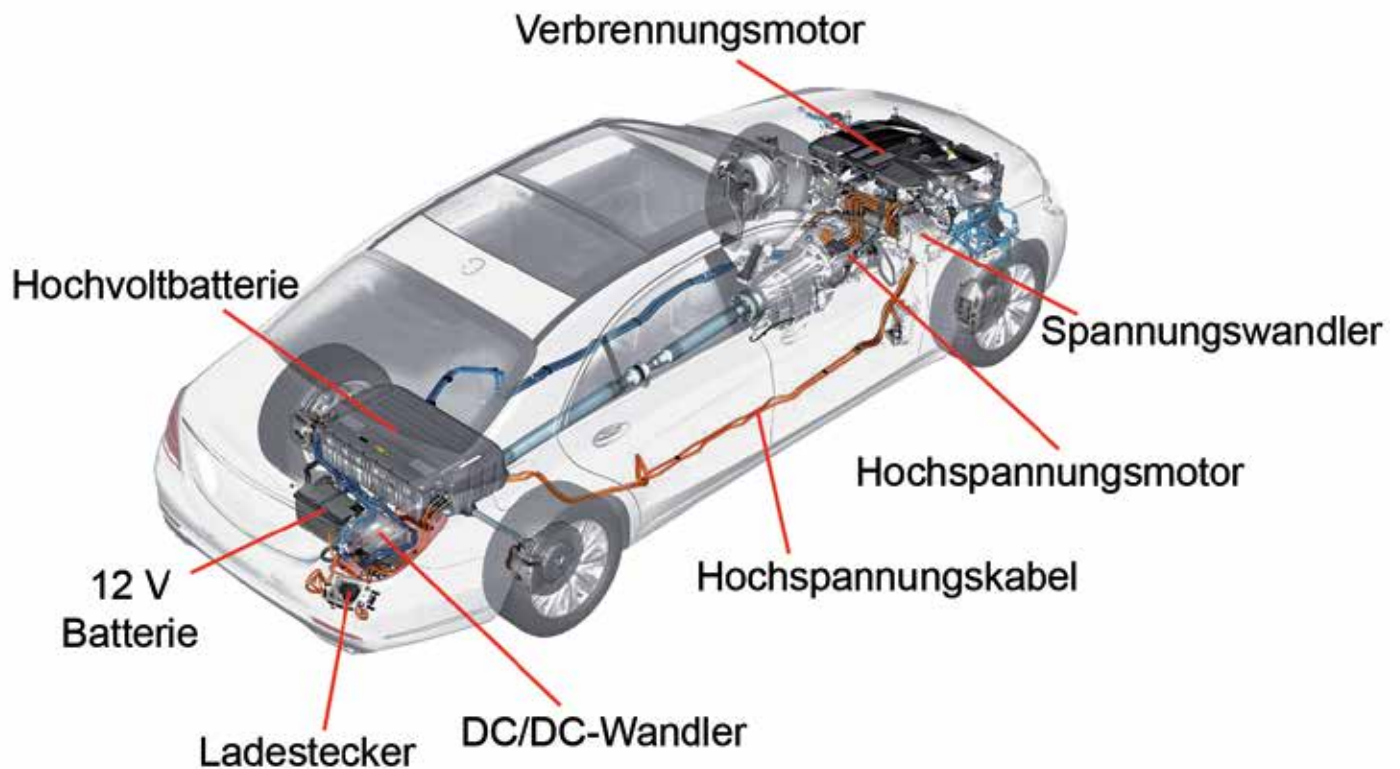
Die Betriebsweise dieser Fahrzeuge ähnelt der von Hybridfahrzeugen, mit dem Unterschied, dass diese im reinen Elektroantrieb längere Strecken, d. h. zwischen 30 und 50 km, zurücklegen können. Diese erhöhte elektrische Leistung bedeutet, dass sie auf innerstädtischen Strecken im Vergleich zu Hybridfahrzeugen häufiger und für längere Zeit in einen rein elektrischen Fahrmodus umschalten können.

Das Hauptmerkmal im Vergleich zu Hybridfahrzeugen ist die Möglichkeit, diese zum Aufladen der Batterie an das Stromnetz anschließen zu

können, wodurch der Kraftstoffverbrauch beim Starten des angemessenen Fahrzyklus mit einer vollständig aufgeladenen Batterie deutlich reduziert wird. Darüber hinaus haben sie gegenüber einem Elektrofahrzeug den Vorteil, selbst bei sinkendem Batteriestand keine Autonomieprobleme zu haben.

Allerdings kann die Batterie nicht mittels Benzin oder Diesel über den Wärmekraftmotor aufgeladen werden. Die wichtigsten Funktionen der Plug-In-Hybridfahrzeuge sind:

- Start-Stopp-Automatik.
- Energierückgewinnung beim Bremsen.
- Unterstützung bei den Starts und anfänglichen Beschleunigungen.
- Begrenzter reiner Elektroantrieb.
- Externe Batterieladung.



Abkürzungen

Eine weitere auf dem Markt vorhandene Möglichkeit zur Klassifizierung von Fahrzeugen, die Elektrizität als Teil- oder Vollantrieb nutzen, sind die folgenden Abkürzungen:

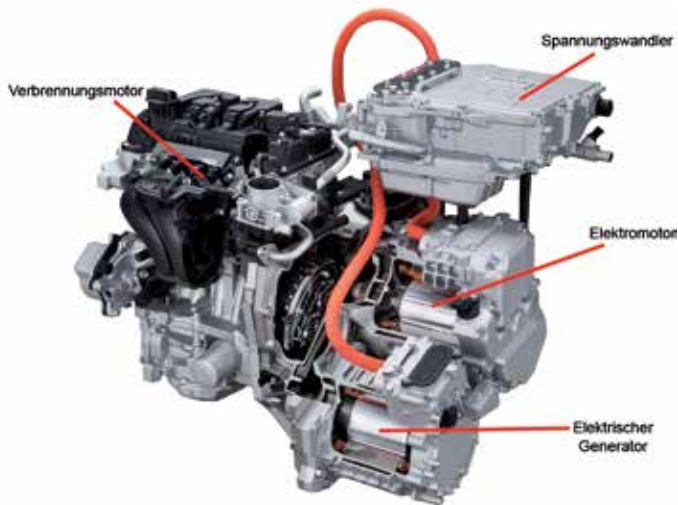
- **MH (Micro Hybrids):** Dabei handelt es sich um Modelle mit herkömmlicher Verbrennungsmechanik, die mit dem Start-Stopp-System ausgestattet sind, um Verbrauch und Emissionen in der Stadt zu reduzieren. Sie verfügen zum Aufladen der Batterie über eine Vorrichtung zur Energierückgewinnung. Ein Beispiel für diesen Fahrzeugtyp ist der Citroën C5 e-HDi.
- **MHEV / IHEV (Mild Hybrid Electric Vehicle / Intelligent Hybrid Electric Vehicle):** Diese Modelle verfügen über ein 48 V Stromnetz. Sie zeichnen sich dadurch aus, mit einer zusätzlichen 48 V Batterie und einem Alternator ausgestattet zu sein, der auch das Fahrzeug starten kann. Ein Beispiel für diesen Fahrzeugtyp ist der Honda Civic IMA.
- **EV / ZE (Electric Vehicle / Zero Emissions):** Fahrzeuge, bei denen die elektrische Energie für Voll- oder Teilantrieb verwendet wird (zusammen mit einer anderen Antriebsquelle). Ein Beispiel für diesen Fahrzeugtyp ist der Renault ZOE.
- **HEV (Hybrid Electric Vehicle):** Es umfasst alle Hybridfahrzeuge, die mit einem Verbrennungsmotor und einem oder mehreren Elektromotoren ausgestattet sind. Ein Beispiel für diesen Fahrzeugtyp ist der Toyota Prius.
- **PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle):** Sie sind die nächste Stufe in der Technologie der herkömmlichen Hybridfahrzeuge und zeichnen sich dadurch aus, dass die Batterie an Ladestationen aufgeladen werden kann. Sie sind mit größeren und leistungsstärkeren Batterien ausgestattet, mit denen die ersten 20 bis 40 Kilometer nur mit gespeicherter elektrischer Energie zurückgelegt werden können. Sie bieten auch die Möglichkeit, mit dem Verbrennungsmotor zu fahren und die Batterien für Fahrten innerhalb der Stadt zu reservieren. Ein Beispiel für diesen Fahrzeugtyp ist der Volkswagen GTE.
- **EREV (Extended Range Electric Vehicle):** Die wichtigste Eigenschaft dieser reinen Hybridfahrzeuge ist, dass sie mit dem Strom ihrer Batterien eine Reichweite von 60 km haben und, wenn diese leer sind, über einen herkömmlichen Verbrennungsmotor verfügen. Im Gegensatz zu anderen Hybridfahrzeugen bietet dieser Motor keine Traktion, sondern dient nur als Generator und liefert den für den Antrieb des Elektromotors benötigten Strom.

STRUKTURELLE KLASSIFIZIERUNG

Beim Arbeiten mit Batterien, Widerständen und anderen elektrischen Komponenten können diese unterschiedlich miteinander verbunden werden, was zu verschiedenen Ergebnissen führt. Mit den Hybrid-Fahrzeugen wird ähnlich vorgegangen. Es stehen ein Verbrennungsmotor und ein oder mehrere Elektromotoren zur Verfügung. Diese können folgendermaßen kombiniert werden:

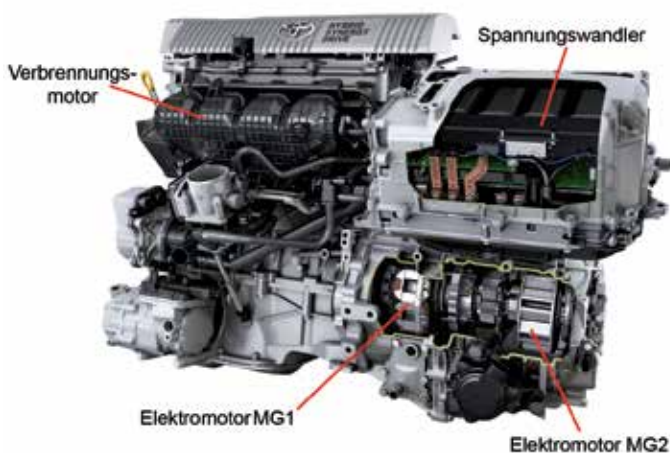
- Serielle Kombination.
- Parallele Kombination.
- Gemischte Kombination.

Bei dieser Art der Klassifizierung wird sich auf die Einstellung des Energieflusses und des Antriebsstrangs konzentriert. Ab dem Moment, wenn die Energie beginnt, durch den Strang zu strömen bis zur Übertragung auf die Räder. Und auf welche Weise die Fahrzeugmotoren an dieser Strömung teilhaben.



**Mechanik eines seriellen Hybridfahrzeuges
(Motor von Nissan Note e-Power)**

**Mechanik eines parallelen Hybridfahrzeuges
(Motor von Honda Civic IMA)**



**Mechanik eines gemischten Hybridfahrzeuges
Motor 2ZR-FXE von Toyota**

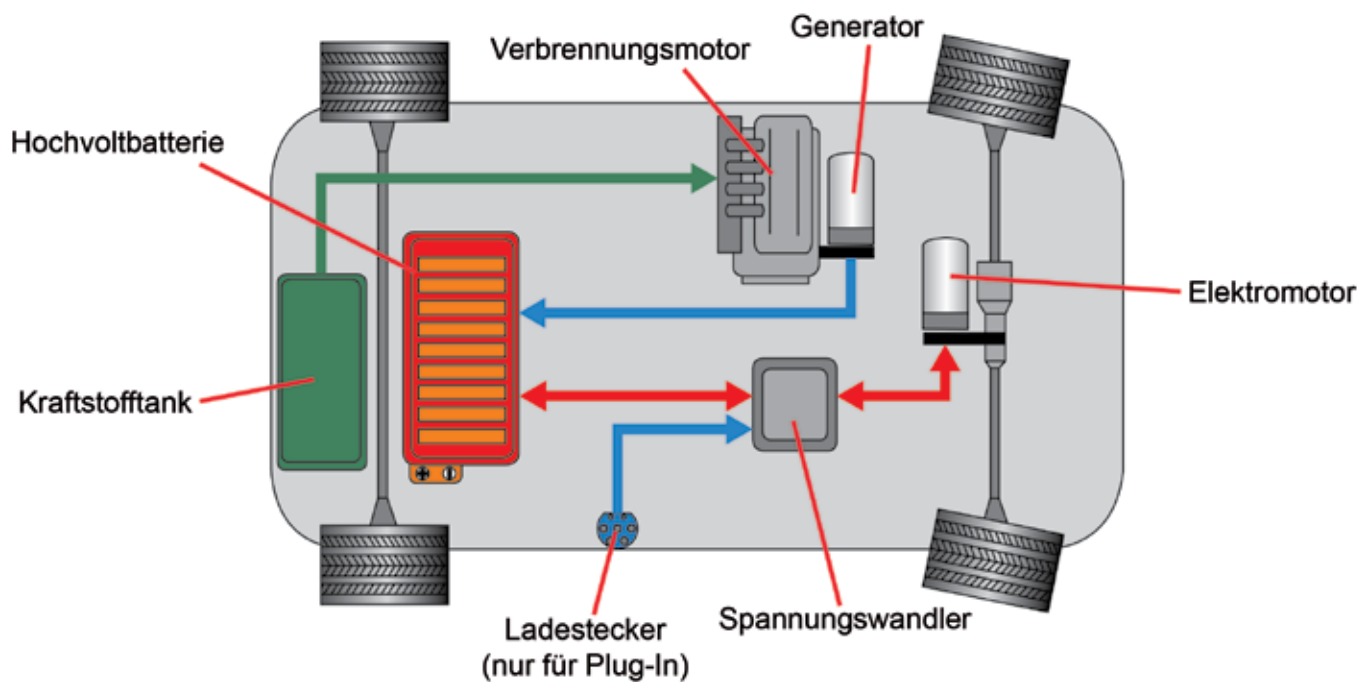
Serielle Kombination

Bei einer seriellen Konfiguration werden die Räder nur von einem Motor mit mechanischer Energie versorgt, der in der Regel ein Elektromotor ist.

Der Verbrennungsmotor wird nur zum Starten des elektrischen Generators verwendet, der elektrische Energie erzeugt, die wiederum in der Batterie gespeichert und anschließend auf den elektrischen Antriebsmotor übertragen wird. Dieser ist als einziger für die Bewegung der Räder verantwortlich.

Bei dieser Konfiguration wird die Energie von einem Zustand in einen anderen über einen einzelnen Antriebsstrang sequentiell übertragen. Das heißt, dass die Räder nicht von beiden Motoren gleichzeitig angetrieben werden können.

Beispiele für diese Konfiguration sind der Opel Ampera und der Nissan Note e-Power. Um die Batterie während der Verzögerung zu regenerieren, wird der Elektromotor wiederum zum Generator und lädt die Batterie auf.

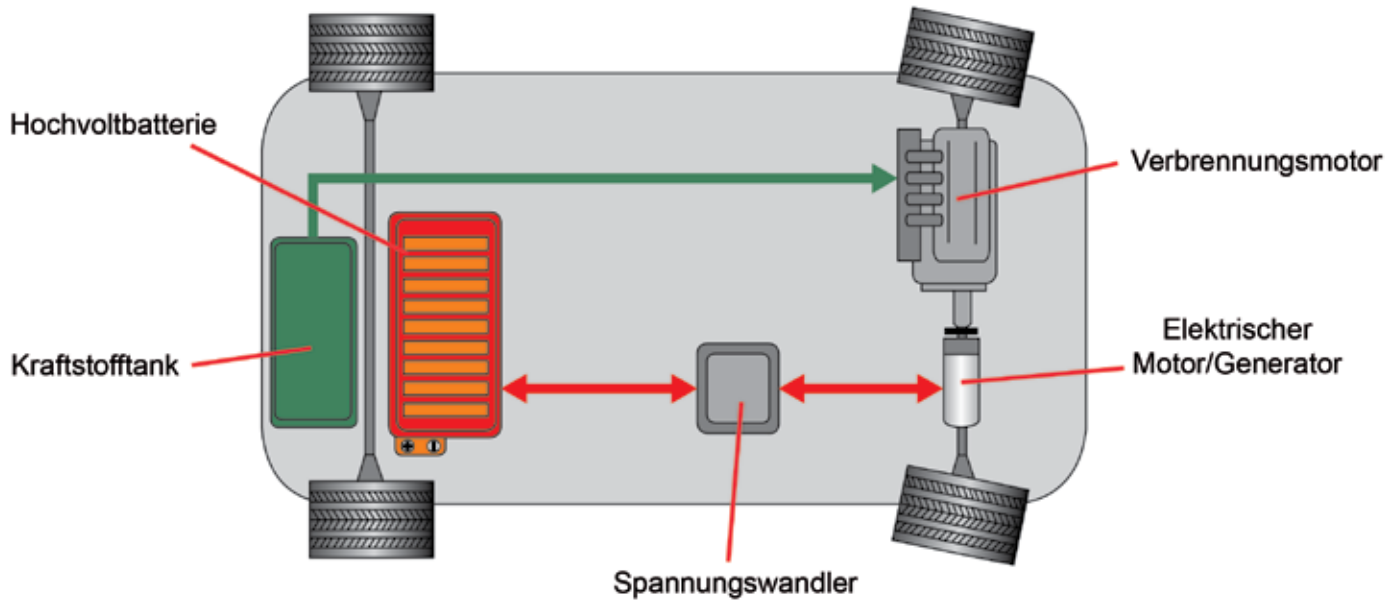


Parallele Kombination

Hier handelt es sich um das von den Herstellern am häufigsten eingesetzte Hybrid-System. Mit dieser Konfiguration kann das Fahrzeug mit einem Hybrid-Antrieb funktionieren, der sich gleichzeitig aus der Leistung des Verbrennungsmotors und der Leistung des Elektromotors zusammensetzt, welche die Räder gleichzeitig antreiben. Das bedeutet einen parallelen Energiefluss mittels zwei unterschiedlicher Antriebsstränge.

Darüber hinaus kann das Fahrzeug je nach Einsatzbedingungen die Räder nur mit dem Verbrennungsmotor antreiben und gleichzeitig die Batterie aufladen. Oder nur der Elektromotor kann das Fahrzeug mit der in der Batterie angesammelten Energie antreiben und dabei Kraftstoff sparen.

An einem Punkt im Antriebsstrang, meistens zwischen Motor und Getriebe, ist der Elektromotor eingebaut. Wenn der Energiefluss beim Bremsen umgekehrt wird, lädt der Elektromotor die Batterie wieder auf. Beispiele für diese Konfiguration findet man im HONDA Civic und im HONDA Insight, in denen das System IMA (Integrated Motor Assist) ermöglicht, dass der zwischen dem Schwungrad und der Kupplung integrierte Elektromotor zusammen mit dem Wärmekraftmotor das Getriebe antreibt.



Gemischte Kombination

Das kombinierte Hybrid-System kann zur Übertragung des Energieflusses auf die Räder beide Konfigurationen verwenden: seriell und parallel. Dafür wird ein Verteilungsmechanismus für die Kraftübertragung verwendet, der die Leistung des Elektromotors und die Leistung des Verbrennungsmotors zur Bewegung der Räder steuert.

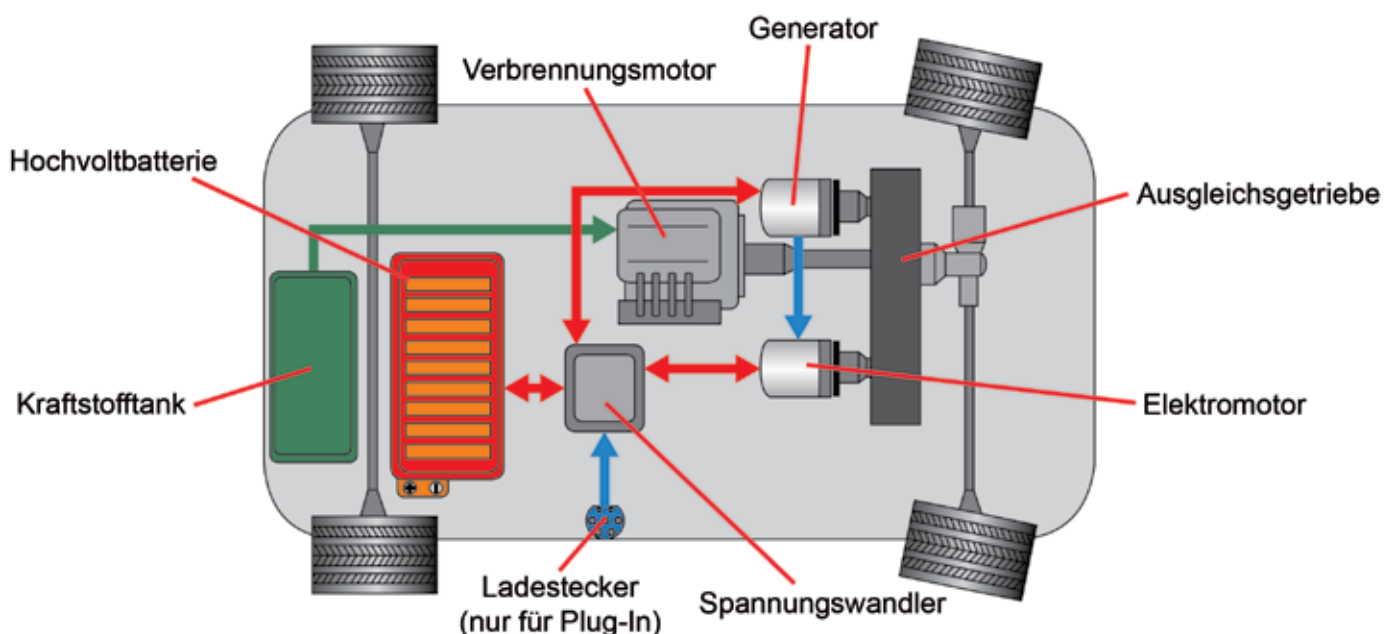
Dieser Mechanismus besteht aus einem Planetengetriebe. Mittels dieses Getriebes kann die Strömung der seriellen oder parallelen Kraftübertragung beider Motoren je nach Drehmomentbedarf und der vom Fahrer geforderten Leistung kombiniert werden.

In der Regel wird beim Anfahren mit der seriellen Konfiguration begonnen, denn es ist der Elektromotor, der die Räder anfängt zu bewegen. Wenn das Fahrzeug eine gewisse Geschwindigkeit erreicht hat und der Leistungsbedarf anhält, greift zur Bewegung der Räder der Verbrennungsmotor in Verbindung mit dem Elektromotor ein und es wird auf die parallele Konfiguration gewechselt.

In Situationen mit niedrigem Leistungsbedarf kann das Fahrzeug zu 100 % elektrisch angetrieben werden und je nach Ladezustand der Batterie bleibt der Verbrennungsmotor bei optimalem Ladezustand ausgeschaltet. Andernfalls schaltet sich der Verbrennungsmotor zum Aufladen der Batterie ein, ohne dabei Bewegungen auf die Räder zu übertragen und es wird auf serielle Konfiguration gewechselt.

In dieser Kombinationsart ist der Rückwärtsgang rein elektrisch und die Strömung der Kraftübertragung ist dann in der Regel seriell. Während der regenerativen Bremsvorgänge ermöglicht der Verteilungsmechanismus der Übertragung das Aufladen der Batterie durch den Elektromotor dadurch, dass der Verbrennungsmotor vom Antriebsstrang getrennt wird.

Beispiele für Fahrzeuge, die mit einer kombinierten Übertragung der gemischten Strömung funktionieren, sind der Toyota Prius und der Lexus RX400h.



STRUKTUR MIT DIESELMOTOR

Auf dem aktuellen Markt haben sich einige Hersteller für Hybridfahrzeuge mit Dieselmotor entschieden. Die Idee, ein Hybridfahrzeug mit einem Dieselmotor auszustatten, basiert auf dem niedrigen Verbrauch dieses Motortyps. In der Regel wird dafür eine parallele Kombination verwendet, jedoch kann der Elektromotor an der Vorder- oder Hinterachse angebracht werden.

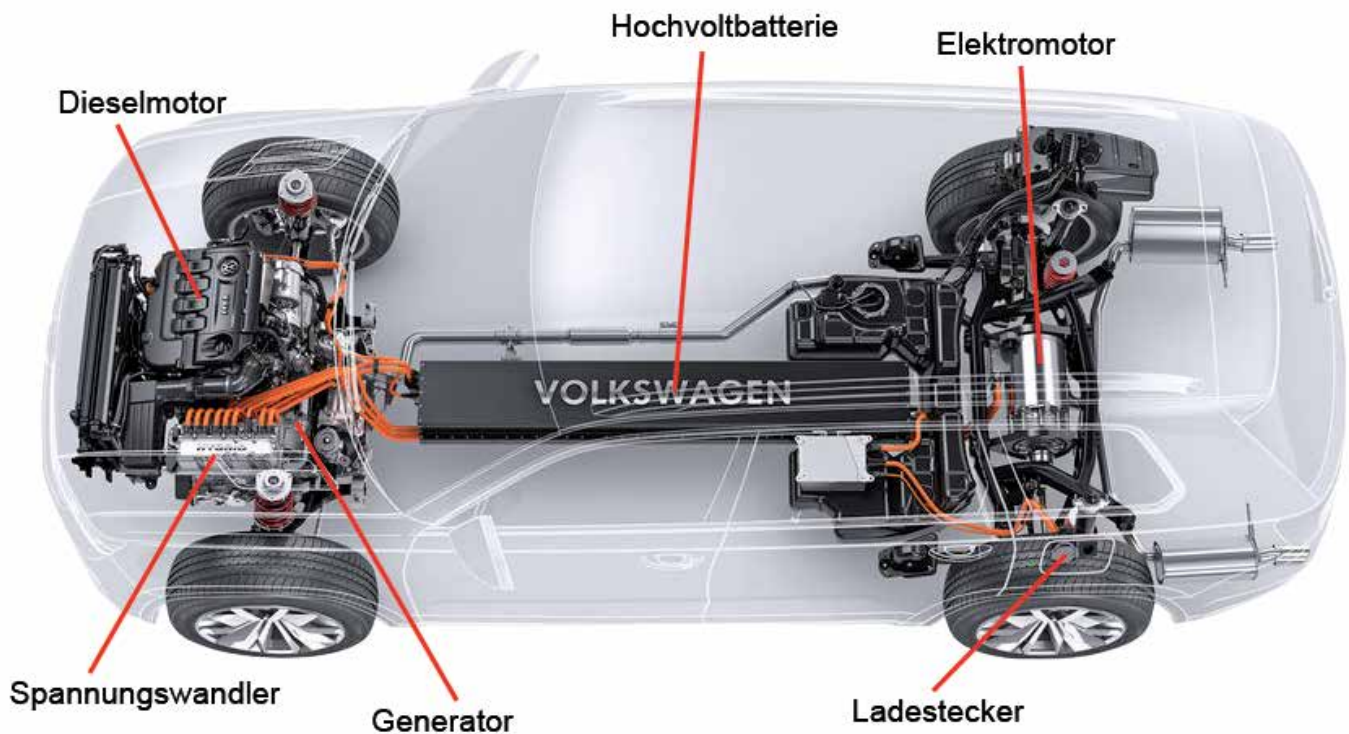
Trotz des niedrigen Verbrauchs wird diese Hybrid-Kombination in Nutzfahrzeugen abgelehnt, da Dieselmotoren stark umweltbelastend sind und im Vergleich zu Hybridfahrzeugen mit Benzinmotor die zukünftigen Mindestemissionen der Europa-Norm nicht mehr einhalten könnten.

Andererseits werden neue Hybrid-Dieselmotoren für Nutzfahrzeuge entwickelt, wie z. B. der Elektro-Hybridbus Volvo 7900, der einen Vierzylinder-Dieselmotor mit 240 PS und einen Elektromotor mit

150 kW und 1200 Nm maximalem Drehmoment kombiniert.

In Zusammenarbeit mit dem Hersteller Siemens wurde der Bus mit einem neuen leistungsstarken Elektroladegerät ausgestattet, welches seine Batterie mittels Ladestationen entlang der Strecke innerhalb von 6 Minuten aufladen kann.

Er verfügt über eine Lithium-Ionen-Batterie mit einer Gesamtkapazität von 19 kWh, wodurch der Bus zwischen den Ladungen eine Strecke von bis zu 7 km im Elektrobetrieb zurücklegen kann. Der Bus fährt überwiegend im Elektrobetrieb, sollte dieser jedoch zusätzliche Leistung benötigen oder die Batterie einen vorbestimmten Ladestand erreichen, schaltet der Bus auf Hybridbetrieb und wird dann von beiden Motoren angetrieben.



HOCHVOLTBATTERIE

Beschreibung

Eine Batterie ist ein Apparat, der Energie in chemischer Form speichern kann, um diese nach Anschluss an einen Stromkreis in Form von elektrischer Energie wieder abzugeben, um eine Aufgabe durchzuführen. Sie befindet sich in der Regel unter dem Fahrzeugboden und hilft auf diese Weise, das Gewicht zwischen vorderem und hinterem Bereich des Fahrzeugs auszugleichen und einen tiefen Massenmittelpunkt zu halten. Dadurch wird ein optimaler Antrieb geboten und das Fahrzeug verfügt über eine hervorragende Stabilität.

In Hybrid- oder Elektrofahrzeugen werden die für das Hochspannungssystem verwendeten Batterien als Traktionsbatterien oder HV-Batterien (Hochspannung) bezeichnet und reichen in der Regel von 150 bis 450 Volt.

Zur Verbesserung der Energieeffizienz sind diese Batterien mit einem selbständigen Kühlsystem ausgestattet, welches die Zellen auf einer optimalen Betriebstemperatur hält. Dafür wird mithilfe einer Turbine Luft in Umlauf gebracht, die von der Klimaanlage des Fahrzeugs gekühlt werden kann oder auch nicht.

Zur Sicherheit dieser Batterien ist ein zweipoliger Schutzschalter eingebaut, der eine Trennung des negativen und positiven Pols der Antriebsbatterie von der restlichen Fahrzeuginstallation ermöglicht. Mit diesem Sicherheitssystem werden gefährliche Strömungen in den anderen Hochspannungskabeln und -komponenten vermieden.



Klassifizierung gemäß seiner Nachladung

Batterien werden auch nach ihrer Wiederaufladung klassifiziert und können primär oder sekundär sein.

Primärbatterien

Diese können nicht aufgeladen und deswegen nur einmal benutzt werden. Sie haben in der Regel eine geringe Selbstentladung und eine hohe Energiedichte. In Hybrid- und Elektrofahrzeugen wurde mithilfe von Tests nachgewiesen, dass diese die Autonomie einer Sekundärbatterie fast verdoppeln können, allerdings wurde diese Idee verworfen, weil sie nicht mehr aufgeladen werden können und die Kosten für den Austausch hoch sind.

Sekundärbatterien

Diese können nach jeder Entladung wieder aufgeladen werden. Sie bieten eine gute Leistung bei hochintensiven Entladungen. Die bekanntesten sind aus Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid, Lithium-Ionen... Sie werden in der Automobilbranche sowohl in konventionellen Fahrzeugen mit 12 V als auch in Elektro- und Hybridfahrzeugen eingesetzt.

Fertigungsmaterialien

Der Hauptunterschied zwischen den Batterien sowie deren erbrachte Leistung und Nennspannung liegt im Wesentlichen in dem für die Elek-

troden und für den Elektrolyt angewandten Fertigungsmaterial. Folgende sind die auf dem Markt am häufigsten verwendeten Batterien:

Batterietyp	Blei-Säure	Nickel-Cadmium	Nickel-Metallhydrid	Natrium-Nickelchlorid (Zebra)	Lithium-Ionen
Material der negativen Elektrode	Blei	Cadmium	Metallhydride	Natrium	Graphite, Nitride und Lithiumlegierungen
Material der positiven Elektrode	Bleioxid	Nickelhydroxid	Nickelhydroxid	Nickel	Lithium-Cobaltdioxid, Vanadiumoxid...
Elektrolyt	Schwefelsäure	Kaliumhydroxid	Kaliumhydroxid	Natrium-Nickelchlorid	Organisches Lösungsmittel + Lithiumsalz
Energie/Gewicht (Wh/kg)	30 - 50	48 - 80	60 - 120	120	110 - 160
Spannung pro Element (V)	2	1.25	1.25	2.6	3.70
Dauer (Be- und Entladezyklen)	1000	500	1000	1000-2000	4000
Ladedauer (h)	8 - 16	10 - 14	2 - 4	-	2 - 4
Selbstentladung pro Monat (% vom Gesamten)	5	30	20	-	25
Ladeeffizienz	82.5	72.5	70	92.5	90

STROMRICHTER

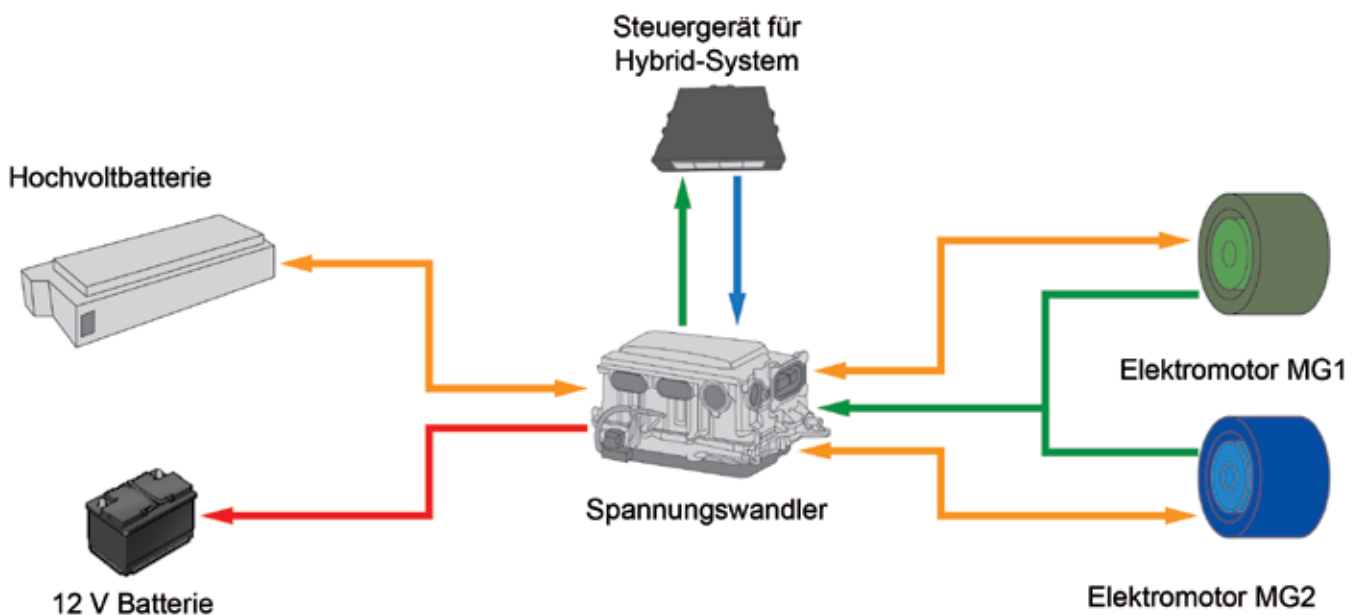
Dieser ist für die Umwandlung des Gleichstroms der Hochspannungsbatterie in den Dreiphasenwechselstrom verantwortlich, der für die Funktion des Elektromotors notwendig ist. Außerdem wandelt er die bei Entschleunigungen vom Motor erzeugte elektrische Energie wieder in Gleichstrom um und speichert diesen erneut in der Batterie.

Darüber hinaus reduziert der Umrichter die Hochspannung der Antriebsbatterie auf Niederspannung, um die 12 Volt Netzverbraucher zu versorgen und lädt auch eine kleine 12 Volt Batterie auf.

Die Kommunikation zwischen dem Umrichter und dem Elektromotor

erfolgt über eine spezielle Verkabelung. Sämtliche Hochspannungskabel sind abgeschirmt, um Parasiten weitestgehend zu vermeiden. Gleichzeitig steuert der Umrichter die Zündung der Statorphasen je nach Position des Rotors, Leistungsbedarf, Nutzbremse und ob das Fahrzeug vorwärts oder rückwärts fahren soll.

Um die Überhitzung der Komponenten des Antriebssystems (Umrichtereinheit, Ladegerät, Elektromotor, Getriebe...) zu verhindern, wird eine Wasserkühlsystem installiert. Die Temperatur in diesem Kühlsystem liegt bei etwa 50 °C, wobei der Einsatz eines Temperaturreglers durch einen Temperatursensor nicht notwendig ist.



ANTRIEBSSYSTEME FÜR HYBRIDFAHRZEUGE

Zur Übertragung der Bewegung auf die Räder muss eine Art Getriebe vorhanden sein, um die Geschwindigkeitsreduzierungen durchzuführen. Jeder Hersteller entscheidet sich für ein Fahrzeuggetriebe, das folgendes sein kann:

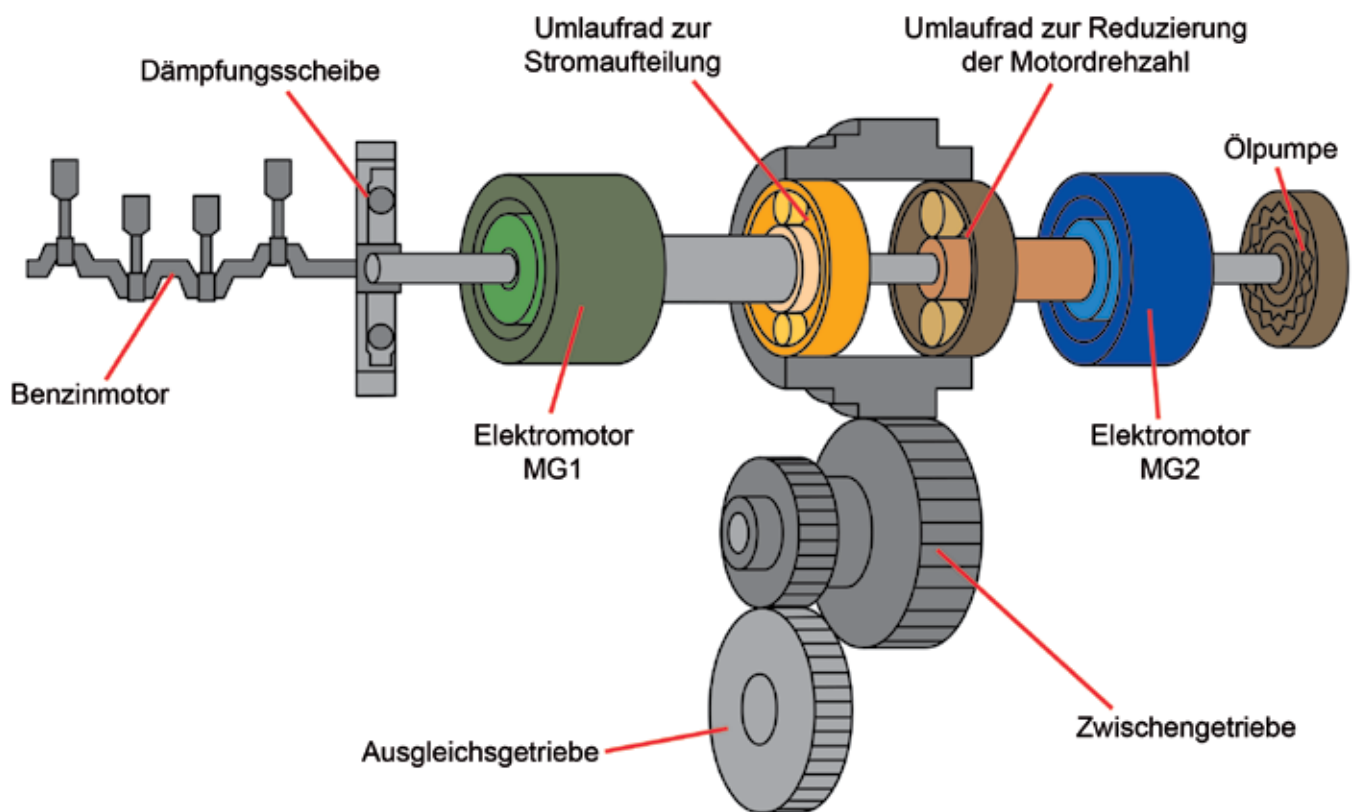
- Schaltgetriebe
- CVT-Getriebe
- Automatikgetriebe
- Sequentielles Getriebe (DSG, Powershift...)

Toyota hat zudem ein Getriebe entwickelt, das zur Durchführung der Geschwindigkeitsreduzierung Umlaufräder verwendet. Je nach Baujahr kommen ein oder zwei Umlaufräder zum Einsatz, die als Umlaufrad für Stromaufteilung und Umlaufrad zur Reduzierung der Motordrehzahl bezeichnet werden. Zur Schmierung des Getriebes wird Öl vom Typ ATF verwendet.

Das Fahrgefühl mit diesem Getriebe ähnelt dem eines Automatikgetriebes vom Typ CVT, da die Reduzierung kontinuierlich verläuft, ohne dabei die Änderungen in der Geschwindigkeit zu bemerken.

In seinem Inneren befinden sich die Elektromotoren MG1 und MG2, die Umlaufräder, die Ölpumpe, das Zwischengetriebe sowie das Ausgleichsgetriebe. Die Elektromotoren eines Hybridfahrzeuges können synchron oder asynchron sein. Die folgende Abbildung zeigt das Getriebeschema eines Toyota Auris Hybrid.

Der Unterschied zwischen den beiden liegt in ihrer Funktionsweise. Bei Synchronmotoren entspricht die Drehzahl des Rotors der Drehzahl des Statormagnetfeldes. Hingegen ist bei Asynchronmotoren bzw. Induktionsmotoren die Drehzahl des Rotors immer kleiner als die Drehzahl des Statormagnetfeldes.



KLIMAANLAGE

Die Klimaanlage in einem Hybridfahrzeug ähnelt der eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor, mit dem einzigen Unterschied, dass sie mit einem elektrisch angetriebenen Kompressor ausgestattet ist. Der Grund hierfür ist, dass der Verbrennungsmotor beim Fahren nicht immer läuft. Mit derartigen Kompressoren geht dem Verbrennungsmotor vor seinem Anschluss keine Leistung verloren. Sie haben außerdem den Vorteil, sogar bei Stillstand des Verbrennungsmotors weiterhin zu funktionieren, und dies sogar bei einem für jeden Moment optimalen Drehzahlbereich, unabhängig davon, ob der Fahrer beschleunigt, brems... Zur Optimierung ihrer Größe sind diese vom Typ „Scroll“ und funktionieren mit Hochspannungsstrom. Statt des für herkömmliche Klimaanlagen benutzten PAG-Öls (Polyalkylenglykol) wird hier Öl vom Typ POE (Polyester) verwendet. Es verfügt über spezifische elektrische Isoliereigenschaften, die den Kompressor vor Stromschlägen vom Motor schützen.

Sehr wenige Hersteller verwenden kombinierte Kompressoren für Klimaanlagen. Dabei handelt es sich um zwei im gleichen Gehäuse integrierte Kompressoren, wobei einer elektrisch und der andere mechanisch über einen Hilfsriemen des Verbrennungsmotors angetrieben wird.

Das zu verwendende Kältemittel hängt von den zum Zeitpunkt der Zulassung geltenden Vorschriften ab, wobei momentan das R-134a und das R-1234yf zu finden ist.

Bezüglich der Heizung wird das gleiche Heizsystem wie in einem herkömmlichen Fahrzeug verwendet. Die vom Verbrennungsmotor er-



zeugte Wärme läuft über den Heizungswärmetauscher, um den Fahrzeuginnenraum zu beheizen.

Da die Wasserpumpe des Verbrennungsmotors bei dessen Stillstand aufhört zu funktionieren und das Kühlmittel dadurch nicht mehr durchläuft, sind Hybridfahrzeuge mit einer elektrischen Wasserpumpe ausgestattet, die eine weitere Zirkulation zwischen Motor und Heizungswärmetauscher ermöglicht. Andererseits ist es auch üblich, mit elektrischen Heizelementen der Art „PTC“ ausgestattet zu sein, falls das Motorwasser kalt ist oder die Leistung des Heizkörpers nicht ausreicht.

BREMSSYSTEM

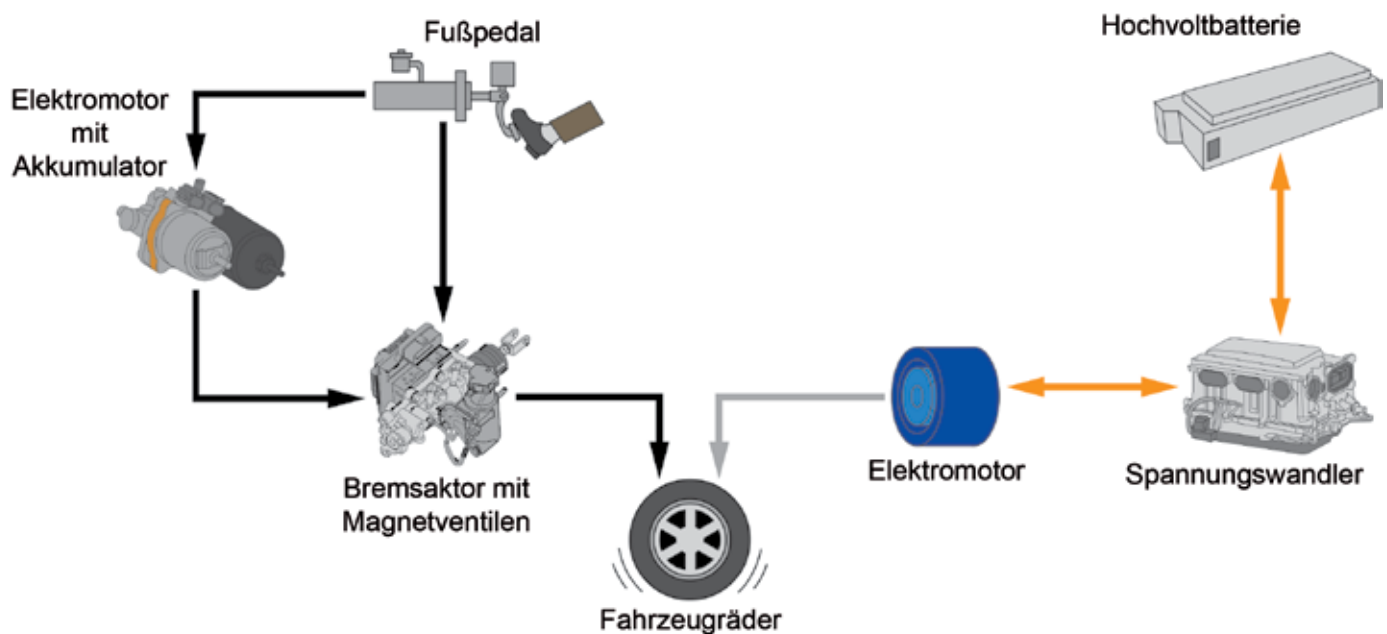
Ein Hybridfahrzeug verfügt über zwei verschiedene Bremssysteme, auch wenn sich diese im Hinblick auf den Fahrer so verhalten müssen, als wenn sie ein einziges System wären. Die Bremsanlage umfasst das klassische Hydrauliksystem sowie das regenerative Bremssystem, in das der Elektromotor als Stromgenerator eingreift.

Das herkömmliche hydraulisch betätigte Bremssystem umfasst in der Regel einen Bremskraftverstärker der mit Unterdruck funktioniert. Hybridfahrzeuge können mit stillstehendem Verbrennungsmotor eine bestimmte Strecke zurücklegen, weswegen der Unterdruck in der Regel durch zwei Methoden erzeugt werden kann:

- Mittels einer elektrischen Vakuumpumpe, die sich durch ein Signal des am Bremskraftverstärker montierten Unterdrucksensors aktiviert.
- Mittels eines Druck erzeugenden Elektromotors und eines Akkumulators.

Das regenerative Bremsen wäre mit der Motorbremse eines konventionellen Fahrzeugs gleichzustellen. Wenn sich das Fahrzeug im Leerlauf befindet (in Bewegung jedoch ohne Drehmoment), verhält sich der Elektromotor wie ein Generator und wandelt einen Teil der Bewegungsenergie in Elektrizität um, die in der Hochvoltbatterie gespeichert wird. Damit ein Elektrofahrzeug effektiv bremsen und gleichzeitig die Nutzbremse für das Aufladen der Hochvoltbatterie optimal nutzen kann, ist ein Bremssystem erforderlich, das kontinuierlich beide Bremssysteme kombiniert.

Die Aufteilung der Bremskraft zwischen hydraulischem und regenerativem Bremsen variiert je nach Fahrzeuggeschwindigkeit und Bremsmoment. Nachfolgend wird eine Funktionsübersicht eines Bremssystems in einem Hybridfahrzeug gezeigt.



SYSTEM MIT FLÜSSIGGAS (LPG)

Das Autogas (LPG) setzt sich aus einer Mischung von Kohlenwasserstoffen (Propan, Butan, Propylen usw.) zusammen und befindet sich bei Atmosphärendruck im gasförmigen Zustand. Es wird im flüssigen Zustand bei mäßigem Druck (3-10 bar) und Raumtemperatur gelagert. Es ist farblos und geruchlos, zur einfacheren Erkennung von Lecks wird es jedoch mit einem Geruchsstoff versetzt.

Vorteile

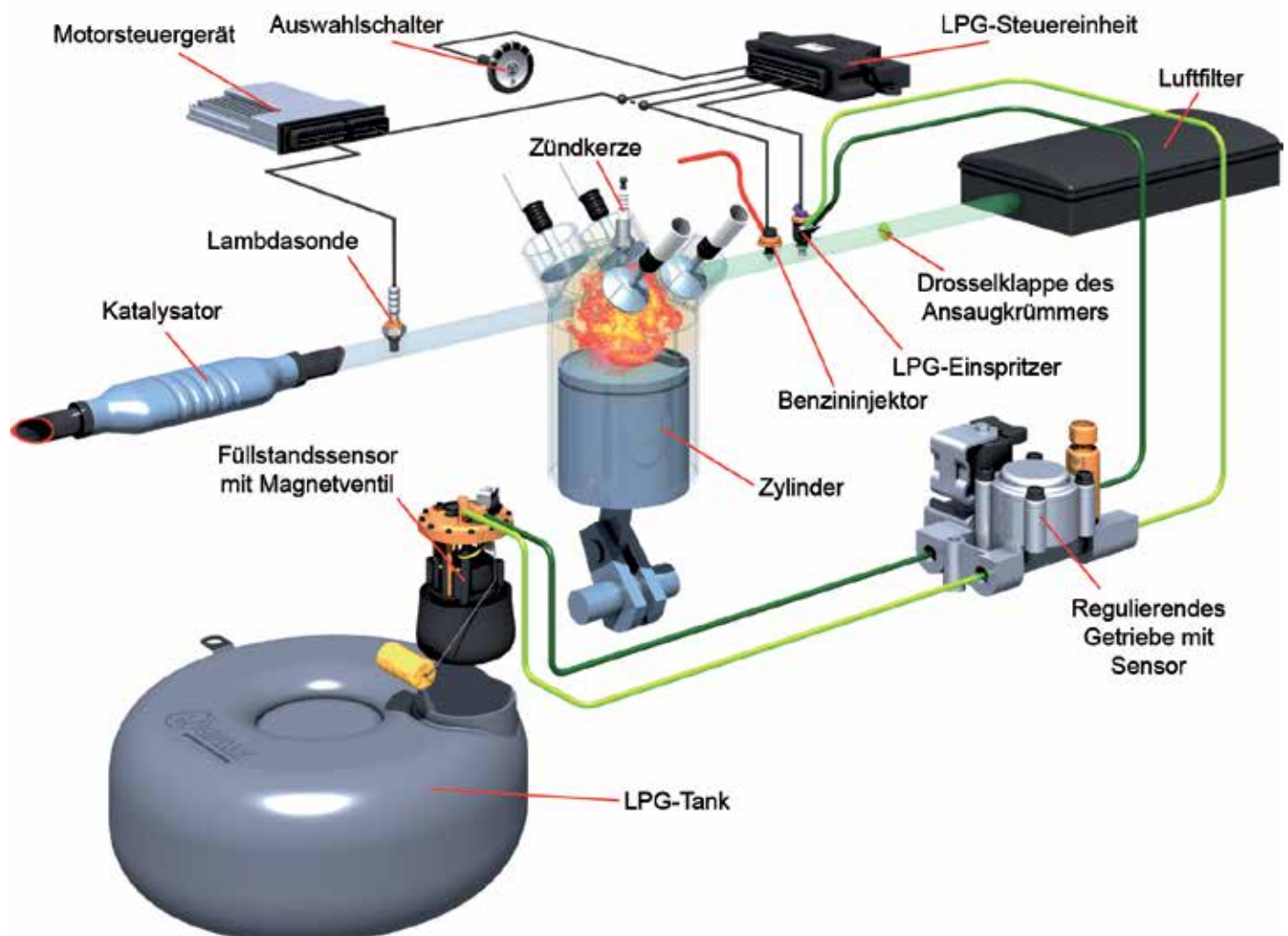
- Günstiger Kraftstoffpreis.
- Im Vergleich zu Benzin ist es umweltfreundlicher.
- Verlängert die Lebensdauer des Motors.

Nachteile

- Unzureichendes Versorgungsnetz.
- Höherer Verbrauch im Vergleich zu Benzin.
- Bei einigen Motoren ist die Verwendung von Zusatzstoffen notwendig.
- Weniger nutzbare Fläche und Gewichtszunahme im Fahrzeug.
- Restriktionen beim Parken des Fahrzeuges.
- Leistungsverlust von etwa über 10 %.

Sie zeichnen sich durch zwei Versorgungssysteme aus, eins für den Betrieb mit Benzin und eins für LPG. Aufgrund der Temperaturempfindlichkeit des Kraftstoffes startet das Fahrzeug immer erst mit Benzin und schaltet nach Erreichen einer bestimmten Temperatur automatisch auf Gas um. Mithilfe eines Schalters kann der Fahrer den Betriebsmodus auswählen.

Das LPG wird im flüssigen Zustand im Tank bei einem Druck von etwa 8 -10 bar gelagert, und der Tank kann nur bis zu 80 % seiner Gesamtkapazität gefüllt werden. Der Raildruck der Gasinjektoren ist etwa 1 bar höher als der Druck im Ansaugkrümmer. Der Druck wird über ein Magnetventil und ein Getriebe geregelt. Die Steuerung des Gasinjektionsystems erfolgt über eine unabhängige Steuereinheit.



SYSTEM MIT KOMPRIMIERTEM ERDGAS (CNG)

Bei komprimiertem Erdgas (CNG) handelt es sich im Wesentlichen um Erdgas, das unter hohem Druck gelagert wird. In der Regel geschieht dies bei zwischen 200 und 250 bar, je nach den Vorschriften des jeweiligen Landes. Es besteht hauptsächlich aus Methangas (CH_4).

Vorteile

- Leiserer Betrieb des Motors.
- Niedriger Verbrauch (3,5 kg/100 km).
- Im Vergleich zu Benzin ist es umweltfreundlicher.
- Verlängert die Lebensdauer des Motors.

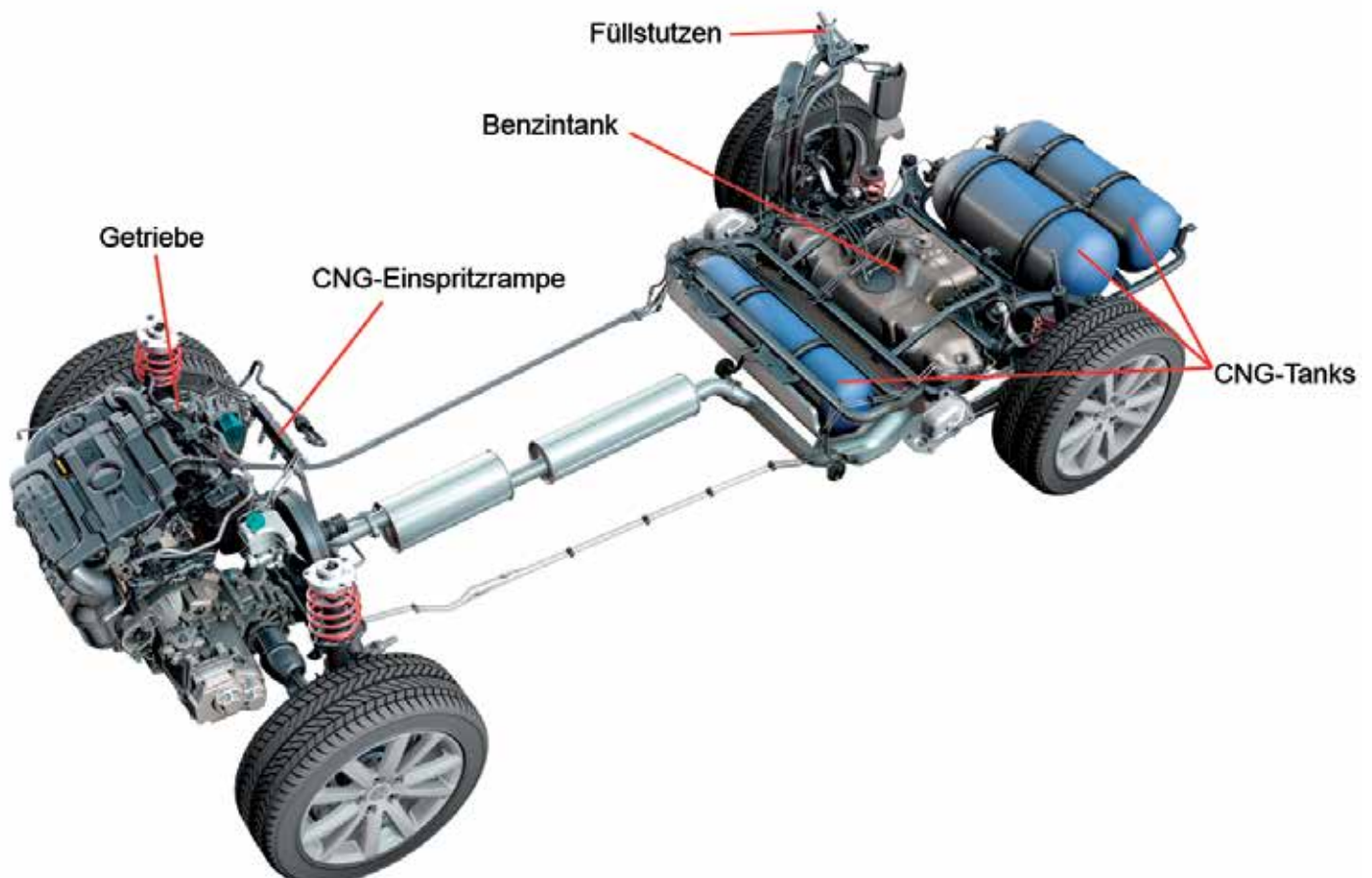
Nachteile

- Tanks mit großem Volumen.
- Unzureichendes Versorgungsnetz.
- Leistungsverlust von ungefähr 10 %.
- Weniger nutzbare Fläche und Gewichtszunahme im Fahrzeug.
- Die Wartung muss von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden.

Ähnliche Funktionsweise wie bei LPG, allerdings wird dabei mit deutlich höherem Druck gearbeitet. Das Fahrzeug startet bei einer Kühlmitteltemperatur von unter 15 °C mit Benzin; sollte diese Temperatur höher sein, kann es den Motor mit Gas starten.

Nach dem Auftanken wird das Fahrzeug immer mit Benzin gestartet. Die Umschaltung auf Erdgas erfolgt bei Aktivierung der Lambdaregelung oder spätestens nach etwa 3 Minuten Motorlauf.

Es wird im gasförmigen Zustand bei einem Druck von etwa 200 bar im Tank gelagert. Der Raildruck der Gasinjektoren beträgt etwa 6 bar. Zur Durchführung dieses Druckabfalls, sind ein Getriebe und ein Magnetventil vorhanden, die ähnlich wie beim LPG funktionieren. Die Steuerung des Gasinjektionssystems erfolgt über eine Steuereinheit.



STÖRUNGEN

Im Hochspannungssystem eines Hybridfahrzeuges treten nur wenige Störungen im Laufe seiner Lebensdauer auf. Diese können jedoch mit Problemen der Isolierung und Kontinuität der Elektromotoren, Fehlfunktionen des Stromrichters, dem Festfressen des Kompressors der Klimaanlage, usw. im Zusammenhang stehen.

HOCHVOLTBATTERIE



Die häufigsten Störungen stehen im Zusammenhang mit dem Verschleiß der Hochvoltbatterie, genau gesagt mit den Zellen. Die Lebensdauer aller Batterien hängt von den Lade- und Entladezyklen sowie dem Herstellungsmaterial ab.

Im Laufe dieser Lade- und Entladezyklen können sich einige Batteriezellen verschlechtern und so die Autonomie der Batterie schrittweise reduzieren. Der Fahrzeugführer wird bemerken, dass sich die Batterie sehr schnell entlädt und die Reichweite im Elektrobetrieb immer weniger wird.



Um diese beeinträchtigten Zellen zu finden, muss mit einem Voltmeter jede einzelne Zelle der Batterie gemessen werden. Die gemessene Spannung muss in allen Zellen gleichwertig sein. Die beeinträchtigten Zellen haben im Vergleich zum Durchschnitt eine niedrigere Spannung.



Die betroffenen Zellen durch neue ersetzen. Da einige Hersteller den Austausch von Zellen nicht zulassen, muss die Batterie komplett ausgetauscht werden.

NIEDERVOLTBATTERIE



Sollte die 12 V Batterie leer oder beschädigt sein, kann der Motor nicht gestartet werden. Das liegt daran, dass die Steuereinheiten des Verbrennungsmotors und Hybridsystems mit Niederspannung funktionieren.



Mit einem Batterieprüfgerät den Zustand der Batterien überprüfen. Die Spannung der 12 V Batterie kann auch mit einem Voltmeter gemessen werden. Bei einer gemessenen Spannung von unter 9 V wird der Zustand der Batterie als schlecht eingestuft.



Die 12 V Batterie durch eine neue ersetzen.

TECHNISCHE HINWEISE

In diesem Abschnitt werden die am häufigsten auftretenden Probleme hinsichtlich der Mechanik und Elektronik der Hybridsysteme aufgeführt. Je nach Hersteller und Fahrzeugmodell kann die Anzahl der im Laufe der Jahre aufgetretenen Probleme beträchtlich sein.

Diese Störungen sind eine Auswahl aus der Online-Plattform: www.einavts.com. Diese Plattform verfügt über mehrere Abschnitte, in denen die Marke, das Modell, die Klasse, das betroffene System und Subsystem aufgeführt sind, und diese Angaben können unabhängig voneinander nach dem gewünschten Suchkriterium ausgewählt werden.

TOYOTA

TOYOTA PRIUS Fastback, TOYOTA PRIUS (ZVW30), TOYOTA PRIUS Sedan (NHW11_)

Symptome	P3000 - Fehlfunktion im Kontrollsystem der Batterien. Kontrollleuchte des Hybridsystems leuchtet auf.
Ursache	Tiefentladung der Hochvoltbatterie die es unmöglich macht, den Verbrennungsmotor zu starten. Zur Tiefentladung der Batterie führende Ursachen können sein: Defekt in der Hybridsteuerung, entweder Störung im Getriebe oder in der Batterie selbst. Unsachgemäße Nutzung des Fahrzeugs: Mit dem Fahrzeug im Modus READY ohne Kraftstoff fahren. Das führt dazu, dass das Hybridsystem versucht den Verbrennungsmotor zu starten, obwohl der Modus EV (rein elektrische Fahrt) nicht verfügbar ist. Falsches Betanken mit Diesel oder qualitativ minderwertigem Kraftstoff; das Hybridsystem versucht den Verbrennungsmotor zu starten, bis die Batterie leer ist.
Lösung	Hochvoltbatterie aufladen. ANMERKUNG: Das Ladegerät für die Hochvoltbatterie ist nur beim Hersteller erhältlich.

KIA

KIA MAGENTIS (MG)

Symptome	P0456 - System erfasst Leckagen von Dampfemissionen (sehr kleine Leckage). Kontrollleuchte des Motors (MIL) leuchtet auf. ANMERKUNG: Dieses Informationsblatt gilt nur für Hybridfahrzeuge (HEV).
Ursache	Defektes Ventil der Leckerkennung im Kraftstoff-Dampfsystem (NVLD).
Lösung	Reparaturanleitung: Den Zustand des Ventils zur Leckerkennung im Kraftstoffdampfsystem (NVLD) überprüfen. Das Ventil zur Leckerkennung im Kraftstoffdampfsystem (NVLD) austauschen.



Automobiltechnik im Blickpunkt

Der Eure!TechFlash-Newsletter ergänzt das Lehrgangsprogramm Eure!Car von ADI und verfolgt ein klares Ziel:

Aktuelle Einblicke in technische Innovationen in der Automobilindustrie vermitteln.

Ziel von Eure!TechFlash ist es, neue Technologien mit technischer Hilfe seitens des AD Technical Centre in Spanien und Irland und der Unterstützung der führenden Teilehersteller zu entmystifizieren und sie transparent zu machen, um Kfz-Werkstätten zu motivieren, mit der Technik Schritt zu halten und kontinuierlich in technische Aus- und Weiterbildung zu investieren.

Eure!TechFlash wird 3 bis 4 Mal im Jahr erscheinen.

Eure!Car
CERTIFIED MASTERCLASSES

Die technische Kompetenz eines Mechanikers ist unabdingbar und in Zukunft wahrscheinlich von entscheidender Bedeutung

(www.ad-europe.com). Das Eure!Car-Programm umfasst ein umfangreiches Angebot erstklassiger technischer Lehrgänge für Kfz-Werkstätten, die von den nationalen AD-Unternehmen und ihren jeweiligen Teilehändlern in 39 Ländern gehalten werden.

für den Fortbestand von Kfz-Werkstätten.

Eure!Car ist eine Initiative des Unternehmens Autodistribution International mit Hauptsitz in Kortenberg, Belgien

Auf www.eurecar.org finden Sie weiterführende Informationen und können Sie sich unsere Lehrgänge anschauen.

Industrieunternehmen die Eure!Car unterstützen



Engine Power Transmission



Einschränkende Bemerkung : Die Angaben in diesem Führer erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit und sind rein informativ. Der Autor übernimmt keine Haftung für diese Informationen.