

# Die wirtschaftlichen Chancen alternativer Antriebstechnologien

am Beispiel der Hybridtechnologie



## Vorwort

Der Wettbewerb der Antriebe für die automobilen Zukunft ist in vollem Gang. In den USA ist der Hybrid-Antrieb auf dem Vormarsch, in Europa spielt neben alternativen Technologien wie Brennstoffzelle und Wasserstoff der Dieselmotor immer noch die wichtigste Rolle. Einige Anbieter setzen zudem auf Bio-Treibstoffe und Erdgas. Doch welche Technik wird sich durchsetzen, für welche Antriebe werden sich Wachstumsmärkte wie China und Indien mit ihren riesigen Absatzpotentialen entscheiden? Wie sind die Rahmenbedingungen und welchen Einfluß wird die Politik ausüben?

Mit diesen interessanten Fragen setzen sich die Experten des PwC Automotive Institute auseinander, denen ich herzlich für die Erstellung dieser Studie danke.

Stuttgart, im Januar 2006

Franz Wagner  
Mitglied des Vorstands  
PricewaterhouseCoopers AG  
Leitung Automotive

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	1
Abbildungsverzeichnis .....	3
Einleitung.....	4
Die treibende Kraft der Hybridrevolution: Energieverbrauch .....	5
Die Kundenperspektive und deren wirtschaftlicher Hintergrund.....	9
Das Prinzip Ungewissheit - Planung mit Unbekannten .....	15
Die Strategien der Hersteller und die wirtschaftlichen Hintergründe .....	19
Erfolgsstrategien für die Hybridrevolution .....	23
Ansprechpartner.....	25
Impressum.....	26
Notizen .....	27

## Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Die jüngste Entwicklung der Ölpreise hat die Diskussion um alternative Antriebskonzepte neu entfacht
- Abb. 2 Der weltweite Verbrauch steigt – angetrieben durch die schnell wachsende Nachfrage in China
- Abb. 3 Es herrscht Uneinigkeit darüber, wann die Erdölreserven erschöpft sein werden. Sicher ist jedoch, dass die Rohölpreise ansteigen werden, wenn der Höhepunkt der Ölförderung überschritten ist
- Abb. 4 Umwelt und Energieeffizienz favorisieren Hybride
- Abb. 5 Die Prognosen für den Hybridmarkt sind so zahlreich wie deren Autoren. Eines ist sicher: Der Markt wird wachsen
- Abb. 6 Im Moment haben die Verbraucher guten Grund, KEIN Hybridauto zu kaufen. Die Kosten sind einer davon
- Abb. 7 Hybridautos sind zur Zeit wohl keine rationale sondern eher eine „moralische“ Wahl
- Abb. 8 Trotz erheblich höherer Kraftstoffpreise in Europa sind Hybridautos auch für deutsche Autokäufer kaum sinnvoll
- Abb. 9 Das System von Toyota ist nicht zwangsläufig die überlegene Technologie. Es gibt andere Möglichkeiten, von denen manche für europäische Autohersteller besser geeignet sein könnten
- Abb. 10 Künftige Kosten konkurrierender Technologien. Hybridautos werden letzten Endes nach rationalen Kosten-Nutzen-Aspekten beurteilt
- Abb. 11 Die Akzeptanzkurve: Die Ungewissheit bleibt bestehen. Investitionsentscheidungen sind weiterhin riskant, trotzdem kann die Hybridtechnologie nicht ignoriert werden
- Abb. 12 Strategien, Standpunkte und wirtschaftliche Erwägungen deutscher Autohersteller ... heute
- Abb. 13 Hybridtechnik aus Sicht der Hersteller: ein zusätzlicher Posten auf der langen Liste der notwendigen Investitionen

## Einleitung

Bis 2010 weltweit über 70  
Fahrzeugmodelle mit  
Hybridantrieb

In dieser Studie untersuchen und analysieren wir die wirtschaftlichen und industriellen Hintergründe der Hybridrevolution, die derzeit im Automobilsektor zu beobachten ist.

Seit kurzem lässt sich ein großes Interesse an einer Antriebstechnik beobachten, die aus einer Kombination aus Elektromotor und Verbrennungsmotor besteht (dem so genannten Hybridantrieb) und beinahe so alt ist wie das Automobil selbst. Diese Technologie erfreut sich eines überaus regen Presseechos innerhalb und außerhalb der Fachwelt. Auf der letzten Frankfurter Automobilausstellung waren die Hybrid-Autos das beherrschende Thema. Die in diese Technologie getätigten Investitionen der deutschen und internationalen Automobilhersteller steigen dramatisch an. Inzwischen planen alle deutschen Autofirmen die Produktion mindestens eines Hybridmodells. Nach Prognosen von PwC AUTOFACTS werden bis zum Jahr 2010 weltweit über 70 Fahrzeugmodelle mit Hybridantrieb zur Verfügung stehen.

Aber sind Hybridautos  
überhaupt wirtschaftlich  
sinnvoll, sei es nun für die  
Verbraucher oder die  
Automobilhersteller?

Es gibt jedoch eine Reihe von Fragen zur Hybridtechnologie, insbesondere von Seiten der deutschen Fahrzeughersteller. Ist sie für die Autohersteller wirklich der Königsweg zur Lösung der Mobilitätsanforderungen und Umweltprobleme, denen die Autoindustrie gegenübersteht? Noch grundsätzlicher gefragt: Sind Hybridautos überhaupt wirtschaftlich sinnvoll, sei es nun für die Verbraucher oder die Automobilhersteller?

Diese Fragen werden wir in unserer Studie aus unterschiedlichen Blickwinkeln untersuchen. Als Erstes beschäftigen wir uns mit dem Auslöser der Revolution in der Frage alternativer Antriebe – dem Energieverbrauch – und versuchen zu ergründen, warum die Energiefrage den Hybridautos eine derartige Aufmerksamkeit beschert hat. Anschließend beleuchten wir das Hybridauto aus der Verbraucherperspektive, und zwar aus wirtschaftlichem und emotionalem Blickwinkel. Wir beschäftigen uns weiter mit der Frage, ob und wie sich der Markt für diese Technologie entwickeln wird. Hier liegt die wichtigste wirtschaftliche und unternehmerische Herausforderung für die Autoindustrie bei ihrem Vorhaben, mit Hybridautos und anderen alternativen Antriebstechnologien, Gewinne zu erwirtschaften. Wie sehen die Strategien der Autohersteller für die Hybridrevolution aus und auf welchen dahinter stehenden wirtschaftlichen Gründen und Herausforderungen basieren sie. Schließlich werden wir herausarbeiten, welche Ansätze sich zunehmend als die Schlüsselstrategien zum Erfolg für die Autoindustrie in der Hybridrevolution herauskristalisieren, und zwar gleichermaßen für Hersteller und Zulieferer.

All diese Erörterungen dienen der Beantwortung einer schwierigen und kontroversen Frage: Ist die Hybridtechnologie wirtschaftlich wirklich sinnvoll? Und wenn nicht, lässt sie sich dennoch aus industriellen, strategischen oder wettbewerbstechnischen Gründen vertreten? Der Markt ist derzeit zweifellos begeistert, aber wird die Hybridrevolution von Dauer sein und können sich Investitionen in diese Technologie für Automobilhersteller als sinnvoll erweisen?

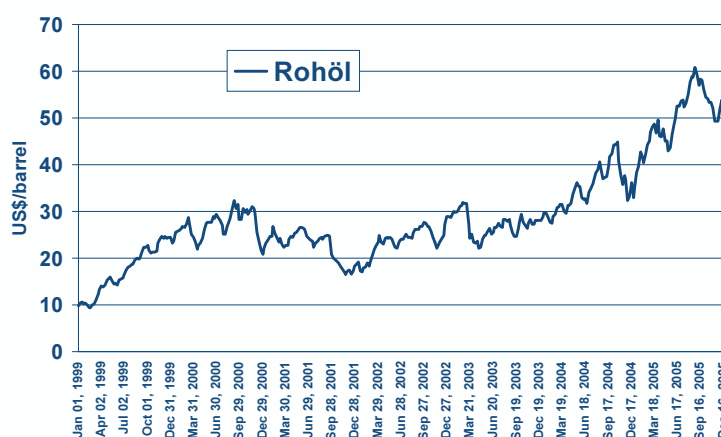
## Die treibende Kraft der Hybridrevolution: Energieverbrauch

Energieaspekte wirken sich unmittelbar auf die Kundennachfrage und das Kaufverhalten bei Automobilen aus – und dies möglicherweise stärker als bei allen anderen Konsumgütern.

Der Energieverbrauch und Befürchtungen hinsichtlich der weiteren Entwicklung der Ölpreise, der Ölreserven und der ökologischen Auswirkungen sind eindeutig die wesentlichen wirtschaftlichen und emotionalen Triebkräfte für das Interesse an Hybridautos und anderen alternativen Antriebstechnologien.

Letztes Jahr durchbrach der Ölpreis im Gefolge aktueller geopolitischer Ereignisse und des Hurrikans Katrina die magische Marke von 65 US-Dollar<sup>1</sup> und sorgte bei Regierungen, Unternehmen und, vielleicht zum ersten Mal seit Jahrzehnten, bei Verbrauchern vor allem auch in den USA für erhebliche Beunruhigung. Seit den beiden „Ölpreisschocks“ der frühen 1970er und 1980er Jahre hatte es keine derartige öffentliche Aufmerksamkeit für die Ölfrage mehr gegeben.

Abb. 1: Die jüngste Entwicklung der Ölpreise hat die Diskussion um alternative Antriebskonzepte neu entfacht



Source: Energy Information Administration

Vielen Verbrauchern wurde zum ersten Mal klar, dass der energiehungrige Lebensstil in der westlichen Welt auf lange Sicht keine Zukunft hat. Ein wesentliches Merkmal dieses Lebensstils ist die individuelle Mobilität, ohne die für viele von uns ein normales Leben undenkbar ist. Da die allgemeine Verbreitung von Autos in Nordamerika, Europa und Japan<sup>2</sup> als selbstverständlich gilt (und in anderen Teilen der Welt rasch zunimmt), wirkt sich der ständig steigende Ölpreis unmittelbar auf die Verbraucher aus. Bei jedem Tankstopp sieht der Verbraucher die Preise und kann die Folgen im eigenen Portemonnaie beobachten.<sup>3</sup>

Daher ist die Autoindustrie direkt von der Energiefrage und deren Folgen für die Verbraucher betroffen – mehr vielleicht, als irgendeine andere Branche des produzierenden Gewerbes.

<sup>1</sup> Zum 30. August 2005 stieg der Ölpreis auf die Marke von 70,85 USD, genau einen Tag nachdem Hurrikan Katrina das amerikanische Festland erreicht hatte. Dieses Ereignis erscheint nicht in diesem Diagramm, da hier nur die wöchentlichen Angaben zum Weltölpreis wiedergegeben werden (Kassapreis FOB, gewichtet nach geschätzter Exportmenge in USD je Barrel).

<sup>2</sup> Fahrzeugzahlen 2002 (geschätzt): Nordamerika – 460 Kfz/1000 Einw., Europäische Union – 500 Kfz/1000 Einw., Japan – 430 Kfz/1000 Einw.. Quelle: SMMT et al.

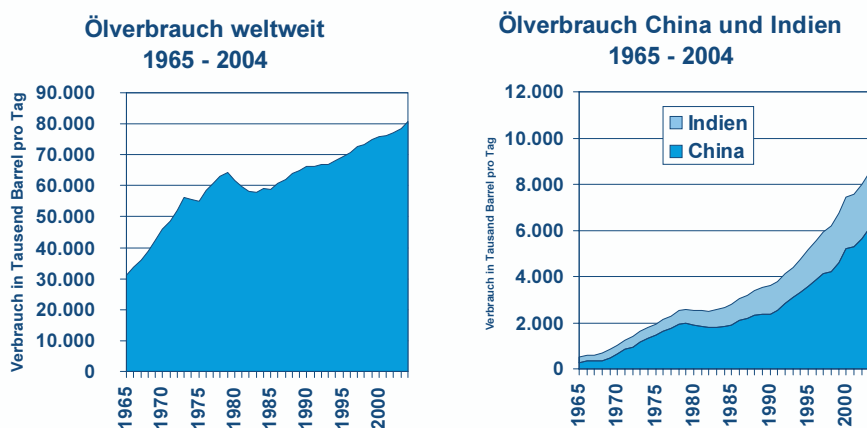
<sup>3</sup> Zum Jahresbeginn 2005 (3. Januar) betrug der Benzinpreis in den USA 1,78 USD pro US-Gallone (0,35 EUR/Liter). Um den 5. September wurde ein Spitzenpreis von 3,07 USD/Gallone (0,65 EUR/Liter) erreicht, der bis zum 16. Januar 2006 wieder auf 2,32 USD/Gallone (0,51 EUR/Liter) abfiel. Quelle: Energy Information Administration, Umweltministerium der US-Regierung.

Wachsende Nachfrage auf Zukunftsmärkten wie China bestimmt die Dynamik des Ölpreises

Industrialisierung und wirtschaftlicher Aufschwung haben inzwischen große Teile der Weltwirtschaft erfasst. Diese Entwicklung hat den Ölpreis in ungeahnte Höhen getrieben. Doch erst die Entwicklung der letzten Jahre hat tiefgreifende Änderungen verursacht. Das phänomenale Wachstum in China, Indien<sup>4</sup> und anderen Zukunftsmärkten hat durch den enorm gestiegenen Ölbedarf den Markt zuletzt stark anwachsen lassen.<sup>5</sup> Zum ersten Mal seit dem 19. Jahrhundert erleben wir eine Öl(preis)krise auf Grund hoher Nachfrage, nicht wegen künstlicher Angebotsverknappung.

Durch ihre geringen Eigenreserven haben die genannten Verbrauchernationen die Nachfrage auf dem globalen Ölmarkt noch stärker erhöht, als ihr Wachstum vermuten ließ. Schon werden die ersten Vermutungen laut, dass diese Entwicklung eher früher als später die Erschöpfung der weltweiten Ölreserven zur Folge haben könnte.<sup>6</sup>

Abb. 2: Der weltweite Verbrauch steigt – angetrieben durch die schnell wachsende Nachfrage in China



Quelle: BP Statistical Review 2005

Zwar sind sich alle einig, dass die fossilen Brennstoffreserven der Erde begrenzt sind, allerdings gehen bei der Frage, wann genau „uns das Öl ausgeht“ die Meinungen beträchtlich auseinander.

Das Öl muss nicht erst ganz ausgehen – es reicht schon, wenn es knapper wird bzw. die Förderung die Nachfrage nicht mehr befriedigen kann und somit die Preise steigen.

Leider verstellt diese Frage, mag sie auch noch so bedeutsam sein, den Blick auf ein weit wesentlicheres Problem: Bevor die Ölreserven verbraucht sind, wird die globale Ölförderung einen Höhepunkt erreichen, ab dem sie nur noch sinken kann. Vor allem dieser Umstand ist es, der die folgenschwersten Auswirkungen auf unsere energiehungrigen Länder und Lebensgewohnheiten haben wird. Das Öl muss nicht erst ganz ausgehen – es reicht schon, wenn es knapper wird bzw. die Förderung die Nachfrage nicht mehr befriedigen kann und die Preise somit steigen. Schauen wir uns nur ein paar natürliche Ressourcen an, die einst im Überfluss vorhanden und billig zu bekommen waren – etwa Lachs oder Austern, die früher keinesfalls als Luxusgüter galten. Eines Tages wurden die Vorkommen knapp, die Preise stiegen und sie entwickelten sich zum begehrten Edelprodukt.

<sup>4</sup> Das Wirtschaftswachstum in China wird für 2005 auf 9,8 % geschätzt (BBC News, 2. Januar 2006). In Indien betrug das Wirtschaftswachstum für den Zeitraum April – September 2005 8,0 % (BBC News, 30. November 2005).

<sup>5</sup> Ein wesentlicher Antrieb dieses Wachstums ist der Verkehr. Mercedes-Benz geht davon aus, dass innerhalb der nächsten 10 Jahre zusätzliche 50 Millionen Menschen ein Auto anschaffen werden. Quelle: „Hybrid. Doing the Right Thing Right.“ Mercedes-Benz

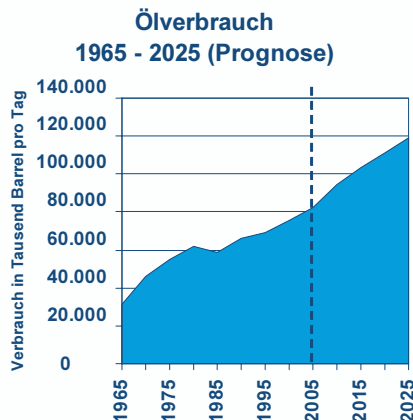
<sup>6</sup> Friends of the Earth vermutet, dass die heutigen Reserven beim derzeitigen Verbrauch in 41 Jahren erschöpft sein werden.

In der Fachwelt gehen die Meinungen darüber, zu welchem Zeitpunkt die Förderung ihren Höhepunkt erreichen wird, weit auseinander. Der Realität am nächsten kommt wohl die Angabe der International Energy Agency, die den Höhepunkt irgendwo „zwischen 2012 und 2037“ ansiedelt.<sup>7</sup> Die genaue Restmenge und der Zeitrahmen der Ölversorgung sind also nicht eindeutig. Dabei bedeutet langfristige Knappheit nicht unbedingt baldige oder absehbare Versorgungsengpässe. Im Moment sind die Preise sogar wieder ein wenig gesunken. Eindeutig ist hingegen, dass der immer schneller steigende Ölverbrauch besorgniserregend und letzten Endes nicht aufzuhalten ist. Die globale Nachfrage wird voraussichtlich von derzeit unter 80 Mio. Barrel pro Tag bis zum Jahre 2025 auf 120 Mio. Barrel pro Tag ansteigen.<sup>8</sup> Klar ist auch, dass die Industrie früher oder später mit deutlich höheren Preisen für Benzin und Diesel rechnen muss. Daraus ergibt sich unmittelbar die Notwendigkeit nach alternativen Antriebstechnologien.

Auch die Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte werden steigen.

Die Kosten für CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte werden ebenfalls steigen. Der Anlass hierzu ergibt sich aus dem enormen Anstieg des Individualverkehrs in den stark wachsenden Wirtschaftsräumen der Welt. Mit zunehmender Anzahl von Fahrzeugen (privat und gewerblich) in den erfolgreichen Ländern Asiens wird auch ein deutlicher Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen einhergehen.<sup>9</sup> In den reifen Volkswirtschaften Nordamerikas und Europas wird es dagegen eher zu einer leichten Abnahme der Emissionen kommen, da immer sauberere und umweltfreundlichere Fahrzeuge auf den Markt kommen. Diese Verbesserung wird jedoch keinesfalls die Auswirkungen der steigenden Fahrzeugzahl in Asien ausgleichen.

Abb. 3: Es herrscht Uneinigkeit darüber, wann die Erdölreserven erschöpft sein werden. Sicher ist jedoch, dass die Rohölpreise ansteigen werden, wenn der Höhepunkt der Ölförderung überschritten ist.



Jede Interessengruppe hat ihre eigene Sicht über die Nachhaltigkeit des Erdölzeitalters:

- **Friends of the Earth** vermutet, dass die heutigen Reserven beim **derzeitigen** Verbrauch nach 41 Jahren erschöpft sein werden.
- Das **Oil Depletion Analysis Centre** nimmt an, dass die Ölförderung jährlich um 2 – 3 % sinken wird.
- Der **US Geological Service** geht davon aus, dass die Förderung erst in mindestens 30 Jahren ihren Höhepunkt erreichen wird.
- Die **International Energy Agency** erwartet den Höhepunkt der Förderung „zwischen 2013 und 2037“.

Quellen: Verlauf 1965 - 2004: BP Statistical Review 2005, Prognose 2005 - 2025: Energy Information Administration

Kein Zweifel: Im Zuge der weltweiten Bemühungen, der globalen Erwärmung durch Begrenzung des Treibhausgasausstoßes Herr zu werden, wird der „Preis“ für das Recht auf CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen – ein zusätzlicher Anreiz für die Volkswirtschaften, nach alternativen Antriebsarten zu suchen.

<sup>7</sup> Aus: IEA World Economic Outlook. Quelle: „Shell, Exxon Tap Oil Sands, Gas as Reserves Dwindle“, Bloomberg, 18. Februar 2005.

<sup>8</sup> Quelle: The Outlook for Energy: A 2030 View, Exxon-Mobil.

<sup>9</sup> Die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf den Wachstumsmärkten Asiens werden voraussichtlich von 0,07 Gigatonnen im Jahr 2003 auf 0,30 Gigatonnen im Jahr 2030 ansteigen. Quelle: The Outlook for Energy: A 2030 View, Exxon-Mobil.

### *Zusammenfassung*

Alles in allem gibt es also eine Fülle von Fragen und unterschiedlichen Ansichten über das Energieproblem der Zukunft. Was wir aber auf alle Fälle über die Zukunft der Energie sagen können, ist Folgendes:

1. Über die Ölreserven herrscht Unsicherheit, vor allem über den Zeitpunkt, ab dem die Fördermenge abnehmen wird.
2. Die weltweite Energienachfrage nimmt bei fortgesetztem Wirtschaftswachstum weiter zu.
3. Die Sorge über die Erderwärmung wird zu strengeren Auflagen beim CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Kraftstoffverbrauch führen.

Daraus können wir mit Gewissheit schließen, dass die Energiepreise und die Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte langfristig steigen werden. An dieser Tatsache kann kein Zweifel bestehen, die große Frage ist lediglich: wann und wie stark.

Folglich sucht die Autoindustrie nach alternativen Antriebssystemen, die vom Verbraucher akzeptiert werden und ein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen.

## Die Kundenperspektive und deren wirtschaftlicher Hintergrund

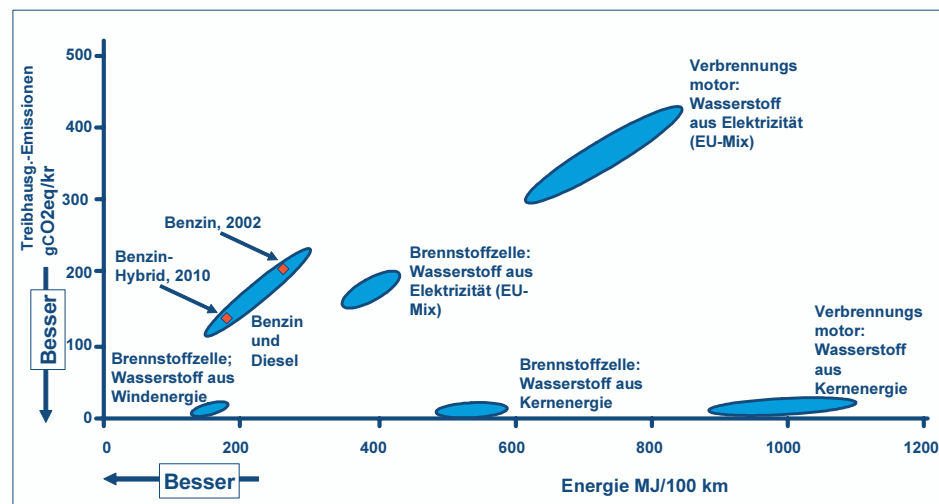
Die treibenden Kräfte hinter den alternativen Antriebstechnologien sind also klar. Leider gilt das nicht für die mittelfristigen Auswirkungen auf den Markt. Warum haben viele Verbraucher weltweit ein solches Interesse an Hybridautos entwickelt und sehen sie als eine Lösung der Verbrauchsprobleme an? Und sind Hybridautos wirtschaftlich für den Verbraucher wirklich lohnend?

Einige der vielversprechendsten Wege zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch könnten schon in der Optimierung des herkömmlichen Verbrennungsmotors liegen.

Die Autoindustrie untersucht bereits zahlreiche alternative Kraftstoff- und Antriebstechnologien. Jede hat ihre spezifischen Vor- und Nachteile.

Einer „Well-to-wheels“-Studie<sup>10</sup> der EU-Kommission (Europäische Lebenszyklus-Studie zu Treibstoffen) von Januar 2004 zufolge bietet die Optimierung des bewährten Verbrennungsmotors das größte Potenzial zur Verringerung von Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch. Einzige Konkurrentin ist die wasserstoffbetriebene Brennstoffzelle, die auf einer erneuerbaren Energieressource beruht. Diese Technologie ist jedoch noch nicht ausgereift.

Abb. 4: Umwelt und Energieeffizienz favorisieren Hybride



Quelle: EU-Kommission: Europäische Lebenszyklus-Studie (Wheel To Well Study) zu Treibstoffen

Das abgebildete Diagramm veranschaulicht die Ergebnisse der Studie.<sup>11</sup> Je näher ein Punkt der Basiskoordinate liegt, desto besser: Hier zeigt die vertikale Achse die niedrigsten Treibhausgasemissionen und die horizontale Achse den niedrigsten Energieverbrauch. Die günstigste Kombination erreicht man mit Brennstoffzellen, die von Wasserstoff aus Windkraft betrieben werden. Eine der besten Alternativen zu dieser Technologie ist aber bereits das Benzin-Hybrid-Fahrzeug, zumindest nach den Prognosen über den Entwicklungsstand dieser Technologie im Jahre 2010. Sie bietet eine erhebliche Verbesserung des Benzinmotors (nach dem technischen Stand von 2002) und ist sogar verbrauchsgünstiger als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzelle, die mit Wasserstoff aus den gebräuchlichsten Gewinnungsverfahren betrieben werden.

<sup>10</sup> „Well to Wheels“-Studie über automobiler Kraftstoffe und Antriebe in Europa. Eine gemeinsame Untersuchung des Generalsekretariats für gemeinsame Forschung der EU-Kommission sowie von EUCAR und CONCAWE, Januar 2004.

<sup>11</sup> Das Diagramm veranschaulicht Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen für verschiedene technische Ansätze und Antriebskombinationen laut „Well to Wheels“-Studie (WTW).

Unzweifelhaft ist, dass die Verbesserung des Verbrennungsmotors zunehmend ins Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt ist und hierauf immer mehr Investitionen verwendet werden – womit auch das aktuelle Interesse am so genannten Hybridantrieb zu erklären ist. Das Hybridauto und seine elektrischen Antriebskomponenten könnte sich aus dem Blickwinkel der Autoindustrie als eine der größten technischen Umwälzungen aller Antriebsalternativen erweisen. Dies gilt in weit höherem Maße als beispielsweise bei Erdgas oder Biokraftstoffen (die eher eine Revolution für die Mineralölindustrie bedeuten und nur geringfügige konstruktive Änderungen an der herkömmlichen Antriebstechnik erfordern) und stellt daher die Industrie vor wesentlich größere strategische und unternehmerische Herausforderungen.

Definition der UNO:  
„Ein ‚Hybridfahrzeug‘ bezeichnet ein Fahrzeug, in dem mindestens zwei Energieumwandler und zwei Energiespeichersysteme (im Fahrzeug eingebaut) vorhanden sind, um das Fahrzeug anzutreiben.“

Zunächst gilt es den Begriff „Hybridauto“ genau abzugrenzen. Die UNO steckte die Bedeutung des Begriffs im Jahr 2003 mit folgender Definition ab: „Ein ‚Hybridfahrzeug‘ bezeichnet ein Fahrzeug, in dem mindestens zwei Energieumwandler und zwei Energiespeichersysteme (im Fahrzeug eingebaut) vorhanden sind, um das Fahrzeug anzutreiben.“

Diese Definition deckt eine große Bandbreite verschiedenster Antriebskonzepte ab. In der Automobilindustrie versteht man darunter inzwischen meist die Ergänzung eines herkömmlichen Verbrennungsmotors mit einem (oder mehreren) Elektromotor(en) und einem geeigneten Energiespeichersystem (z.B. Akkus oder Ultrakondensatoren). In der Praxis reichen Hybridfahrzeuge vom simplen Stop-Start-System des Citroën C3<sup>12</sup>, das beim Ampelstopp den Motor abschaltet, um überflüssigen Leerlauf zu vermeiden (Mikro-Hybrid) über so genannte milde Hybridautos, die die Bremsenergie nutzen und daher mit kleineren Motoren auskommen, bis hin zu Vollhybriden wie den Toyota Prius, die wahlweise nur mit dem Elektromotor (emissionsfrei) oder nur mit dem Verbrennungsmotor oder mit beiden zusammen fahren können. Die meisten Hybridautos verwenden eine Kombination aus Verbrennungsmotor und Elektromotor(en), gleichwohl sind auch Kombinationen mit hydraulischen Antrieben oder sogar noch anderen Antriebsarten möglich. Es gibt keine eindeutige Antwort auf die Frage „Was ist ein Hybridfahrzeug?“. Hybridautos verwenden eine ganze Bandbreite von Technologien.

Wie groß ist also der heutige Markt für Hybridautos, und welches Potenzial bietet er? Auf diese Frage gibt es ebenso viele Antworten, wie befragte Personen.

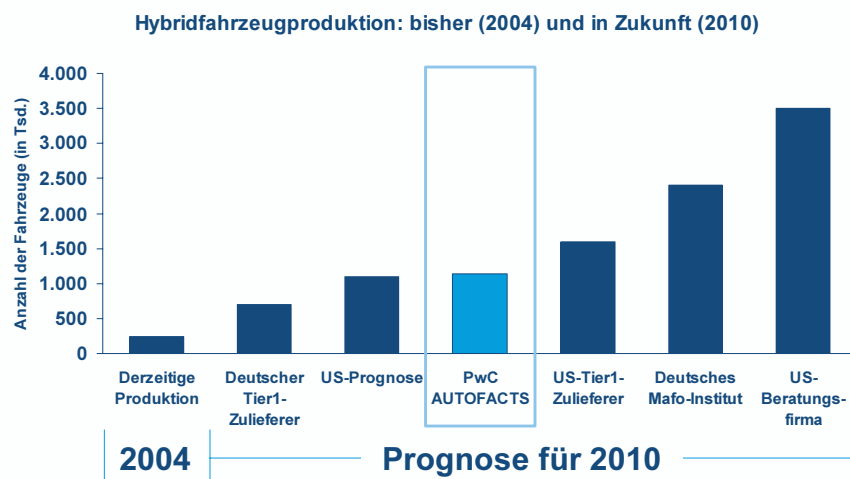
Bis 2010 wird die Hybridfahrzeugproduktion eine Million überschreiten, das entspricht einer Zunahme von 400 % gegenüber 2004.

Laut PwC AUTOFACTS® wurden 2004 weltweit etwas über 245.000 Leichtfahrzeuge mit Hybridantrieb gebaut. Doch Prognosen über den zukünftigen Markt für Hybridautos sind unterschiedlich. Nach unserer Prognose werden im Jahr 2010 wenig mehr als eine Million Hybridautos gebaut. Andere Prognosen reichen jedoch von 750.000 (von einem deutschen Tier1-Zulieferer) bis 3,5 Millionen (die unwahrscheinliche Voraussage einer US-Consultingfirma). Die große Zahl der Prognosen und ihre Schwankungsbreite verdeutlicht die Unsicherheit bei der Bewertung dieser Entwicklung. Mit Sicherheit können wir jedoch von einem deutlichen Wachstum in naher Zukunft und dem Potenzial für weiteres Wachstum in fernerer Zukunft ausgehen.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Der Citroën C3 mit Stop-Start wurde 2004 auf der Pariser Motor Show als erstes Fahrzeug auf dem Markt mit dieser Technologie vorgestellt.

<sup>13</sup> Die Prognose von PwC AUTOFACTS® wird unter Rückgriff auf eine Reihe verschiedener Voraussageverfahren erarbeitet und basiert auf der fortlaufenden Erhebung und Verarbeitung von Daten und Angaben, die systematisch ausgewertet und in greifbare Informationen umgewandelt werden. Die Prognose von PwC AUTOFACTS® über die Hybridfahrzeugproduktion im Jahr 2010 berücksichtigt Angaben zu Produktionskapazitäten, Nachfrage und Aktionen der Hersteller.

Abb. 5: Die Prognosen für den Hybridmarkt sind so zahlreich wie deren Autoren. Eines ist sicher: Der Markt wird wachsen.

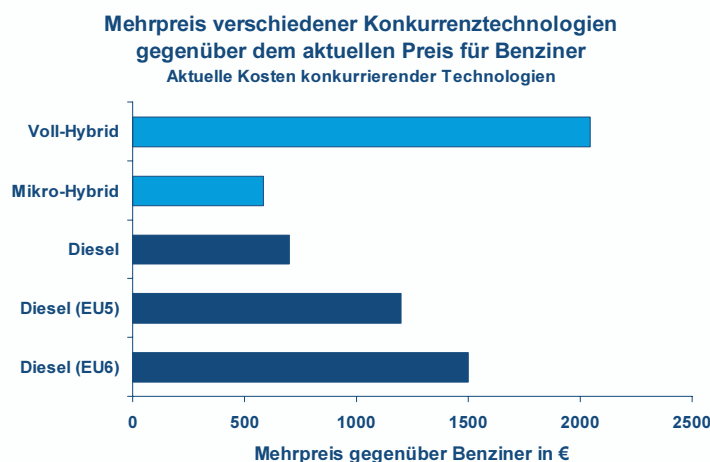


Zwar wird der Hybridfahrzeugsektor bis zum Ende der Dekade voraussichtlich um mindestens 400 % wachsen, dennoch werden Hybridautos dann immer noch weniger als 2 % der weltweiten Leichtfahrzeugproduktion ausmachen. Es stellt sich jedoch angesichts der Begeisterung großer Teile der Branche für den Hybridantrieb die Frage, warum er trotzdem eine Randerscheinung bleiben wird.

Die Antwort lautet: Herkömmliche Technologien besitzen hinsichtlich des Kosten-Nutzen-Verhältnisses erhebliche Vorteile – vor allem dort, wo Benzin oder Diesel relativ erschwinglich bleiben. Schätzungen zufolge kostet ein Vollhybridfahrzeug aus Großserienproduktion über 2000 Euro mehr<sup>14</sup> als ein Benzinfahrzeug. Selbst ein Mikro-Hybrid liegt noch 600 Euro über einem Benziner und ist damit nur unwesentlich billiger als ein heutiges Dieselfahrzeug.

<sup>14</sup> Je nach Wettbewerbsbedingungen wie z. B. Technologiekosten, wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und der Fahrzeugproduktion insgesamt können diese Angaben stark unterschiedlich ausfallen. Mercedes-Benz nennt beispielsweise für seinen Hybrid-Sprinter einen Schätzpreis, der rund 7.500 USD über dem des herkömmlichen IC liegen soll.

Abb. 6: Im Moment haben die Verbraucher guten Grund, KEIN Hybridauto zu kaufen. Die Kosten sind einer davon.



Quelle: Automotive News Europe, AUTOCAR, IPS/IE-Studie der EU-Kommission

Diese Situation wird sich jedoch aller Voraussicht nach langfristig ändern, da strengere Abgasgrenzwerte<sup>15</sup> den Preis für Dieselfahrzeuge in die Höhe treiben. Außerdem wird der technische Fortschritt und die Massenproduktion Hybridautos billiger machen. Gleichwohl werden Hybridautos auch weiterhin höhere Anfangsinvestitionen der Verbraucher erfordern.

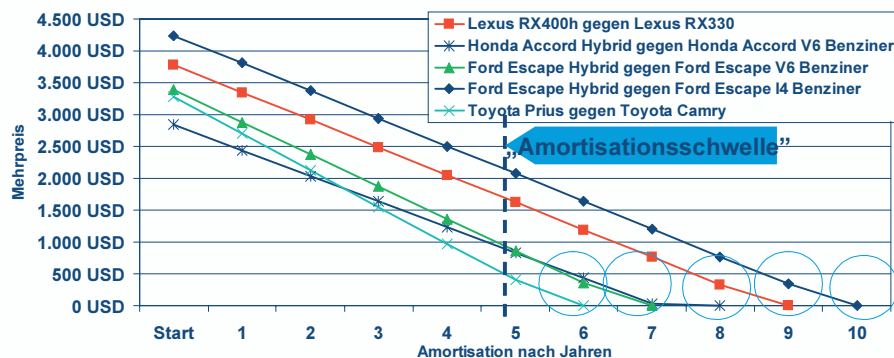
Im Augenblick sind Hybridautos für die meisten Verbraucher wirtschaftlich schlicht nicht sinnvoll. Der Amortisationszeitraum für Hybridautos rechtfertigt den höheren Anschaffungspreis nicht.

Nachstehende Tabelle veranschaulicht den Amortisationszeitraum auf dem US-Markt, wo bis heute die meisten Hybridautos verkauft wurden. In der Branche gilt die Faustregel, dass der Verbraucher einen Preisaufschlag für eine Kraftstoff sparende Technologie nur hinnimmt, wenn dieser sich nach höchstens fünf Jahren auszahlt. Im Moment erreicht keines der Hybridmodelle für den Massenmarkt in Nordamerika diese Vorgabe.

<sup>15</sup> Der EU5-Standard wird voraussichtlich 2008 (spätestens 2010) in Kraft treten. Für EU6 gibt es noch kein offizielles Einführungsdatum, man geht jedoch von 2013/2014 aus. In beiden Fällen besteht ein enormer Druck, die NOx- und Partikelemissionen zu senken. So fordert die Umstellung von EU4 auf EU5 z.B. eine Senkung des Partikelaustrittes um 80 % und um 25 % niedrigere Stickoxidemissionen (NOx).

Abb. 7: Hybridautos sind zur Zeit wohl keine rationale sondern eher eine „moralische“ Wahl.

### Amortisationszeitraum für Hybridfahrzeuge gegenüber vergleichbaren Benzinern



Quellen für Daten und Hypothesen: Kraftstoffverbrauchsdaten der US-Umweltschutzbehörde (EPA).  
Jahreskilometerleistung: 15.000 Meilen (ca. 24.140 km), Benzinpreis: 2,19 USD/Gallon (ca. 0,48 EUR/l,  
Standardwerte der EPA).  
Unverb. Preisempfehlungen der Hersteller so weit wie möglich den Ausstattungsvarianten angepasst.

Obwohl man Fahrzeuge mit Hybridantrieb und Verbrennungsmotor nicht ohne weiteres direkt vergleichen kann (Hybridautos werden häufig mit Sonderausstattung angeboten), so bleibt doch die Tatsache bestehen, dass sie in finanzieller Hinsicht meist keinen guten Gegenwert für den Verbraucher darstellen.

In Europa ist die Lage nicht besser. Die höheren Benzinpreise scheinen zwar zunächst das Blatt zu Gunsten der Hybridautos zu wenden, allerdings ist das Angebot an modernsten Dieselmotoren eine hohe Hürde für die Wirtschaftlichkeit der Hybridautos. Während ein VW Jetta Diesel über 2.000 Euro mehr kostet als das Benzinmodell, strecken die 4.700 Euro Aufschlag für das Hybrid Modell Toyota Prius die Amortisationszeit auf mehr als das Doppelte.<sup>16</sup> Unter diesen Voraussetzungen ist es sehr schwierig, die bewährte Alternative des Dieselmotors anzugreifen.

Selbst in der europäischen Oberklasse sieht es ähnlich aus. Europas Autohersteller haben erhebliche Anstrengungen zur Entwicklung erstklassiger Dieselmotoren unternommen, die günstige Verbrauchswerte mit hoher Leistung und Laufkultur verbinden. Mit kurzen Amortisationszeiten haben die Dieselmodelle einen Großteil des Marktes für große Luxuslimousinen erobert. Ein Mercedes-Geländewagen mit Dieselmotor zahlt sich gegenüber dem Benzinmodell dreimal schneller aus als ein Lexus RX Hybrid gegenüber dem vergleichbaren Modell mit Benzinmotor. Das mag mit ein Grund sein, warum Toyota seine Lexus-Modelle mit Hybridantrieb eher mit ihren Leistungsmerkmalen bewirbt anstatt allein über den Verbrauchsvorteil.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Fahrzeugpreise auf dem deutschen Markt: VW Jetta Benzin 1,6L (76 PS): Grundpreis = 19.200 EUR, VW Jetta Diesel 1,9L (77 PS): Grundpreis = 21.250 EUR, Toyota Prius Benzin-Hybrid 1,5L (80 PS) Sol = 23.900 EUR. Alle Preise inkl. Steuern usw.  
Quellen: Fahrzeughersteller.

<sup>17</sup> Das Hybridmodell des Lexus RX besitzt zwar nur einen 3,3-L-Benzinmotor, wird jedoch als RX400h in den Handel gebracht, da Lexus die „Leistung und Fahrfreude eines V8“ in den Vordergrund stellen will.

Abb. 8: Trotz erheblich höherer Kraftstoffpreise in Europa sind Hybridautos auch für deutsche Autokäufer kaum sinnvoll.

Fahrzeugtyp	VW Jetta	VW Jetta	Toyota Prius
Version	1.6 l Benziner	1.9 l Diesel	Hybrid
Listenpreis	19.200 EUR	22.275 EUR	23.900 EUR
Verbrauch	7,5 l/100 km	5,3 l/100 km	4,3 l/100 km
Mehrpreis gegenüber Golf Benziner	-	2.050 EUR	4.700 EUR
Amortisation nach	-	2,7 Jahren	5,6 Jahren

Quellen für Daten und Hypothesen: Deutsche Marktpreise; Verbrauchsangaben laut Hersteller nach EU-Drittmix. Jahreskilometerleistung: 20.000 km; Benzinpreis: 1,32 EUR/l, Dieselpreis: 1,17 EUR/l. Unverb. Preisempfehlungen der Hersteller so weit wie möglich den Ausstattungsvarianten angepasst.

„Er verbraucht nur 4,5 Liter auf 100 km. Im Stadtverkehr. Ist das nicht unglaublich?“ – *Hollywoodstar Cameron Diaz über ihren Toyota Prius*

Hier stellt sich die Frage, warum sich Verbraucher überhaupt für Hybridautos entscheiden, wenn es keine rationalen Gründe für sie gibt. Die Antwort ist, dass Verbraucher sich nicht immer nach rationalen Gesichtspunkten entscheiden. Das Hybridauto ist ein klassisches Beispiel für ein ‚Vorreiter‘-Produkt.<sup>18</sup> Vorreiter verstehen sich als „gesellschaftliche Speerspitze“, sie haben „Bildung und Status“ und bevorzugen Produktneuheiten und innovative Technologien als Merkmal des ‚Pioniers‘. Hierzu gehören Harrison Ford, Leonardo DiCaprio, Cameron Diaz und der britische Thronfolger Prinz Charles.

Viele Käufer eines Hybridwagens, die sich als Vorreiter verstehen, schätzen dessen umweltfreundlichen Ruf, er verleiht ihnen einen unverkennbar ‚grünes‘ Image. Da immer mehr erstrangige Prominente, Politiker und öffentliche Institutionen<sup>19</sup> zu Hybridfahrzeugen greifen, entwickeln sich Modelle wie der Toyota Prius zu Statussymbolen – in Hollywood und auch auf der eigenen Einkaufsmeile.

<sup>18</sup> Dieses Konzept stammt aus der Theorie von der Verbreitung von Innovationen von Everett Rogers.

<sup>19</sup> So wurde beispielsweise der Toyota Prius von vielen kommunalen und nationalen Behörden begeistert aufgenommen.


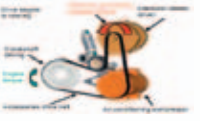




## Das Prinzip Ungewissheit - Planung mit Unbekannten

Es gibt also einen Markt für Hybridautos, und er wächst – dennoch gibt es eine Fülle von Unwägbarkeiten. Wie wir gesehen haben und noch sehen werden, gibt es eine unüberschaubare Menge von Einflüssen auf den Hybridmarkt, von denen wir nichts wissen und auch nichts wissen können. Wie können die Automobilhersteller unter diesen ungewissen Umständen effektiv planen? Welches sind die bekannten Unbekannten, die wir einkalkulieren müssen, um wirtschaftlich erfolgreich zu sein?

„Wenn Sie nur nach dem Verbrauch urteilen, ist der Kauf eines Hybridautos nicht gerechtfertigt.“  
Kazuo Okamoto,  
Forschungsleiter bei Toyota

Wie bei den meisten Produkten und Trends, die sehr schnell an Popularität gewinnen, tritt irgendwann unweigerlich eine Art Ernüchterung ein. Bei Hybridfahrzeugen hängt diese mit den Erwartungen an den Verbrauch der Fahrzeuge zusammen. Die US-Regierung attestiert dem Toyota Prius eine durchschnittliche Reichweite von 55 Meilen pro US-Gallone (rund 4,3 Liter Verbrauch auf 100 Kilometer), in der Praxis haben Fahrer allerdings einen Verbrauch von mindestens 5 l/100 km ermittelt (Werte laut Website der US-Umweltschutzbehörde EPA<sup>20</sup>). Auch für den Honda Civic Hybrid werden Werte von 4,6 l/100 km angegeben, in der Praxis verbraucht er allerdings 5,4 l/100 km oder noch mehr. Diese Werte sind im Vergleich mit herkömmlichen Benzinmodellen in den USA immer noch sehr günstig, dennoch sind sie in den Augen von Kritikern ein Beweis dafür, dass die Vorzüge der Hybridautos übertrieben dargestellt wurden. So wurde in einem aktuellen Testbericht der New York Times<sup>21</sup> festgestellt, dass der Lexus RX400h mindestens 11,2 l/100 km braucht. Das ist kaum weniger als der Verbrauch eines herkömmlichen Benziners – zu einem deutlich günstigeren Anschaffungspreis. Umweltgruppen in den USA haben sogar Anzeigenkampagnen gestartet, in denen sie die ‚grünen‘ Attribute von Hybridherstellern<sup>22</sup> wie z.B. Toyota und Ford attackieren. Diese Rückschläge tragen zusätzlich zur Unsicherheit des Marktes für diese Technologie bei.

Abb. 9: Das System von Toyota ist nicht zwangsläufig die überlegene Technologie. Es gibt andere Möglichkeiten, von denen manche für europäische Autohersteller besser geeignet sein könnten.

	<b>Mikro-Hybrid</b>	<b>Mild-Hybrid</b>	<b>Voll-Hybrid</b>
	<b>Citroën C3 Stop-Start</b>	<b>Honda Civic IMA</b>	<b>Toyota Prius</b>
<b>Hybridautos verwenden verschiedenste Technologien...</b>	 	 	 
Stop-Start-Automatik	Ja	Ja	Ja
Bremsenergienutzung	Minimal	Ja, geringfügig	Ja
Motorunterstützung	Minimal	Ja, geringfügig	Ja
Reiner Elektrobetrieb möglich	Nein	Nein	Ja

Auch die technischen Risiken und Unwägbarkeiten bei Hybridautos sind nicht zu unterschätzen. Angesichts der vorhandenen Möglichkeiten muss das Vollhybridmodell von Toyota nicht zwangsläufig das erfolgreichste sein. Die Unterschiede zwischen den Automobilmärkten in Nordamerika und Europa und der Entwicklungsstand der verschiedenen Technologien lassen es durchaus möglich erscheinen, dass ein anderes

<sup>20</sup> fueleconomy.gov, eine Website der US-Umweltbehörde (EPA). Offizielle Verbrauchswerte aus Labortests. Werte „aus der Praxis“ werden aus den Angaben privater Besucher der Website ermittelt.

<sup>21</sup> Quelle: „More Thirsty Than You’d Think“ (Durstiger als man denkt), New York Times, 31. Juli 2005.

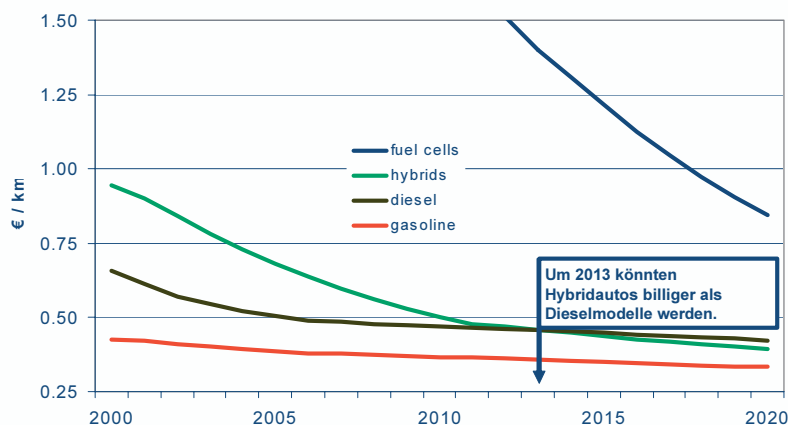
<sup>22</sup> The Bluewater Network, eine gemeinnützige Organisation mit Sitz in San Francisco, startete Werbekampagnen, in denen sie Toyota kritisierte. Quelle: The Car Connection, 24. Oktober 2005.

System den Verbrauchern langfristig das bessere Kosten-Nutzen-Verhältnis bietet. Während Dr. Rinaldo Rinolfi, Leiter der Motorenentwicklung bei Fiat und Erfinder der Common-Rail-Einspritzung, den einfacheren Mikro-Hybrid als die beste Lösung für europäische Verhältnisse favorisiert<sup>23</sup>, argumentiert Herbert Kohler, Umweltchef bei DaimlerChrysler: „Ich sehe keine Zukunft für Mikro-Hybride oder Stop-Start-Systeme. Ich kann nicht mit Sicherheit sagen, ob sich der Mild-Hybrid oder der Voll-Hybrid durchsetzen wird – das hängt von den Kosten ab, die mit dem jeweiligen System verbunden sind.“<sup>24</sup>

Auf der anderen Seite könnten Hybridautos ab einem bestimmten Zeitpunkt jedoch finanziell attraktiver werden, womit sie für einen großen Teil von Verbrauchern wieder in Frage kämen. Laut einer Analyse der zuvor erwähnten ‚Well To Wheel‘-Studie<sup>25</sup> der EU-Kommission, die auf Angaben von Autoherstellern, Zulieferern, Erdölunternehmen und anderen Interessengruppen beruht, könnte der Preis pro Kilometer eines Hybridfahrzeugs bereits im Jahr 2013 den von Dieselfahrzeugen unterschreiten. Könnte hier der Wendepunkt liegen, ab dem Hybridfahrzeuge zum Massenprodukt werden?<sup>26</sup>

Abb. 10: Künftige Kosten konkurrierender Technologien. Hybridautos werden letzten Endes nach rationalen Kosten-Nutzen-Aspekten beurteilt.

**Trotz derzeitiger Nachteile wird sich der Hybrid wahrscheinlich zu einem echten Konkurrenten für moderne Dieselmotoren entwickeln**



Quelle: EU Kommission IPS/ IE -Studie

Ein weiterer Faktor, den es zu beachten gilt, ist die Akzeptanz von Dieselfahrzeugen auf dem nordamerikanischen Markt. Wie bereits angemerkt haben einige Verbraucher in Nordamerika unliebsame Erinnerungen an frühere Versuche, Dieselfahrzeuge auf dem amerikanischen Markt zu etablieren, doch hat dies einige europäische und auch globale Hersteller nicht davon abgehalten, hier einen neuen Vorstoß mit Dieselmotoren zu starten. Zu der Entscheidung führten verschiedene Gründe wie höhere Benzinpreise, die Einführung von schwefelarmem Kraftstoff Ende 2006 und eine verbesserte Technologie bei den Motoren<sup>27</sup>

<sup>23</sup> Aus: AUTOCAR, 22. November 2005

<sup>24</sup> Aus: AUTOCAR, 22. November 2005.

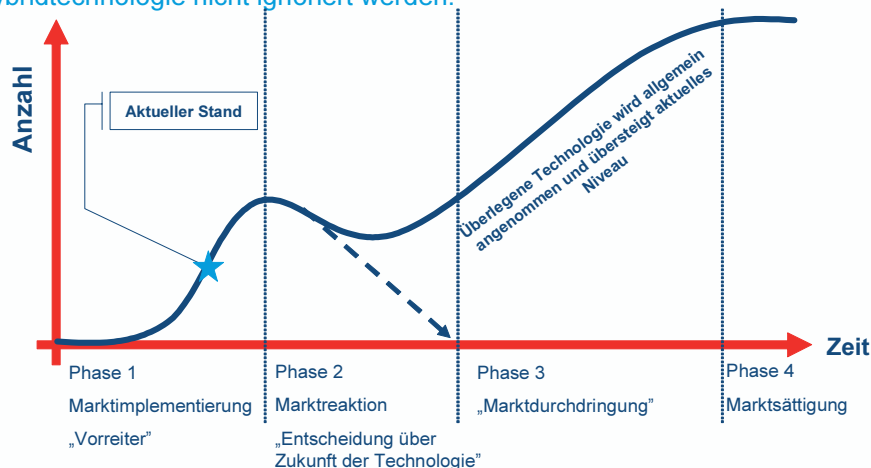
<sup>25</sup> a. a. O.

<sup>26</sup> Das Diagramm basiert auf dem Marktpotenzial aller 25 EU-Länder. Unter Berücksichtigung der Benutzertypen, Transportzwecke, des Verstärkungsniveaus und der Kundenvorlieben wurde ein gewichteter Mittelwert der Betriebskosten eines Vergleichs-PKW ermittelt. Dieses Diagramm gibt am ehesten wieder, worüber bei diesem umstrittenen Thema Konsens herrscht. Es geht davon aus, dass bis 2010 Hybridautos in punkto Wirtschaftlichkeit und Anschaffungspreise bestimmte festgelegte Werte erreichen, die deren Kostenbilanz in die Nähe von Dieselmotoren rückt und somit ihre Wettbewerbsposition verbessert. Es sollte erwähnt werden, dass der Hybridantrieb bereits durch vorhandene Technologien stark herausgefordert wird. Ein Diesel bietet üblicherweise einen um 25 – 35 Prozent niedrigeren Verbrauch gegenüber Benzinern. Allerdings wird auch der Benzinmotor dank kleinerer Motoren und Direkteinspritzung immer wettbewerbsfähiger.

<sup>27</sup> Eine wichtige Technologie, von der sich die Hersteller eine Wiederbelebung des Diesel in Nordamerika versprechen, ist BlueTec. BlueTec wurde von DaimlerChrysler entwickelt und im Januar 2006 auf der Detroit Auto Show vorgestellt. Dort wurde

Die Ungewissheit hinsichtlich der Akzeptanz dieser Technologie lässt sich im größeren Zusammenhang gut anhand einer Technologieakzeptanzkurve beurteilen. Das Hybridfahrzeug befindet sich in einer frühen Phase: Bisher greifen nur innovationsfreudige Kunden und ‚Vorreiter‘ zu. Der erste kritische Punkt wird erreicht, wenn diese frühe Nachfrage einbricht, was unvermeidlich ist. Hier entscheidet sich, ob die Technologie in einer Sackgasse endet. Das ist dann der Fall, wenn sie nicht genug Kunden anzieht, um langfristig profitabel zu sein. Dieses Schicksal ist schon vielen anderen Technologien widerfahren. Am ehesten vergleichbar ist der Aufstieg der Dieselmotoren in den USA der frühen 1980er Jahre, als eine Ölkrise den Dieselmotoren dort zu bisher ungekannter Popularität verhalf. Bis zur Mitte des Jahrzehnts waren sie jedoch praktisch wieder völlig vom Markt verschwunden.<sup>28</sup> Wenn das Hybridauto sich behaupten und es bis zur nächsten Akzeptanzphase schaffen soll, so muss es bessere Gründe ins Feld führen als die emotionalen Reaktionen der Erstkäufer. Die ökonomische Bilanz muss stimmen und somit auch eine rationale Entscheidung rechtfertigen. Dem Übergang zu einer neuartigen Technologie geht häufig eine technische Verschiebung bzw. Evolution voraus.

Abb. 11: Die Akzeptanzkurve: Die Ungewissheit bleibt bestehen. Investitionsentscheidungen sind weiterhin riskant, trotzdem kann die Hybridtechnologie nicht ignoriert werden.



**Die Hybridtechnologie befindet sich noch in der „Vorreiter“-Phase – daher das Problem der Ungewissheit. Wir wissen weder, welches Volumen der Markt haben, noch welche Technologie den Sieg davontragen wird.**

Anders ausgedrückt: Ob Hybridautos jemals den Mainstream erobern, ist noch völlig ungewiss. Und selbst wenn sie es auf den Massenmarkt schaffen, ist längst nicht entschieden, welche Technologie am Ende das Rennen macht. Allerdings gibt es zwei „bekannte Unbekannte“: 1) die Ungewissheit, die ein hohes wirtschaftliches Risiko für die Marktteilnehmer darstellt und 2) die Tatsache, dass letzten Endes der Kostenvorteil für die Verbraucher darüber entscheiden wird, *ob* die Hybridtechnologie sich durchsetzen wird und welche der vielfältigen technischen Varianten den Sieg davon trägt.

allgemein erwartet, dass diese Technologie Mercedes-Benz schließlich einen erfolgreichen Dieselaabsatz im ganzen Land ermöglichen würde. Das System arbeitet in zwei Stufen: Zunächst wird eine Abfolge von Auffangsystemen und Filtern in der Auspuffanlage installiert. Dann sorgt ab 2008 ein Düseneinspritzungssystem dafür, mit geringeren Stickoxidemissionen die strengen kalifornischen Luftreinhaltungsstandards zu erfüllen.

<sup>28</sup> TBC

Wir haben es also mit einer großen Zahl unbekannter Faktoren zu tun. Was wir dagegen wissen, ist Folgendes:

- Der Markt wird derzeit von Trends bestimmt, nicht von wirtschaftlichen Erwägungen.
- Die Ungewissheit über den zu erwartenden Nachfrageeinbruch und mögliche Kostenvorteile ist größer denn je.
- Die bei anderen Technologien beobachtete Akzeptanzkurve deutet auf Ungewissheiten in Bezug auf Absatz und Technologie hin.

Berücksichtigen wir das derzeitige Bedürfnis der Verbraucher nach emotionaler Befriedigung und die Chance, in Zukunft doch noch Kostenvorteile zu erzielen, so können die Automobilhersteller es sich nicht leisten, das Potenzial der Hybridtechnologie zu ignorieren. Wer diesen Trend verpasst (so er sich denn durchsetzen sollte), könnte dauerhaft Marktanteile verlieren, seine Wettbewerbsposition schädigen und in der Wahrnehmung der Verbraucher Schaden nehmen. Das schiere Risiko, den Anschluss an eine bahnbrechende Neuerung zu verlieren, zwingt die Unternehmen, das wirtschaftliche Risiko einzugehen und in diese Technologie zu investieren.

## Die Strategien der Hersteller und die wirtschaftlichen Hintergründe

„Hybridautos sind ein Unsinn.“ -  
Produktentwicklungsleiter  
eines deutschen Herstellers

Was unternehmen die Hersteller unter diesen Voraussetzungen auf dem Hybridfahrzeugsektor? Können Hybridautos aus wirtschaftlichem Blickwinkel und unter Marketinggesichtspunkten für die Autohersteller vernünftig sein?

Deutsche Hersteller stemmen sich seit langem gegen den Hybridantrieb als mögliche beste Lösung. In der gesamten Branche, von der Unternehmensleitung über die Forschung bis zur Produktentwicklung, war der Hybrid seit jeher ausgesprochen unbeliebt. Man sah ihn nicht als vernünftige, wirtschaftlich begründete Lösung der Verbrauchs- und Abgasprobleme an. Zu diesem Thema hört man in der Branche beispielhafte Äußerungen wie „Hybridautos sind ein Unsinn!“<sup>29</sup> (Produktentwicklungsleiter eines deutschen Herstellers) oder „Hybridautos widersprechen den Gesetzen der Physik!“<sup>30</sup> (ehemaliger Leiter der Antriebstechnik bei einem internationalen Autohersteller).<sup>31</sup>

„Hybrid ist ein wichtiges Marketinghilfsmittel.“  
– Vertriebs- und  
Marketingleiter eines  
deutschen Herstellers

Im Jahr 2005 kam es jedoch zu einer deutlichen Verschiebung der Ansichten in der Branche. Es wäre unfair, dies als Opportunismus der deutschen Autoindustrie abzutun – viele sind bei weitem noch nicht von den Vorzügen des Hybridautos überzeugt – doch unzweifelhaft hat ein Umdenken stattgefunden. Die vielleicht aufschlussreichste der zitierten Äußerungen stammt vom Vertriebs- und Marketingleiter bei Audi: „Hybrid ist ein wichtiges Marketinghilfsmittel“.<sup>32</sup> Die enorm gestiegene Zugkraft der Marke Toyota (abgesehen vom erwarteten Nachfragerückgang) im Gefolge der Hybrid-Kampagne ist nicht spurlos an der Branche vorübergegangen. Ein anderes aufschlussreiches Zitat stammt von Burkhard Göschel, dem Leiter der Forschung und Entwicklung bei BMW: „[Bremsenergienutzung] ist [mittelfristig] unverzichtbar“.<sup>33</sup> Diese Feststellung sagt dem Hybridantrieb in der einen oder anderen Form eine sichere Zukunft voraus, wenn auch nicht zwangsläufig exakt dem von Toyota verfolgten Ansatz. Ausgerechnet als eine Welt, die sich immer als Speerspitze des technologischen Fortschritts verstanden hat, fühlte sich die deutsche Autoindustrie besonders von Toyotas Feldzug für die angeblichen technischen und ökologischen Vorzüge seiner Hybridtechnologie betroffen.

<sup>29</sup> Aus: AUTOCAR, 22. November 2005.

<sup>30</sup> Aus: ADAC Motorwelt, Ausgabe 11, November 2005.

<sup>31</sup> Der Widerstand einiger deutscher Hersteller gegen Hybridautos liegt zum Großteil an den bedeutenden Beträgen, die sie in die Brennstoffzellentechnologie investiert haben und an der Einschätzung, dass diese Technologie der nächste Schritt in der Entwicklung des Autos sein wird. Hybridfahrzeuge könnten vermutlich schon bald von Fahrzeugen mit Brennstoffzellentechnologie verdrängt werden.

<sup>32</sup> Aus: AUTOCAR 22. November 2005.

<sup>33</sup> Aus: AUTOCAR 22. November 2005.

Abb. 12: Strategien, Standpunkte und wirtschaftliche Erwägungen deutscher  
Autohersteller ... heute



M-Benz S-Class Diesel Hybrid



Audi Q7 Hybrid



VW-SAIC Touran Hybrid



Porsche Cayenne Hybrid



BMW X3 Hochleistungs-Hybrid



VW Golf ECO-Hybrid (Mikro-Hybrid)

Auf der IAA 2005 in Frankfurt verkündeten die meisten großen deutschen Hersteller Pläne für die Produktion von Hybridmodellen und führten Hybridkonzepte vor, darunter die S-Klasse von Mercedes-Benz, den Audi Q7 und den BMW X3.<sup>34</sup> Wer noch kein Modell vorführen konnte, vermeldete Investitionen in die Hybridtechnologie, so z.B. die Zusammenarbeit von VW mit dem chinesischen Unternehmen SAIC.

Wie kommt es zu diesem Umschwung? Trotz der andauernden Zweifel deutscher Hersteller an den Vorzügen von Hybridautos sind es vor allem folgende Fakten, die die Autofirmen unter Druck gesetzt haben, am Hybridmarkt teilzunehmen:

- aktuelle und künftige Kraftstoffpreisentwicklung,
- zunehmende Verkehrsdichte und die Auswirkungen der Urbanisierung,
- die Bedeutung eines umweltfreundlichen Image,
- Besonderheiten bestimmter Märkte, etwa die größere Popularität des Hybrid gegenüber dem Diesel in den USA und China,
- Attraktivität neuer Spitzentechnologien und
- künftige Emissionsvorschriften.

Mancher deutsche Hersteller sähe es gern, wenn moderne Diesel gegen die Herausforderung durch den Hybrid bestehen könnten.

Dennoch werden deutsche Hersteller ihre Vorsicht nicht aufgeben – und sie tun gut daran. Der schwankende Ölpreis wirkt sich auf die Nachfrage aus. Seit die Ölpreise zuletzt etwas gesunken sind, ist auch der Kraftstoffverbrauch in der Liste der Prioritäten wieder etwas nach hinten gefallen. Deutsche Hersteller sind Weltspitze bei der Entwicklung extrem leistungsfähiger Dieselmotoren. Es gibt also nachvollziehbare Wünsche und Erwartungen, moderne Diesel könnten gegen die Herausforderung durch den Hybrid bestehen.<sup>35</sup> Viele deutsche Hersteller haben bereits erhebliche Mittel in andere abgassenkende

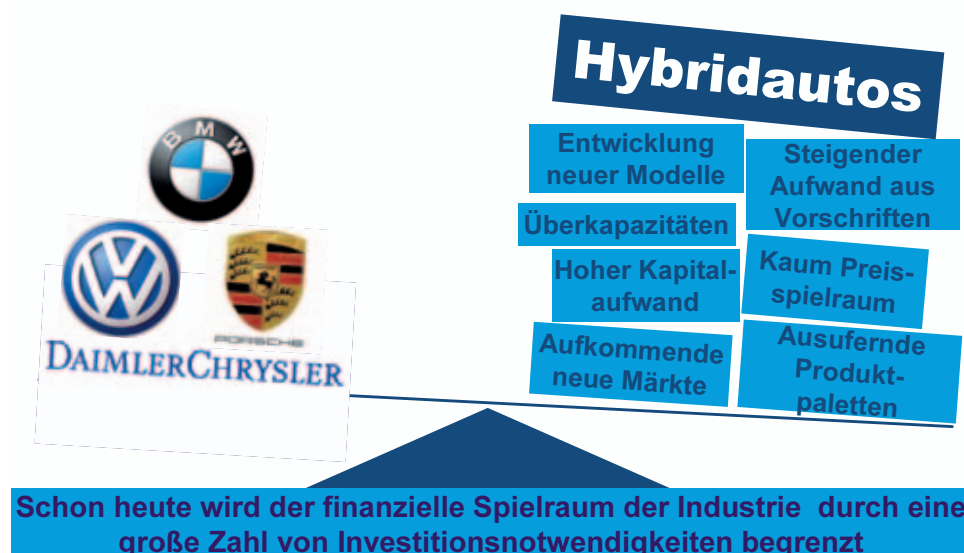
<sup>34</sup> DaimlerChrysler und BMW haben sich mit GM zusammengeschlossen, um gemeinsam Hybridantriebssysteme zu entwickeln. Es wird davon ausgegangen, dass Mercedes-Benz 2007 ein Hybridfahrzeug der S-Klasse auf den Markt bringen und BMW ab 2008 Hybridautos vertreiben wird. Die Volkswagen-Gruppe und Porsche sind ebenfalls dabei, gemeinsam Hybridantriebe zu entwickeln. Eine Hybridversion des Audi Q7 wird ab 2007 erhältlich sein.

<sup>35</sup> Vgl. weiter oben im Abschnitt „Das Prinzip Ungewissheit – Planung mit bekannten Unbekannten“. Mercedes-Benz wird bei der Expansion auf den nordamerikanischen Dieselmotor die Führungsrolle anstreben. Der bereits erhältliche E320 CDI wird durch Dieselversionen von GL-, ML-, S- und R-Klasse-Modellen ergänzt. Alle sind mit einer neuen V6-Dieseleinheit und dem BlueTec-System ausgestattet. BMW, Nissan und Honda werden Mercedes-Benz folgen.

Technologien<sup>36</sup> investiert, zudem favorisieren sie alternative Kraftstoffe als die bessere Lösung gegenüber dem Hybridauto; dabei schließt sich beides nicht gegenseitig aus.

Der wichtigste Anlass für die Zögerlichkeit der deutschen Autoindustrie ist jedoch auch die wichtigste wirtschaftliche Herausforderung der Hybridtechnologie an die europäischen Hersteller: die hohen Investitionen.

Abb. 13: Hybridtechnik aus Sicht der Hersteller: ein zusätzlicher Posten auf der langen Liste der notwendigen Investitionen



Jede Investition in Hybride geht unweigerlich zu Lasten anderer möglicher Investitionsfelder und bedürftiger Bereiche.

Bereits heute leiden alle Autohersteller, nicht nur in Deutschland, unter den ständig steigenden Anforderungen an ihre Finanzmittel. Neben dem Entwicklungsaufwand für neue Fahrzeuge, den steigenden Kosten aus gesetzlichen Vorgaben, hohem Kapitalbedarf und ausufernden Produktpaletten – von den Kosten vorhandener Überkapazitäten<sup>37</sup>, schwindendem Preisspielraum<sup>38</sup> und den Investitionen in junge Märkte<sup>39</sup> gar nicht zu reden – sind Hybridautos schlicht ein weiterer Posten auf der Ausgabenseite, und zwar einer, der nur schwer zu rechtfertigen ist. Wir sind finanziell und wettbewerbstechnisch nicht in der Situation, die es erlauben würde, die Hybridtechnologie als eine zusätzliche Investition auf den Ausgabenberg aufzuschlagen. Stattdessen wird jeder diesbezügliche Aufwand unweigerlich zu Lasten anderer möglicher Investitionsfelder und bedürftiger Bereiche gehen. Wer hier falsche Umverteilungen vornimmt, gefährdet seine gesamte Wettbewerbsposition.

Wenn so viele führende Autohersteller den ökonomischen Sinn der Hybridtechnologie in Frage stellen, dann muss die Frage erlaubt sein, warum Toyota von ihr so *überzeugt* ist. Die Antwort liegt vielleicht im japanischen Investitionsmodell, das seit jeher eine sehr lange Perspektive verfolgt. Toyota rechnet für die Amortisation wichtiger Investitionen in

<sup>36</sup> Zahlreiche alternative Kraftstoffe und Technologien stehen zur Verfügung oder befinden sich in der Entwicklung. Bereits heute werden CNG (Compressed Natural Gas) und Flüssiggas (LPG) genutzt. Volkswagen und Mercedes-Benz haben einen aus organischem Material hergestellten Biokraftstoff entwickelt, den so genannten ‚SunFuel‘. Auch Wasserstoff kann in Verbrennungsmotoren wie z.B. denen von BMW eingesetzt werden. Andere Technologien versuchen die Effizienz zu steigern, so hat BMW beispielsweise einen Turbosteamer als Zusatzantrieb entwickelt, um die Abwärmeenergie zu nutzen.

<sup>37</sup> Laut PwC AUTOFACTS betrug der Überschuss an Produktionskapazitäten bei Leichtfahrzeugen im Jahr 2005 weltweit 18,6 Millionen Stück und es wird von einer Erhöhung auf 18,7 Millionen Fahrzeuge im Jahr 2006 ausgegangen. Damit wird die globale Kapazitätsnutzung bei 76 – 77 Prozent liegen.

<sup>38</sup> Viele Märkte erleben derzeit einen bedeutenden Preisverfall. Ein führender Automobilhersteller rechnet wie verlautet mit 2 Prozent jährlichem Preisrückgang.

<sup>39</sup> Trotz beträchtlicher weltweiter Überschüsse werden die Produktionskapazitäten in Schwellenländern noch weiter ausgebaut. PwC AUTOFACTS sagt für den Zeitraum zwischen 2004 und 2010 eine zusätzliche Kapazität von 3,7 Millionen Fahrzeugen in China und 0,9 Millionen Fahrzeugen in Indien voraus. Insgesamt wird es in den Wachstumsmärkten weitere Produktionskapazitäten für 8,9 Millionen Fahrzeuge geben.

einem Zeitraum von 20 Jahren, nicht nur dem Lebenszyklus eines einzelnen Produkts. Auf diese Weise können Investitionen über einen sehr langen Zeitrahmen abgeschrieben werden. Das ermöglicht den Aufbau von Business-Cases für kommende Märkte. Profit und Rendite müssen nur sehr langfristig realisiert werden. Die meisten japanischen Unternehmen haben sich unter dem Druck der Umstände längst von diesem Modell verabschieden müssen, die Erträge und Finanzreserven von Toyota haben es dem Unternehmen jedoch ermöglicht, dieser Philosophie treu zu bleiben. Toyota kann es sich scheinbar leisten, in Erwartung künftiger Gewinne über die kommenden fünf oder gar zehn Jahre hinweg Geld zu investieren.<sup>40</sup>

Die theoretischen Gewinne dieser Strategie sind gewaltig. Als Pionier auf diesem Gebiet wird Toyota inzwischen von Konkurrenten wie z.B. Ford und Nissan angesprochen, die für die Lizenzierung von Toyotas Hybridtechnologie zu zahlen bereit sind.<sup>41</sup>

Der größte Vorteil bei Toyotas aggressiver Hybridstrategie liegt aber wohl in der Wettbewerbspolitik.

Der größte Vorteil bei Toyotas aggressiver Hybridstrategie liegt aber wohl in der Wettbewerbspolitik. Man rollt mit einer neuen und kostspieligen Technologie, die sonst niemand hat, den Markt auf und wandelt den finanziellen Vorteil damit in einen Vorteil am Markt um.

Durch Investitionen in eine umwälzende Technologie kann Toyota:

- dem Markt die gewünschte Richtung geben, sich von der Konkurrenz abgrenzen und seinen Marktanteil ausbauen.
- Wettbewerber finanziell ausbluten lassen bzw. sie von anderen Investitionen abhalten.
- sich für den endgültigen Griff nach der Brennstoffzelle rüsten, was langfristig einen noch größeren Wettbewerbsvorteil bedeuten kann.

Anders ausgedrückt: Es gibt genügend Gründe zu der Annahme, dass Toyotas Hybridstrategie den Abstand zur Konkurrenz weiter vergrößern soll – und das könnte in Wahrheit das wesentliche wirtschaftliche Argument für Toyotas Investitionen in Hybridautos sein, nicht etwa unmittelbare Gewinne aus dem Verkauf von Hybridfahrzeugen.

Der Übergangsfaktor – d.h. die Sicherung der dauerhaften Stabilität des Unternehmens – ist jedoch nicht zu unterschätzen. Um die Bedeutung der Hybridautos zu verstehen, muss man ihre Rolle als ‚Brücke‘ zwischen dem herkömmlichen Antrieb mit Verbrennungsmotor und der Brennstoffzelle der Zukunft berücksichtigen. Bei Toyota herrscht die Ansicht vor, dass man nur dann mit der Brennstoffzelle Erfolg haben kann, wenn man den Umweg über benzin-elektrische Hybridautos beschritten hat. Nur durch die Entwicklung eines Massenmarktes für benzin-elektrische Hybridautos ist eines Tages auch die Massenproduktion von Fahrzeugen mit Brennstoffzelle möglich.

Das mächtigste Argument für den möglichen Erfolg der gegenwärtigen Hybrid-Hysterie ist, dass der Hybrid sich einerseits als Wegbereiter der Brennstoffzelle und andererseits als Rettungsanker für den Verbrennungsmotor eignet.

Und hiermit sind wir beim mächtigsten Argument für den möglichen Erfolg der gegenwärtigen Hybrid-Hysterie angelangt: Sie könnte eine Doppelrolle einnehmen, einerseits als Wegbereiter für die zukünftigen Brennstoffzell-Fahrzeuge und andererseits als Rettungsanker für den Verbrennungsmotor durch verringerte Emissionen, weniger Kraftstoffverbrauch und mehr Spaß auf der Straße. Hybridautos könnten gleichermaßen zur Verteidigung des Status Quo und als Katalysator zur Förderung bahnbrechender Technologien der Zukunft dienen – eine einzigartige und überraschend solide Position und vielleicht das beste Argument dafür, dass uns die Hybridautos in der einen oder anderen Form noch eine ganze Weile erhalten bleiben könnten.

<sup>40</sup> „Toyota greift auf seine stillen Reserven zurück“, so der GM Chief Financial Officer John Devine. „Sie haben mehr (Geld) als irgendeiner von uns und so können sie es sich leisten, mit dem Prius eine Menge Geld zu verlieren.“ Zitiert aus Detroit News, 13. Februar 2005.

<sup>41</sup> Im September 2004 unterzeichneten Nissan und Toyota eine Vereinbarung, die besagt, dass Nissan ab 2006 Toyotas Hybridtechnologie in seinen eigenen Fahrzeugen einsetzen wird.

## Erfolgsstrategien für die Hybridrevolution

Zusammenfassend wollen wir nun betrachten: Mit welchen Strategien können die Automobilhersteller in der Hybridrevolution erfolgreich bestehen?

Als Erstes fassen wir zusammen, was wir über das geschäftliche Umfeld und die Aussichten für Hybridautos wissen können und was nicht. Das ist unerlässlich, um anhand wichtiger Erkenntnisse eine Strategie entwickeln und dem Problem der Ungewissheit begegnen zu können.

Was wir wissen können:

- Die Energiepreise bleiben kurzfristigen Schwankungen unterworfen, langfristig werden sie jedoch steigen. Auch die Emissionsrechte werden Kostensteigerungen verursachen.
- Die Autohersteller müssen die soziale Akzeptanz für Automobile stärken, um deren negativen Auswirkungen auf die Umwelt auszugleichen.
- Der Hybridmarkt wird wachsen.
- Gegenwärtig kaufen die Verbraucher Hybridautos mehrheitlich aus emotionalen Gründen
- Die europäischen Autohersteller sind bei dieser Technologie ins Hintertreffen geraten.

Was wir nicht wissen können:

- wann genau das Öl knapp wird;
- ob Hybridautos jemals die beste Lösung hinsichtlich ihres Kosten-Nutzen-Verhältnisses sein werden;
- wie hoch das letztendliche Volumen des Marktes für Hybridfahrzeuge sein wird;
- welche Technologie schließlich gewinnen wird;
- ob und wann der Übergang vom Nischenprodukt zum Massenmarkt erfolgen wird.

Diese „bekannten Fakten“ und „bekannten Unbekannten“ führen uns zu dem, was laut unserer Analyse die Schlüsselstrategien zum Erfolg für die Autoindustrie in der Hybridrevolution sein werden:

### 1. Hybridtechnologie nicht ignorieren

- Hybridautos sind realistisch zu betrachten: eine Investition mit hohem Risiko, aber auch hohem Erfolgspotenzial.

### 2. Mehrere Technologieansätze verfolgen

- Niemand kann mit Sicherheit vorhersagen, ob der Voll-Hybrid die ‚richtige‘ Technologie ist, sei es in Europa oder weltweit.

### 3. Unwägbarkeiten einkalkulieren

- Bei Investitionsentscheidungen ausgeklügelte Planungsverfahren verwenden, die Ungewissheiten auf vernünftige und realistische Weise einkalkulieren, z.B. die Szenarioanalyse.

### 4. Eine wirksame Innovationsstrategie erarbeiten

- Innovationsstrategie und Managementmethoden im Hinblick auf die vielversprechendsten neuen Technologien und Zukunftsaussichten optimieren und Bereiche herausarbeiten, auf denen das eigene Unternehmen am ehesten eine Führungsrolle einnehmen könnte.

## 5. Übernahme- und Kooperationsstrategien beurteilen

- Strategien für Übernahmen und Partnerschaften sind der Schlüssel, um bei dieser Technologie zu vertretbaren Kosten vorn mitzuspielen. Bei richtiger Anwendung können sie dabei helfen, Möglichkeiten zu erweitern, neue Technologien zu erschließen und die erforderlichen Investitionen aufzubringen.

## 6. Kooperationsnetzwerke erwägen

- Gesamtdeutsche oder europaweite Lösungen – selbst ein Konsortium wie Airbus – können schlagkräftiger und finanziell lohnender sein als Einzelkämpfertum. Zudem können europäische Konsortien dieser Art unterschiedliche Technologieansätze verfolgen, um der Herausforderung von Toyota zu begegnen – z.B. Mild-Hybride mit abgespeckten Motoren, die dem Markt in Europa möglicherweise eher entsprechen, oder ein Quantensprung hin zu Radnabenmotoren.

Dies sind zusammenfassend die entscheidenden Schritte, die deutsche und europäische Automobilhersteller gehen können und müssen, um erfolgreich an der Hybridrevolution zu partizipieren und die Position wiederzugewinnen, die ihnen gebührt: an der Speerspitze einer wegweisenden neuen Technologie.

## Ansprechpartner

**Franz Wagner**  
Leader Automotive  
Friedrichstraße 14  
70174 Stuttgart  
Tel.: (07 11) 250 34 - 52 31  
E-Mail: franz.wagner@de.pwc.com

**Felix Kuhnert**  
Leader Automotive Advisory  
Friedrichstraße 14  
70174 Stuttgart  
Tel.: (07 11) 250 34 - 33 09  
E-Mail: felix.kuhnert@de.pwc.com

**Paul McCarthy**  
Leader PwC Automotive Institute Europe  
Friedrichstraße 14  
70174 Stuttgart  
Tel.: (07 11) 250 34 - 33 14  
E-Mail: paul.mccarthy@de.pwc.com

**Matt Freeman**  
Manager PwC Automotive Institute Europe  
Friedrichstraße 14  
70174 Stuttgart  
Tel.: (07 11) 250 34 - 35 44  
E-Mail: matt.freeman@de.pwc.com

## Impressum

Herausgegeben von PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft,  
Frankfurt am Main, Januar 2006.

PricewaterhouseCoopers ist weltweit eines der führenden Netzwerke von Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaften und kann auf die Ressourcen von insgesamt 130.000 Mitarbeitern in 148 Ländern zugreifen. In Deutschland erwirtschaften 8.000 Mitarbeiter in den Bereichen Wirtschaftsprüfung und prüfungsnahe Dienstleistungen (Assurance), Steuerberatung (Tax) sowie in den Bereichen Transaktions-, Prozess- und Krisenberatung (Advisory) an 28 Standorten einen Umsatz von 1,1 Milliarden Euro.

Seit vielen Jahren prüfen und beraten wir führende Industrie- und Dienstleistungsunternehmen jeder Größe. Stark ausgebaut wurde der Geschäftsbereich "Mittelstand", der mittelständische Unternehmen mit einem dichten Kontaktnetzwerk direkt vor Ort betreut. Auch Unternehmen der öffentlichen Hand, Verbände, kommunale Träger und andere Organisationen vertrauen unserem Wissen und unserer Erfahrung. Aus gutem Grund: 384 Partner und 5.700 weitere Fachkräfte verfügen über umfassende Branchenkenntnisse in allen wichtigen Industrien.

Für die Arbeit dieser Experten gelten nicht nur in fachlicher Hinsicht die höchsten Qualitätsmaßstäbe. Integrität, Unabhängigkeit und Objektivität sind Teil der Unternehmensphilosophie. Deshalb wird strikt darauf geachtet, Mandanten nur jene Leistungen aus einer Hand anzubieten, die nach den gesetzlichen Vorschriften – vor allem den spezifischen Regelungen für den amerikanischen Kapitalmarkt – erlaubt sind. Modernste Prüfungs-, Beratungs- und Bewertungsansätze unterstützen die Unternehmen dabei, den hohen Anforderungen im Wettbewerb gerecht zu werden.

© Januar 2006

PricewaterhouseCoopers bezeichnet die PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft und die anderen selbstständigen und rechtlich unabhängigen Mitgliedsfirmen der PricewaterhouseCoopers International Limited. Die PricewaterhouseCoopers International Limited koordiniert die Geschäftstätigkeit der nationalen selbstständigen Mitgliedsfirmen auf internationaler Ebene.

## Notizen

## Notizen

