

# Hybridfahrzeugkonzepte im Spannungsfeld zwischen technischen Möglichkeiten und Marktanforderungen

*Hybrid vehicle concepts a balancing act between technical opportunities and market requirements*

Dipl.-Ing. Marius Lehna  
Audi AG, Ingolstadt

## Zusammenfassung

Die technologische Entwicklung von Hybridfahrzeugkonzepten und deren Komponenten befindet sich derzeit weltweit in einer sehr intensiven Phase. Motiviert durch die Aktivität einiger Hersteller und durch absehbar gültig werdende gesetzliche Vorschriften befassen sich nahezu alle Automobilhersteller in ihren Entwicklungsabteilungen mit dieser Aufgabenstellung. Weitgehend offen ist aber die Frage, wie sich derartige Produkte vermarkten lassen. Der Vortrag versucht einige Marketingaspekte aufzuzeigen und sie in einen Zusammenhang zu technischen Kriterien zu stellen.

## Summary

The development of hybrid vehicle concepts together with the development of hybrid components are at the moment object of very intensive efforts. In face of strong activities from some manufacturers and stimulated by foreseeable coming regulations almost all vehicle manufacturers are engaged in the development of corresponding technologies. Almost unknown however is a suitable way to commercialise these products. The presentation will show some marketing aspects and will try to put them into a relationship with some technical facts.

## 1 Einführung

Bereits heute befinden sich einige Hybridfahrzeuge auf dem Markt und zahlreiche weitere Modelle sind angekündigt. Zahlreiche Tests in Fachzeitschriften sowie vergleichende Messungen von Fahrleistungen und Verbrauch haben gezeigt, dass ein Hybridfahrzeug zumindest in bestimmten Fahrzyklen und Betriebsweisen deutlich weniger Kraftstoff verbraucht, als ein vergleichbares Fahrzeug mit Otto Motor. Diesem unbestreitbaren Kundennutzen stehen jedoch erhebliche Steigerungen der Einzelkosten eines solchen Fahrzeugs gegenüber, die bei weitgehend üblicher

Preiskalkulation nicht vollständig an den Kunden weitergegeben werden können. Die wenig attraktive Ertragslage eines Hybridfahrzeugs stellt heute fast das größte Problem bei der Markteinführung dar. Einige ausgewählte Aspekte (Abb.2) aus dem Zusammenhang zwischen Technologie und Vermarktung werden im Folgenden dargestellt.

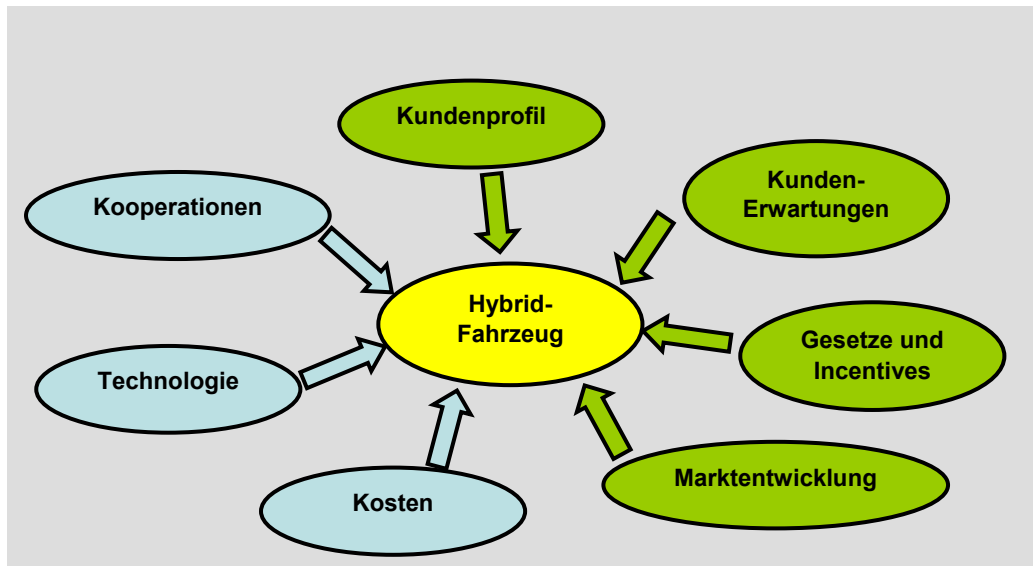


Abb. 1: Aspekte des Zusammenhangs zwischen Technologie und Vermarktung  
*Aspects of the relationship between technology and marketing*

## 2 Technologie

Es haben sich aus der Vielzahl denkbarer Antriebsstrukturen im wesentlichen drei Varianten herausgebildet, die, teilweise den Anforderungen entsprechend modifiziert, von den Automobilherstellern verfolgt werden.

### 2.1 Antriebsstrukturen

Man unterscheidet hauptsächlich zwischen sogenannten Parallelhybriden und Leistungsverzweigten Hybriden (Abb.2). Bei den Parallelhybriden wirken beide Antriebe zusammen oder auch unabhängig voneinander auf eine Antriebsachse, sogenannter Einwellen-Parallelhybrid, oder aber auch auf beide Achsen, sogenannter Zweiwellen-Parallelhybrid. Die zweite Form, bei der eine Achse verbrennungsmotorisch und die andere elektrisch angetrieben wird bietet die Möglichkeit, neben der Verbrauchsreduzierung zusätzlichen Kundennutzen zu generieren. So lässt sich beispielsweise die Elektrische Maschine an der Hinterachse als Traktionshilfe in Form eines temporären Allradantriebes nutzen oder mit einigem Zusatzaufwand auch als aktives Element für die Fahrstabilitätsregelung.

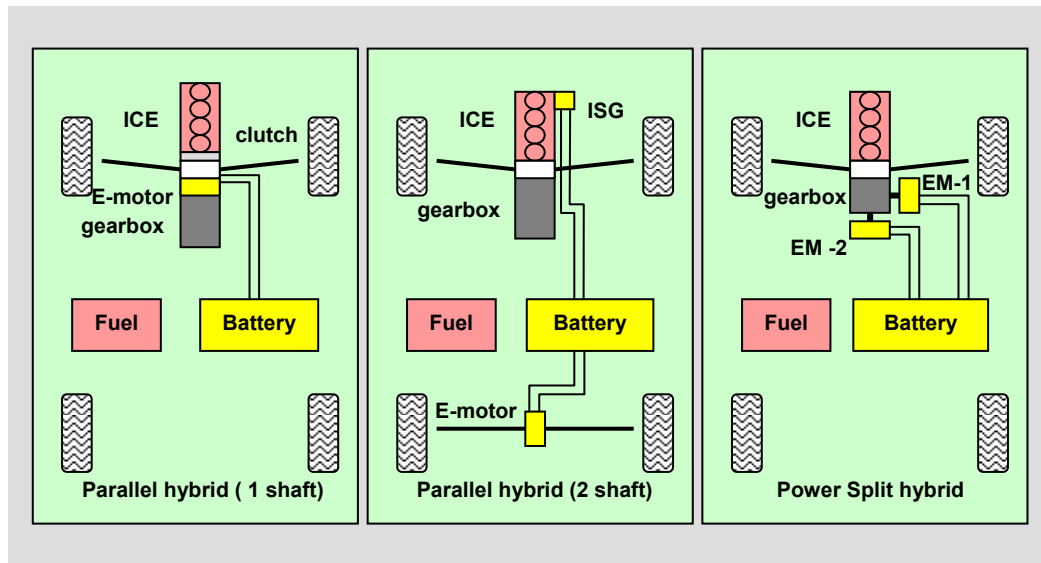


Abb. 2: Antriebsstrang Varianten  
*Hybrid drive trains*

Der Leistungsverzweigte Hybrid bietet die Möglichkeit mit seinen Komponenten ein elektrisch stufenlos verstellbares Getriebe zu realisieren, wodurch ein wesentliches Merkmal dieser Bauart, nämlich der große Antriebskomfort, erzielt wird. Dieses Kriterium ist möglicherweise auf bestimmten Märkten eine kundenrelevant wichtige Produkteigenschaft.

Unsere eigenen längsdynamischen Simulationsrechnungen, wie auch die der Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen (fka) [2] haben gezeigt, dass in den untersuchten Fahrzyklen kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Kraftstoffeinsparung zwischen den drei Varianten besteht.

Für die erzielbaren Beschleunigungen (Boostbetrieb) weist der Zweiwellen Parallelhybrid Vorteile auf, die durch die Aufteilung der Antriebsleistung auf beide Achsen erreicht werden.

Ein wesentlicher in erheblichem Maße kostenrelevanter Unterschied besteht in den jeweils installierten elektrischen Maschinenleistungen, wobei davon ausgegangen wird, dass alle drei Konfigurationen annähernd gleiche Fahrleistungen in einem identischen Basisfahrzeug bieten sollen. Da beim Einwellen-Parallelhybrid das Moment der E-Maschine über das Getriebe und die Achsübersetzung verstärkt wird, kann diese deutlich kleiner ausgeführt werden, als bei den beiden anderen Varianten. Die bei weitem größte elektrische Maschinenleistung muss im Leistungsverzweigten Hybrid installiert werden, da hier bei bestimmten Fahrzuständen das Moment des Verbrennungsmotors zusätzlich an einer E-Maschine abgestützt werden muss.

|                            | conventional | Parallelhybrid<br>(1 shaft) | Parallelhybrid<br>(2 shaft) | Power Split hybrid |
|----------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Fuel economy               | 0            | +                           | +                           | +                  |
| Performance (acceleration) | 0            | +                           | ++                          | +                  |
| Comfort                    | 0            | +                           | +                           | ++                 |
| Installed EM power         | 0            | 100 %                       | > 150                       | > 300 %            |
| Cost                       | 0            | -                           | --                          | --                 |

There is no significant difference in fuel economy between the different hybrid drive systems

Abb. 3: Bewertung der Hybridsysteme  
*Evaluation of hybrid drive systems*

In der Abbildung 3 ist der Versuch einer Grobbewertung der dargestellten Systeme im Vergleich zu einem konventionellen Antrieb dargestellt. Der Einwellen Parallelhybrid stellt in Hinblick auf Komfort oder Fahrleistungen zwar nicht die beste Lösung dar, erzeugt aber die geringsten zusätzlichen Einzelkosten und ist bezogen auf sein Kraftstoffeinsparungspotential absolut gleichwertig.

## 2.2 Systemkomponenten

Neben den Hauptkomponenten des Hybridantriebs, Elektrische Maschine(n), Leistungselektronik und Batteriesystem sind weitere Systemkomponenten zu entwickeln. Wie Abbildung 4 zeigt, sind nahezu alle Fahrzeugsysteme von entsprechenden Modifikationen oder sogar Neuentwicklungen betroffen. Schwerpunkte stellen dabei die Servolenkung, die Bremsanlage, die Heizung, Kühlung, Klimatisierung und die elektrischen Energienetze für 14 V und die Traktionsspannung dar.

Besonders schwierig gestaltet sich in der Regel das Package für das Batteriesystem, da dieses möglichst so gestaltet werden soll, dass einerseits weder Innen- noch Kofferraumvolumen beeinträchtigt werden, andererseits aber auch bestehende, möglicherweise marktspezifische Vorschriften für den Fahrzeugcrash erfüllt werden.

Selbstverständlich ist auch, dass die vom Kunden gewohnten Produkteigenschaften wie Geräusch, Klimakomfort, Lenk- und Bremskraftunterstützung, Sicherheit, Info- und Entertainment in vollem Umfang erhalten bleiben.

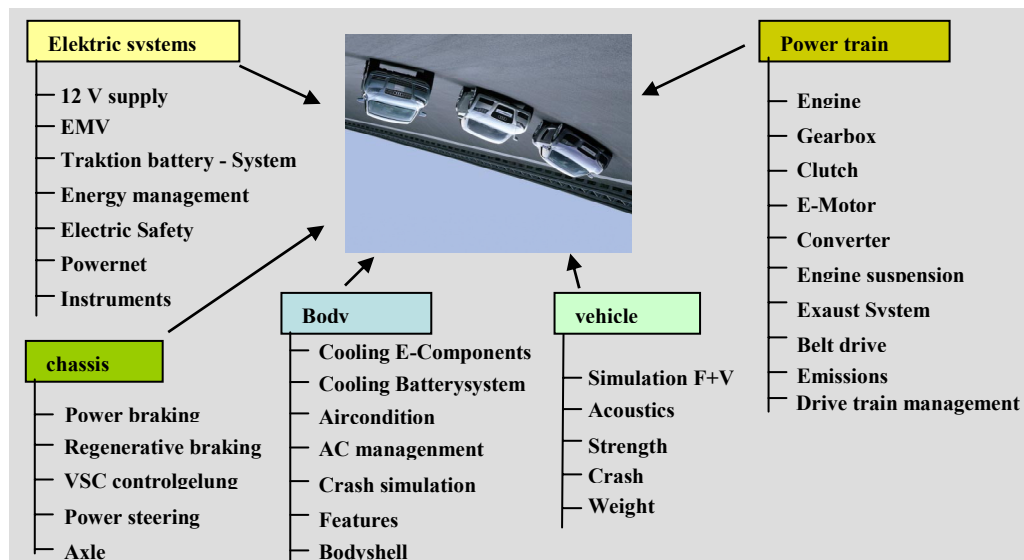


Abb. 4: Systemumfänge eines Hybridfahrzeugs  
*Hybrid system environment*

### 3 Kosten

Technik und Potentiale von Hybridantrieben sind weitgehend bekannt. Den Vorteilen steht jedoch eine Steigerung der Einzelkosten in erheblichem Maß gegenüber. Auf zwei Gesichtspunkte bei Kostenbetrachtungen wird im Folgenden näher eingegangen.

#### 3.1 Kosten / Nutzenverhältnis von Hybridantrieben

Bei den ersten konzeptionellen Überlegungen zu einem neuen Hybridfahrzeug stehen am Anfang eine Reihe prinzipieller Fragen. Welche Hybridfunktionen sollen dargestellt werden? Welche dieser Hybridfunktionen sind kundenrelevant? Wie muss das Konzept eines Hybridfahrzeugs aussehen, damit es entsprechend der Gesetzgebung in einigen US-Bundesstaaten als „advanced technology partial zero emission vehicle“ (ATPZEV) zertifiziert werden kann?

Abhängig vom „Grad“ der Hybridisierung steigt der technische Aufwand und damit auch die zu erwartenden Kosten (Abb. 5). Auch für Otto- und Dieselantriebe werden Aufwand und Kosten steigen, um zukünftige Emissionsvorschriften zu erfüllen. Die „kleinste“ Hybridvariante ist ein sogenannter „Micro-hybrid“ bei dem die Kraftstoffeinsparung über die Funktionen Start-Stop und eine in Grenzen mögliche Rekuperation erzielt werden. Ausgeführt sind zum Beispiel Starter-Generator Konzepte bei denen die elektrische Maschine entweder im Riementrieb (RSG) oder direkt an der Kurbelwelle (ISG) montiert ist. Das CO<sub>2</sub>-Potential ist eingeschränkt und

bewegt sich auf dem Niveau, dass auch mit einem weiterentwickelten Otto Motor erreichbar scheint. RSG und ISG stellen die kostengünstigste Möglichkeit dar, erfüllen aber nicht die ATPZEV Anforderungen in den USA.

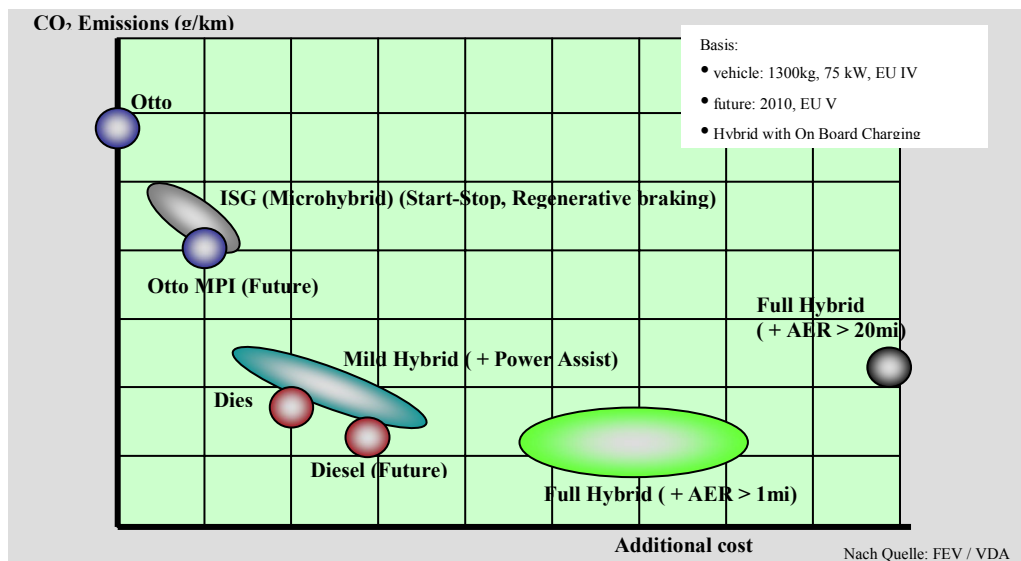


Abb. 5: Kosten / Nutzenverhältnis von Hybridkonzepten  
*Cost to benefit relation of hybrid-concepts*

Die nächste Stufe stellt der „Mild hybrid“ dar, bei der sowohl die Leistung der elektrischen Maschine, als auch die Spannung des Batteriesystems schon deutlich größer ausgeführt sind. Bei dieser Variante kann die elektrische Maschine zur Unterstützung des Verbrennungsmotors beim Beschleunigen genutzt werden und verbessert so die Längsdynamik des Fahrzeugs. Die Kosten sind größenordnungsmäßig mit den Kosten zukünftiger „Clean Diesel“ Konzepte vergleichbar und weisen auch ein ähnliches CO<sub>2</sub>-Einsparungspotential auf. Ab einer Leistung von 10 kW und einer Speicherspannung von > 60V stellen diese Hybriden den Einstieg in die ATPZEV-Klasse dar.

Die volle Hybridfunktionalität, einschließlich der Möglichkeit rein elektrisch zu fahren, wird erst bei einer weiteren Steigerung von elektrischer Maschinenleistung und Speicherspannung erreicht. Diese Fähigkeit des „Full hybrid“ ist jedoch auf kurze Strecken und spezielle Fahrsituationen beschränkt, da die Batteriekapazität endlich ist. Diese Variante weist einerseits das größte CO<sub>2</sub> Potential auf stellt andererseits aber auch die mit Abstand teuerste technische Lösung dar. Langfristig gesehen lassen sich mit dem „Full hybrid“ die meisten „credits“ zur Erfüllung der US-Gesetzgebung sammeln.

Hybridkonzepte, die den Focus auf größere rein elektrische Reichweiten legen, liefern keine Beiträge zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung mehr. Im Gegenteil steigen die Emissionen wieder an, weil eine größere Reichweite automatisch eine deutliche Steigerung der Batteriekapazität und damit des Gesamtfahrzeuggewichtes bedeuten. Die Kostensteigerung ist in diesem Fall proportional zur gewünschten Reichweite.

### 3.2 Preisgestaltung

Angenommen, das Ziel des Konzeptes ist es, langfristig eine möglichst hohe Anzahl von ATPZEV – Credits zu sammeln, so fällt die Wahl mit hoher Wahrscheinlichkeit auf einen „Full hybrid“. Die Problematik besteht nun darin, diesen Hybrid mit seiner Einzelkostenstruktur in die Preis-Leistungs Staffelung einer Modellreihe einzuordnen. Beispielhaft ist dies in Abb. 6 dargestellt.

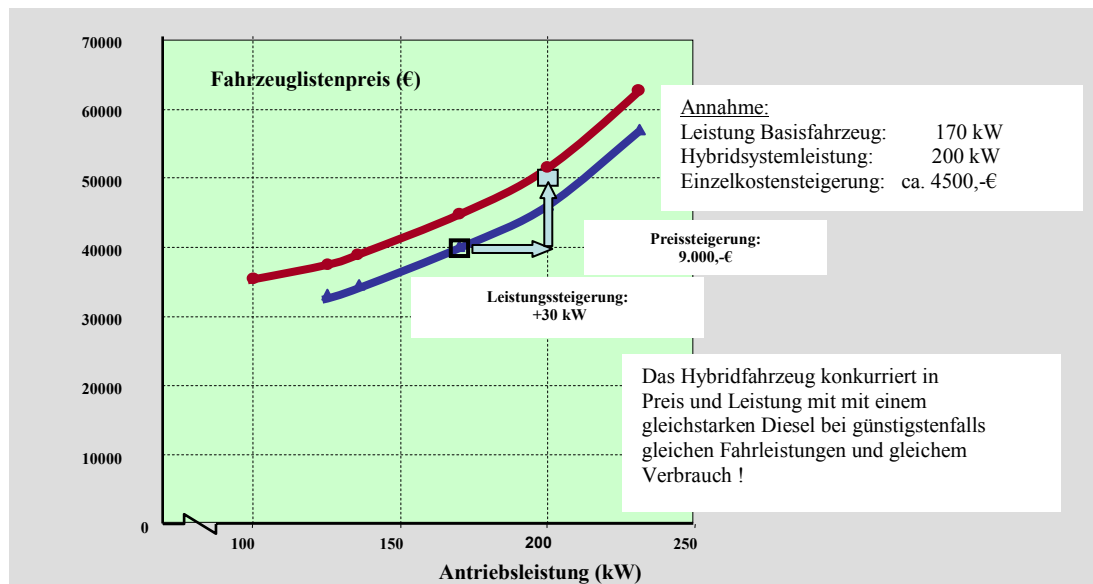


Abb. 6: Preisproblematik von Hybridfahrzeugen  
*Price margin of hybrid vehicles*

Allgemein üblich ist heute die Einpreisung eines Fahrzeugs analog zu seiner Antriebsleistung. Die Kurven in Abb.6 zeigen über mehrere Hersteller gemittelte Werte in der gehobenen Mittelklasse für Dieselfahrzeuge (rote Kurve) und Ottomotorfahrzeuge (blaue Kurve).

Für das Beispiel wurde als Basis ein Ottomotor mit 170 kW Leistung und einem Fahrzeugpreis von ca. 40.000,-€ gewählt. Die Hybridversion dieses Basisfahrzeugs wurde als „Full hybrid“ mit einer elektrischen Motorleistung von 30 kW angenommen. Die Einzelkosten für die Hybridkomponenten E-Maschine, Leistungselektronik, Batteriesystem und weitere Systemumfänge sind mit 4.500,-€ abgeschätzt und sind stückzahlabhängig. Geht man davon aus, dass die Einzelkosten grob mit dem Faktor zwei in die Preisstellung eingehen, ergibt sich für diesen Hybrid ein „theoretischer“ Listenpreis von knapp 50.000,-€. Mit diesem Preis und einer Systemleistung von 200 kW tritt der Hybrid in direkten Wettbewerb mit dem gleichzeitig angebotenen 200 kW leistenden Dieselfahrzeug. Beide Fahrzeuge haben ähnliche Fahrleistungen und ähnliche Verbrauchswerte.

Dieses Rechenbeispiel lässt sich in fast identischer Weise auch für andere Fahrzeug- und Leistungsklassen durchführen. Herstellerspezifisch kann sich die Problematik der Einpreisung dabei verschärfen oder auch entspannen. Es kommt

immer zu mehr oder weniger kritischen Überschneidungen mit dem eigenen bereits bestehenden Produktangebot und damit eher zu Substitutionseffekten, als zu Stückzahlzuwächsen.

Marktspezifisch ist dieser Umstand allerdings differenziert zu betrachten. In Europa, mit starkem Angebot und Nachfrage nach Dieselfahrzeugen als etablierter Kraftstoff-Spartechnologie, tritt das Problem des preislichen Parallelangebotes von Hybrid und Diesel natürlich deutlich stärker auf als in den Vereinigten Staaten, wo faktisch kein wirklich nennenswertes Dieselangebot besteht. In den USA stellt sich bei weiter steigenden Kraftstoffpreisen allerdings die Frage, ob man dem Kunden Hybrid oder Diesel als Kraftstoffparalternative anbieten soll. Augenblicklich scheint es so, als würde diese Frage in Japan anders beantwortet, als in Europa.

#### 4 Marktentwicklung und Prognosen

Die im vorangegangenen Kapitel skizzierte Thematik spiegelt sich in der Entwicklung des weltweiten Bestandes an Hybridfahrzeugen wieder (Abb.7). Deutlich ist zu erkennen, dass Europa bei den Bestandszahlen keine Rolle spielt. Die größten Bestandszahlen und den größten Bestandszuwachs verzeichnen die USA, in denen mittlerweile ca. 70% aller Hybridfahrzeuge zu finden sind.

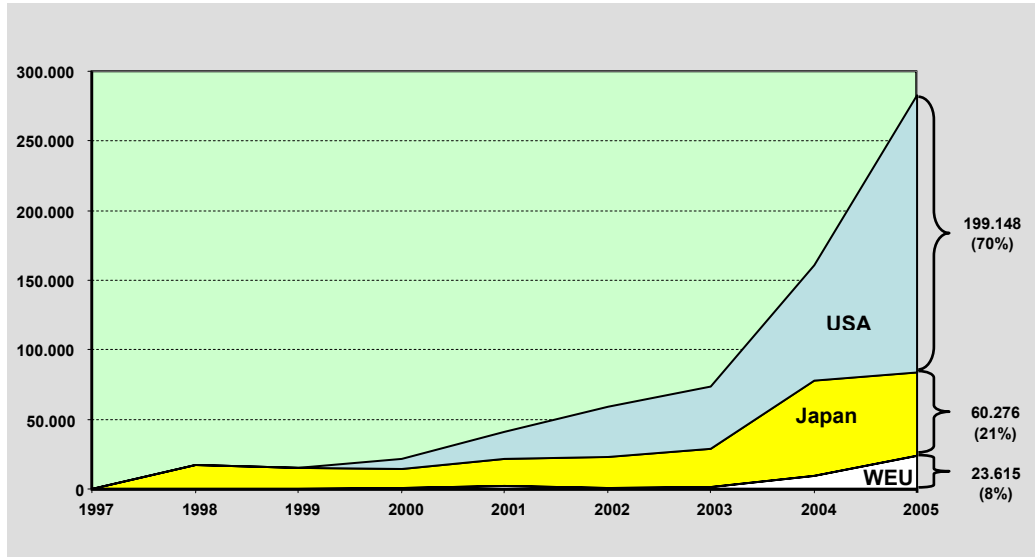


Abb. 7: Entwicklung des Bestands an Hybridfahrzeugen  
*Trend of hybrid vehicle population*

Betrachtet man die Entwicklung der Zulassungszahlen für neue Hybridfahrzeuge in den USA differenziert nach angebotenen Fahrzeugmodellen (Abb.8), so ist festzustellen, dass ein einziges Fahrzeug alleine einen Anteil von 50% an den Neuzulassungen aufweist. Alle anderen Hybridmodelle liegen weit darunter und



dürften auf 12 Monate hochgerechnet unterhalb von 15.000 Fahrzeugen pro Jahr bleiben.

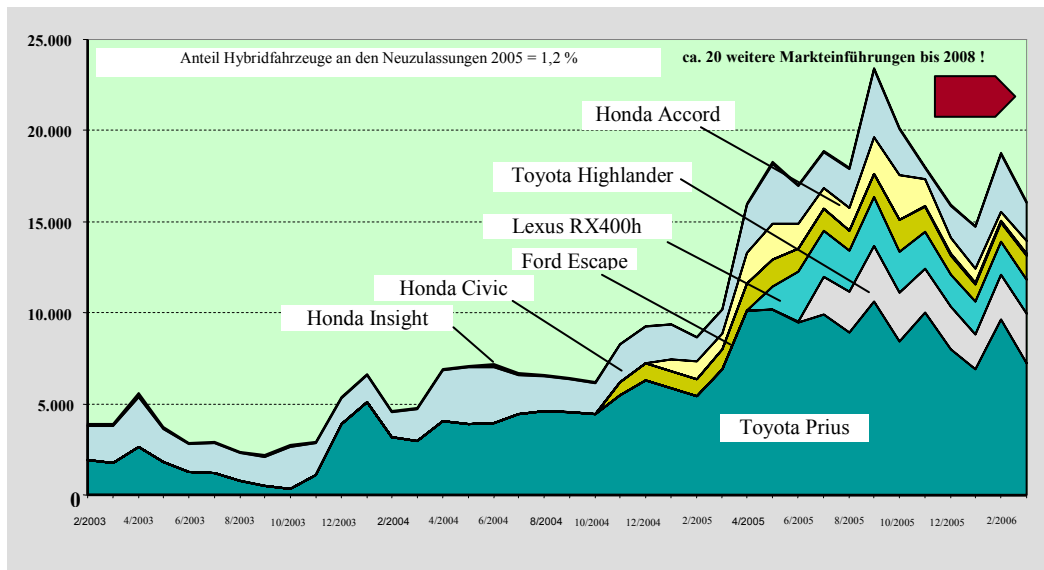


Abb. 8: Neuzulassungen von Hybridfahrzeugen in den USA nach Modellen  
*New hybrid vehicle sales per model in USA*

Für die nächsten zwei Jahre sind ca. 20 weitere Markteinführungen von Hybrid-Fahrzeugen angekündigt. Wenn der Markt in den USA nicht deutlich schneller wächst als bisher ist zu vermuten, dass die Stückzahlen pro Fahrzeugmodell eher klein bleiben. Dies wiederum bedeutet, dass es zunehmend schwieriger werden könnte Hybridfahrzeuge in betriebswirtschaftlich sinnvollen Stückzahlen herzustellen und zu vermarkten.

Die Abschätzung der Marktentwicklung für Hybridfahrzeuge ist eine vielschichtige Aufgabe, der sich alle namhaften Marktforschungsinstitute sehr intensiv widmen. Die Schwankungsbreite der Abschätzungen (Abb.9) ist allerdings sehr groß und extrem abhängig von den getroffenen Annahmen.

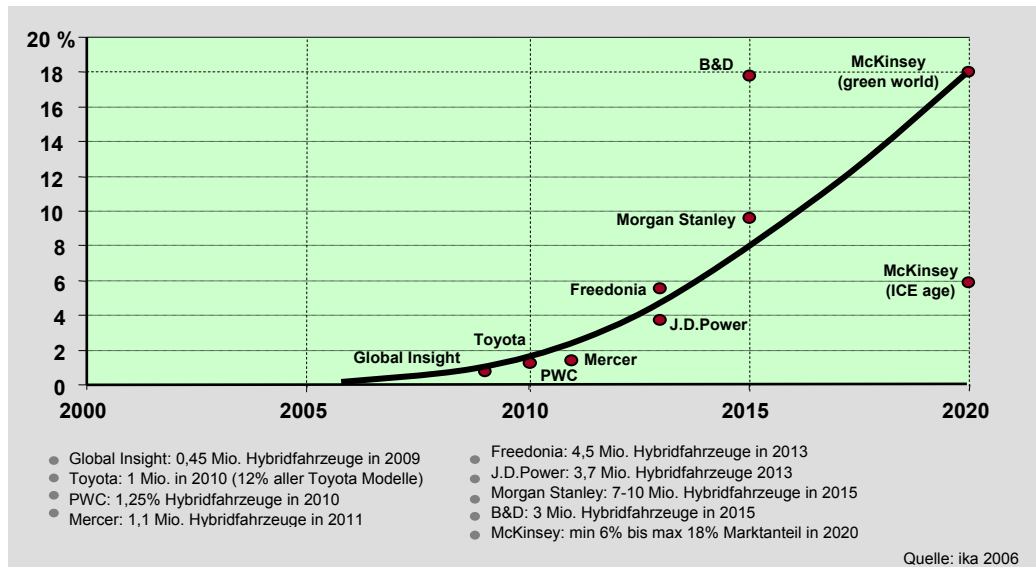


Abb. 9: Marktprognosen für Hybridfahrzeuge  
*Forecast hybrid vehicle market*




Betrachtet man die Tatsache, dass der Anteil von Hybridfahrzeugen an den Neuzulassungen in den USA im Jahr 2005 ca. 1,2% betrug, scheinen prognostizierte Werte von 18% Anteil am Weltmarkt im Jahr 2015 oder 2020 sehr optimistisch. Die Spannweite der Studie von McKinsey /3/, 6 – 18% im Jahr 2020, zeigt, wie unsicher derartige Voraussagen sind. Niemand kann sicher sagen, wie sich der Markt in den USA entwickeln wird oder, wie ein Land wie China auf die dramatisch steigende Mobilität und den damit verbundenen Bedarf an Energieimporten reagieren wird. Der Hybridmarkt ist noch jung, die Anzahl der angebotenen Produkte noch sehr gering und damit die statistische Basis sehr schmal. Außerdem darf man die politischen Einflussgrößen nicht unterschätzen

## 5 Gesetze und Incentives

Eine weitere Gruppe von Einflussfaktoren nach Technologie und Kosten sind die jeweils nationalspezifischen Gesetze und Incentives, wobei hierunter nicht nur finanzielle Anreize zu verstehen sind. Kostenloses Parken in Innenstädten, die Erlaubnis in den USA die Car-pool-lane zu benutzen, die Befreiung von einer sonst fälligen City-Maut, und steuerliche Vergünstigungen sind nur einige Beispiele zur Schaffung eines Kaufanreizes für ein Hybridfahrzeug. Die Liste der Incentives ist lang, ändert sich ständig und ist jeweils landesspezifisch, sogar innerhalb der Europäischen Gemeinschaft.

Was die gesetzlichen Grundlagen in der Triade angeht (Abb.10) so fällt auf, dass nur in den USA heute schon gesetzliche Vorgaben zu Kraftstoffverbrauch existieren (CAFE-Werte) und dass auch nur dort durch die Gesetzgebung ein direkter Zwang zu Hybridfahrzeugen besteht. Dies ist so weder in Japan, noch in Europa bisher der

Fall. Absehbar wird es aber auch hier flächendeckend eine Besteuerung geben, die sich an den CO<sub>2</sub> –Emissionen eines Fahrzeugs orientiert.

|                              |  |  |  |
|------------------------------|---|--|---|
| <b>Gesetzliche Forderung</b> |   |  |   |
| Hybrid                       | nein  | ja   | nein  |
| Verbrauch                    | nein  | ja   | nein  |
| CO <sub>2</sub>              | ACEA<br>Zusage  | nein   | nein  |
| Incentives                   | regional  | regional   | national  |
| Thema Kraftstoffkosten       | Traditionell wichtig  | Steigende Bedeutung <input type="checkbox"/>                                       | wichtig   |
| Sprit-Spar-Alternativen      | Diesel  | keine  | keine   |

Kraftstoffpreise haben sich seit 2002 fast verdreifacht !

2/2002 -> ca. 29 c/ltr.  
2/2005 -> ca. 50 c/ltr.  
9/2005 -> ca. 78 c/ltr.

Abb. 10: Gesetze und Incentives  
*Regulations and incentives*

Auch das Thema Kraftstoffkosten spielt eine bedeutende Rolle für das Kaufverhalten der Kunden und für die Entwicklung sowie das Angebot von verbrauchsgünstigen Fahrzeugen. In Europa mit seinem hohen Steueranteil an den Kraftstoffpreisen ist das Thema traditionell wichtig, was zur Entwicklung von Dieselfahrzeugen geführt hat, die bei einigen Herstellern inzwischen ca. 60% der Motorisierung einzelner Modellreihen ausmachen.

Anders als in den USA und in Japan ist in Europa die Dieselmotortechnologie eine vom Markt voll akzeptierte und angenommene Alternative, was andererseits auch erklärt, warum Hybridfahrzeuge in der Zulassungsstatistik nur eine sehr geringe Rolle spielen. In Europa hat das Hybridfahrzeug in Form des Dieselmotors einen bereits lange etablierten Wettbewerber der auf anderen Märkten praktisch nicht existiert.

## 6 Kundenanforderungen und Kundenprofil

Bei allen Kundenbefragungen haben wir festgestellt, dass das Thema Hybridantrieb bei weitem noch nicht so bekannt ist, wie man angesichts der Kommunikation in den Medien vermuten könnte. Anders, als bei anderen Fragen rund um das Auto, kann der Kunde hier noch nicht wirklich „mitreden“ und ist daher auch noch nicht in der Lage, seine Anforderungen an ein Hybridfahrzeug so präzise zu beantworten, wie wir als Automobilhersteller dies gerne hätten.

Die Kundenanforderungen (Abb.11) sind daher eher „weich“ formuliert.

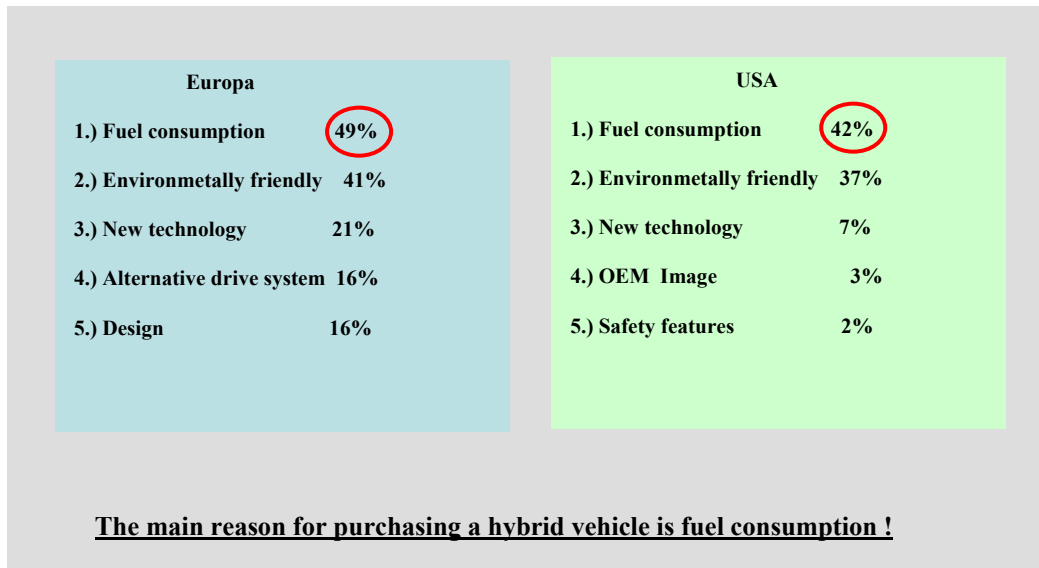


Abb. 11: Kundenerwartungen  
*Customer expectations*

Der Kraftstoffverbrauch steht klar an erster Stelle, wobei auch hier kein konkreter Wert in l/100km oder als %-Angabe der Kraftstoffeinsparung genannt werden kann.

Die Analyse des Kundenprofils (Abb.12) lässt den Schluss zu, dass es sich bei den bisherigen Käufern von Hybridfahrzeugen eher um eine schmale, Käuferschicht handelt. Interessanterweise sind die Profile in den USA und in Europa weitgehend identisch. Die Hybridfahrzeugkäufer ist im Durchschnitt 56 bzw. 59 Jahre alt, überdurchschnittlich gut ausgebildet und verfügt ebenfalls über ein hohes, überdurchschnittliches Haushaltsnettoeinkommen.

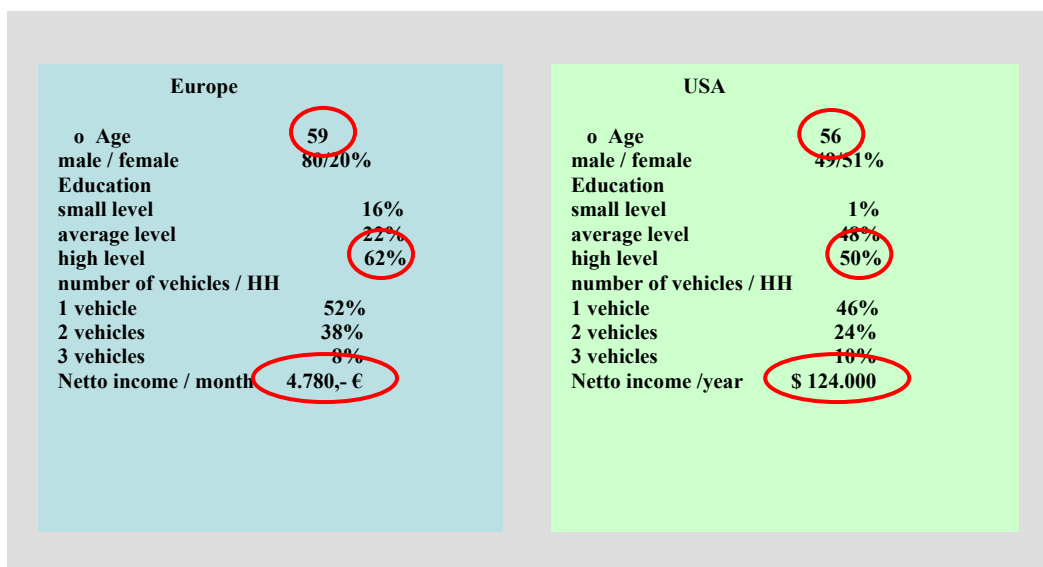


Abb. 12: Kundenprofil  
*Customer profile*

Es sind also keineswegs die jungen, dynamischen Kunden, die ein Hybridfahrzeug kaufen, sondern eher eine intellektuelle „upper class“.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend kann man feststellen, dass der Hybridantrieb rein ingenieurmäßig betrachtet eine äußerst interessante Technologie darstellt. Er könnte einen Beitrag zur Einhaltung zukünftiger Emissionsgrenzwerte liefern, er ist in der Lage den Kraftstoffverbrauch zumindest bei bestimmten Fahrprofilen deutlich zu senken und er ermöglicht eine Kombination von Produkteigenschaften in einer Weise, wie es bislang nicht möglich war.

Ein gravierender Nachteil besteht in den hohen zusätzlichen Kosten mit denen diese Potentiale erkaufte werden. Diese Zusatzkosten erschweren die Einordnung von Hybridfahrzeugen in die Preis-Leistungsstapel eines bestehenden Produkt-Portfolios.

Die zukünftige Marktentwicklung ist nur begrenzt prognostizierbar und daher jede Entscheidung mit Unsicherheiten behaftet.

Eine Möglichkeit sowohl das technische, als auch das finanzielle Risiko zu teilen besteht in der Bildung von Kooperationen (Abb.13).

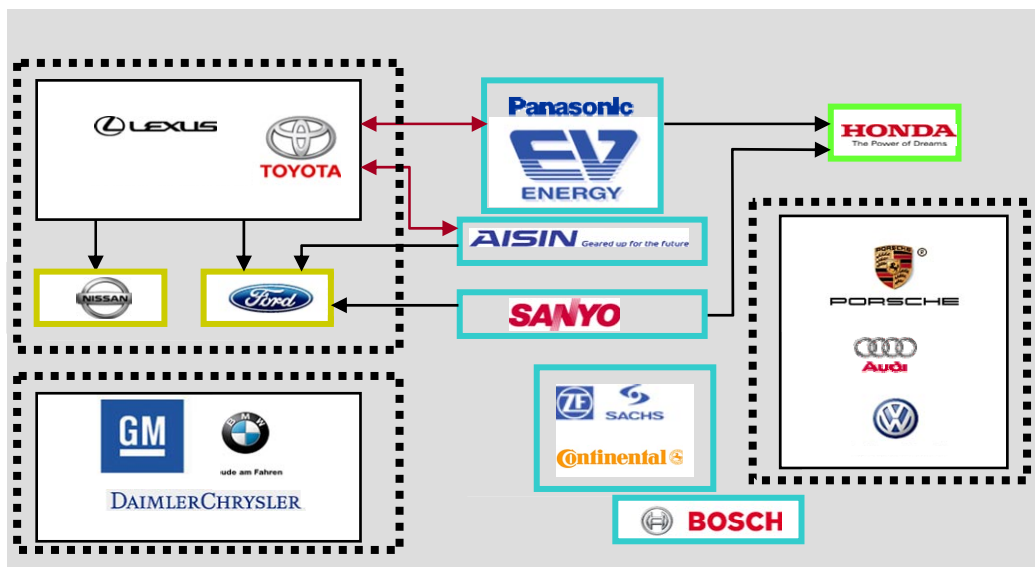


Abb. 13: Kooperationen auf dem Gebiet der Fahrzeug- und Komponententechnik  
*Cooperation models for hybrid vehicle technology*

Jede der dargestellten Herstellergruppen verfolgt ein eigenes Hybridkonzept, wobei man teilweise auf die gleichen Partner in der Zulieferindustrie zurückgreift. Auch in der Zulieferindustrie ist ein verstärkter Zusammenschluss zur Bündelung von

Kompetenzen zu beobachten, der das Ziel verfolgt, nicht nur Komponenten, sondern möglichst komplette Systeme anzubieten.

Mit dieser Strategie lässt sich das Risiko zwar verkleinern aber nicht völlig ausschließen. Die Entscheidung, ob man als Automobilhersteller in die Entwicklung der Hybridtechnologie einsteigt und wenn ja, wie tief, bleibt nach wie vor der Risikobereitschaft des einzelnen Unternehmens überlassen.

## **8 Literatur**

- [1] BIERMANN, J. .; ESPIG, M.  
Konzepte und Potentiale von Hybridantrieben  
Vortrag, Technische Akademie Esslingen, 2006
  
- [2] RENNER, C.  
Hybridkonzepte – Vergleichende Analyse mittels Längsdynamiksimulation  
Vortrag, Technische Akademie Esslingen, 2006
  
- [3] McKinsey  
Drive, The Future of Automotive Power  
München, 2006