

Einsatzmöglichkeiten für Hybridantriebe in BMW Fahrzeugen



Prof. Dr. Burkhard Göschel
Vorstand Entwicklung und Einkauf
der BMW AG

**25. Internationales Wiener
Motorensymposium**
Wien, 30. April 2004

BMW Group

Rolls-Royce
Motor Cars Limited



**Rede von
Prof. Dr. Burkhard Göschel
Vorstand Entwicklung und Einkauf der BMW AG**

**Wiener Motorensymposium
30. April 2004**

- es gilt das gesprochene Wort -

Sehr geehrter Herr Prof. Lenz, meine sehr geehrten Damen und Herren,

ich freue mich, Ihnen heute einen Einblick geben zu können in unsere Antriebsphilosophie und konkret der Frage nachzugehen: „Wie viel Hybrid braucht ein BMW“?

Warum ist das Thema Hybrid in der letzten Zeit plötzlich so stark ins Interesse der breiten Öffentlichkeit gerückt? Welches Potenzial steckt tatsächlich in der Kombination eines Verbrennungsmotors und einer elektrischen Maschine? Ist der Hybridantrieb wirklich die Lösung der Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts?

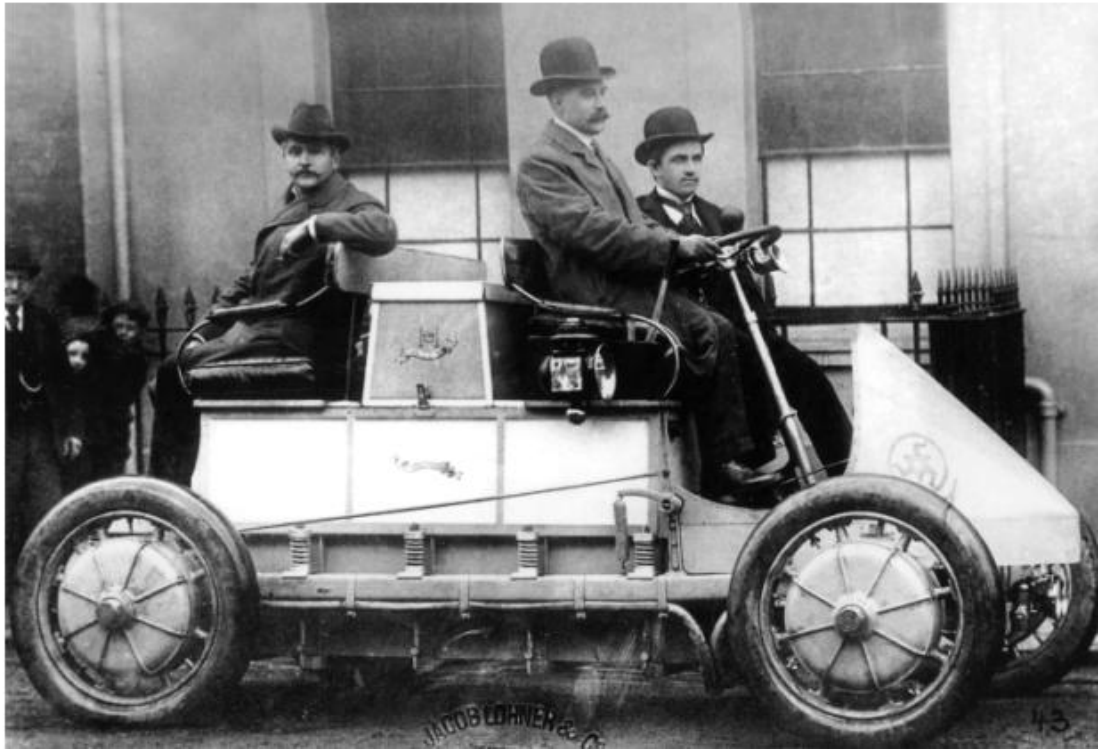
Ich stelle diese Fragen jetzt einfach einmal in den Raum. Ich bin mir sicher, die meisten von Ihnen haben sich schon ernsthaft Gedanken darüber gemacht und konkrete Meinungen dazu.

Bei aller Euphorie liegt mir heute daran, das Thema Hybrid auf einer sachlichen Ebene zu diskutieren.

Seit den Kindertagen des Hybridantriebs haben sich sehr viele Automobilhersteller - auch die BMW Group - immer wieder mit dem Thema Hybrid beschäftigt.

Schon 1900 war auf der Pariser Weltausstellung mit dem „Porsche-Lohner“ eines der ersten Hybridfahrzeuge zu sehen. Bei dem Wagen war ein Verbrennungsmotor mit einem Generator gekoppelt, der vier Radnabenmotoren mit Strom versorgte. Wirklich durchgesetzt hat sich dieses Konzept bisher nicht.

Porsche-Lohner. Pariser Weltausstellung 1900.



Das zeigt auch ein Blick auf den Absatz: Selbst in Märkten, die den Hybrid fördern, liegt der Anteil solcher Fahrzeuge momentan bei weniger als einem Prozent. Und selbst dieser Marktanteil ist getragen durch steuerliche Anreize oder andere Bevorzugungen von öffentlicher Seite, um die Akzeptanz beim Kunden zu erhöhen.

Aktuelle Studien zeigen darüber hinaus, dass Verbrennungsmotoren auch nach 2010 noch sehr stark dominant sein werden. Otto- und Dieselmotor kommen auf einen Welt-Marktanteil von über 93 Prozent, während sämtliche alternativen Konzepte im Jahr 2011 auf nur knapp sieben Prozent zulegen werden.

Aber trotz dieser eher ernüchternden Tatsachen zur Verbreitung des Hybrids, ist es unbestritten wichtig, dass durch die Diskussion die Suche nach innovativen und wichtigen

Antriebskonzepte nach 2010. Marktverteilung weltweit, in Prozent.

Gesamt: 66,7 Mio. Einheiten (Jahr 2011), davon alternative Antriebe: 4,5 Mio.



nachhaltigen Antriebskonzepten neuen Schwung erfahren hat. Denn dieser Wettbewerb hält uns agil und fördert die Innovationskraft der gesamten Branche.

Als Ingenieure und Automobilentwickler sollten wir meines Erachtens jedoch nicht den zweiten Schritt vor dem Ersten machen. Wir diskutieren zu schnell konkrete technische Lösungen, die häufig durch gesetzliche Anforderungen vorgeprägt werden. Stattdessen sollten wir uns zunächst mit den erwünschten und gewünschten Wirkungen auseinander setzen.

Diese Vorgehensweise wäre nicht nur volkswirtschaftlich effizient, sondern würde der deutschen Automobilindustrie auch ermöglichen, weiterhin erfolgreich innovative Antriebssysteme zu entwickeln und anzubieten.

Ein gutes Beispiel für die Nutzung unserer breiten Innovationskraft ist der moderne Dieselmotor, der in den letzten zehn Jahren sehr große Fortschritte gemacht hat.

Meine Damen und Herren,

welche Effekte und Wirkungen gilt es zu erreichen?

die Welt ist mobil, weil die Menschen es sind. Und wir wollen, dass das so bleibt – unter Berücksichtigung der Bedürfnisse von Mensch und Umwelt. Darauf müssen wir Antworten finden.

Die Welt ist mobil, weil die Menschen es sind. Wir wollen, dass es so bleibt.



Verkehrsmanagement
Condit. Based Service



Clean Production
Clean Energy



Verbrauchsreduktion
Recycling



Bei der Diskussion über Kraftstoffverbrauch und Emissionen ist für die BMW Group die Wirkung und der Nutzen für Mensch und Umwelt zunächst wichtiger als die frühzeitige Festlegung auf eine bestimmte technische Lösung. Daher untersuchen wir bei der BMW Group alle Wege, die sich für eine Reduzierung der Treibhaus-Emissionen anbieten.

In der Antriebsentwicklung der BMW Group heißt das Entwicklungsziel: „Effiziente Dynamik“. Damit wollen wir den scheinbaren Widerspruch zwischen Verbrauchs- und Emissionsreduzierungen einerseits und Fahrleistungen und Agilität andererseits aufheben. Die Anforderungen an Emissionen, Umweltverträglichkeit und Verbrauch betrachten wir dementsprechend nicht isoliert, sondern immer im engen Zusammenspiel von Gesetzgebung, gesellschaftlicher Akzeptanz und Kundenbedürfnissen.

Effiziente Dynamik.

Kein Widerspruch zwischen Verbrauch, Emissionen und Fahrleistungen.



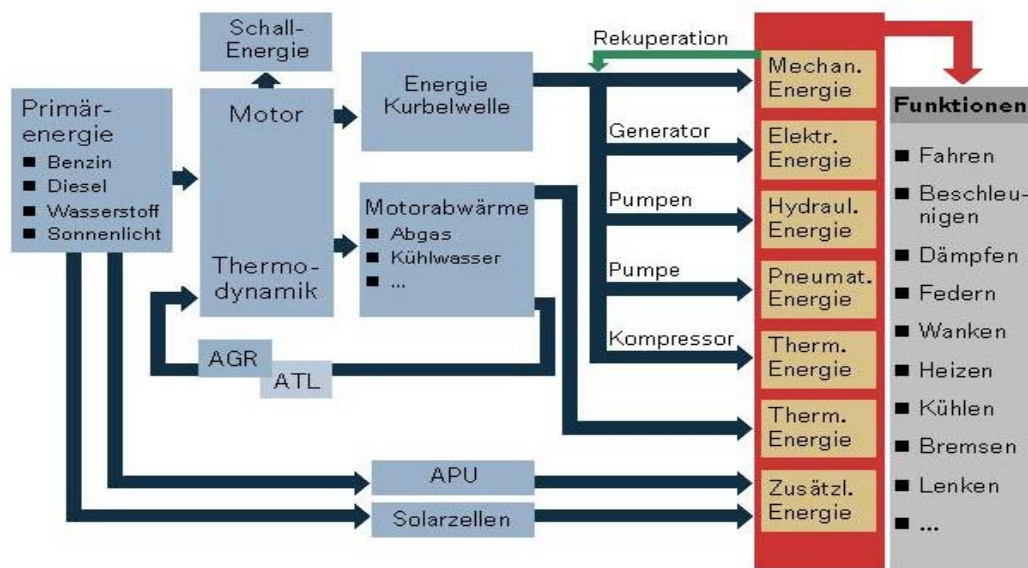
Wenn wir uns die Hybrid-Technik genauer anschauen, geht es bei der Kombination von zwei Antriebssystemen nicht nur um die Nutzung bisher ungenutzter Energie, wie zum Beispiel die Rekuperation der Bremsenergie.

Wir müssen vielmehr die gesamte Energiekette betrachten, um Energieverbrauch, Emissionen und markenprägende Eigenschaften nachhaltig zu optimieren.

Es geht also um ein Energiemanagement, das sich beschäftigt mit:

- den Alternativen der Energieerzeugung und deren Wirkungsgraden (z.B. Brennstoffzellen-APU)
- der Energiespeicherung und deren Ausprägungen
- und den Energiearten, die jeweils erzeugt, gespeichert und optimal eingesetzt werden.

Definition Hybrid. Management von Energieströmen.



Auch wenn es sich in vielen Köpfen festgesetzt zu haben scheint, sind die sogenannten Hybridantriebe in diesem Sinn keine geeigneten Beispiele für eine nachhaltige Gesamtoptimierung. Die heutigen Konzepte zielen eher auf die Erfüllung spezifischer gesetzlicher Anforderungen (wie zum Beispiel ZEV Mandat oder City Maut London).

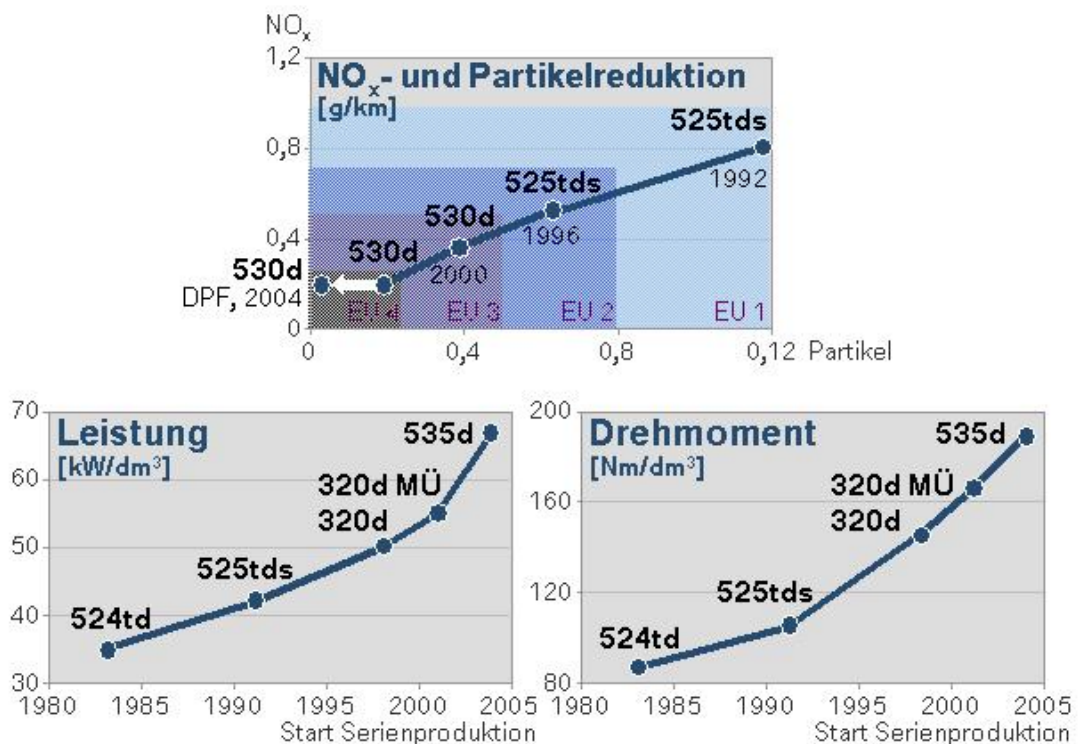
Auf dem Weg zu einer umweltverträglichen Mobilität müssen wir uns stattdessen intensiv mit der gesamten Energiekette auseinandersetzen: Das Gesamtoptimum eines „Hybrid-Antriebs“ setzt daher eine intensive Beschäftigung mit allen denkbaren unterschiedlichen Anordnungen und Dimensionierungen einer Elektrifizierung des Antriebsstrangs voraus.

Eines jedoch gilt immer: Elektrifizierung funktioniert sehr gut in Kombination mit einem Verbrennungsmotor. Und das aus guten Gründen: Denn der Verbrennungsmotor baut auf eine ausgereifte Technik mit einer jahrzehntelangen Erfahrung und hat ein enormes weiteres Entwicklungspotenzial.

Beispiel Dieselmotor: Hier hat die gesamte europäische Automobilindustrie große Fortschritte gemacht. Beim Verbrauch war der Direktzylinder schon immer führend. Aber auch bei den Partikel-Emissionen gibt es große Besserungen: Allein innerhalb der letzten zehn Jahre hat die BMW Group die Partikel-Emissionen ihrer Fahrzeuge um 4/5 gesenkt.

Mit dem Einsatz des Partikel-Filters haben wir weitere Fortschritte gemacht. Parallel dazu haben wir in den letzten Jahren Drehmoment und Leistung deutlich gesteigert.

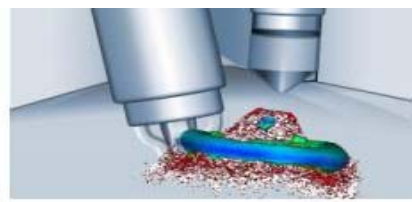
Diesel-Motor. Große Fortschritte.



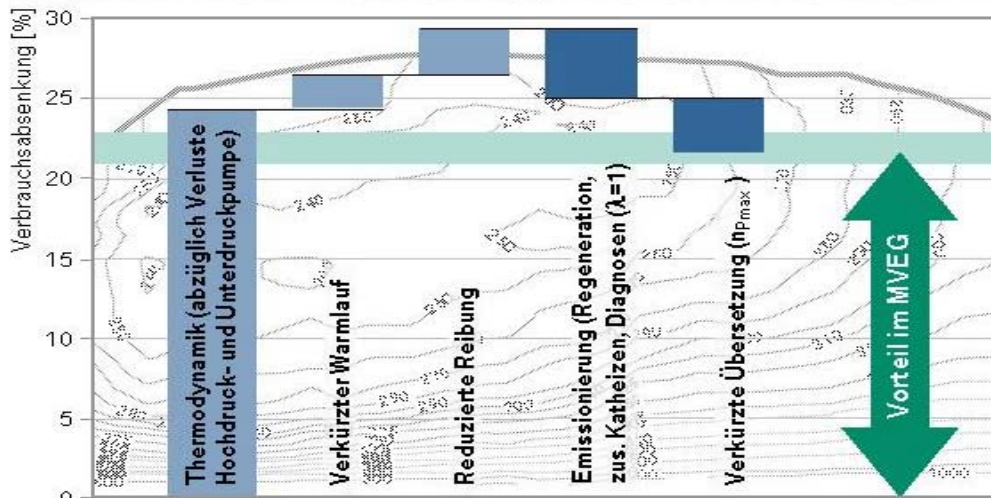
Eine ähnliche Entwicklung gibt es beim Otto-Motor, zum Beispiel bei der Marke BMW: Mit VALVETRONIC haben wir bereits beachtliche Erfolge in der Verbrauchsreduzierung erzielt. Und nun geht es weiter: Schon unsere nächste Generation direkteinspritzender Benzinmotoren wird im Verbrauch in die Nähe moderner Dieselmotoren rücken. Motorinterne Maßnahmen wie die strahlgeführte bzw. spraygeführte Gemischbildung an der Zündkerze und die magere Verbrennung sind wesentliche Elemente dieser Entwicklung.

Und auch langfristig hat der Verbrennungsmotor – zum Beispiel angetrieben mit Wasserstoff – noch große Potenziale. Wie ich Ihnen bereits im letzten Jahr an dieser Stelle berichten konnte, wollen wir mit dem Wasserstoff-Verbrennungsmotor einen Gesamtwirkungsgrad von 50 Prozent im Antriebskonzept erreichen.

Otto-Motor. Beachtliche Erfolge bei der Reduzierung des Verbrauchs.



Zukunft: Spraygeführtes BMW Brennverfahren
20 % Verbrauchsvorteil im MVEG ggü. konventionellem Vierventiler



Meine Damen und Herren,

Wir sind daher fest davon überzeugt, dass der Verbrennungsmotor heute und in Zukunft am besten geeignet ist, gleichzeitig der Verantwortung zur Nachhaltigkeit nachzukommen und die Anforderungen der Kunden zu erfüllen.

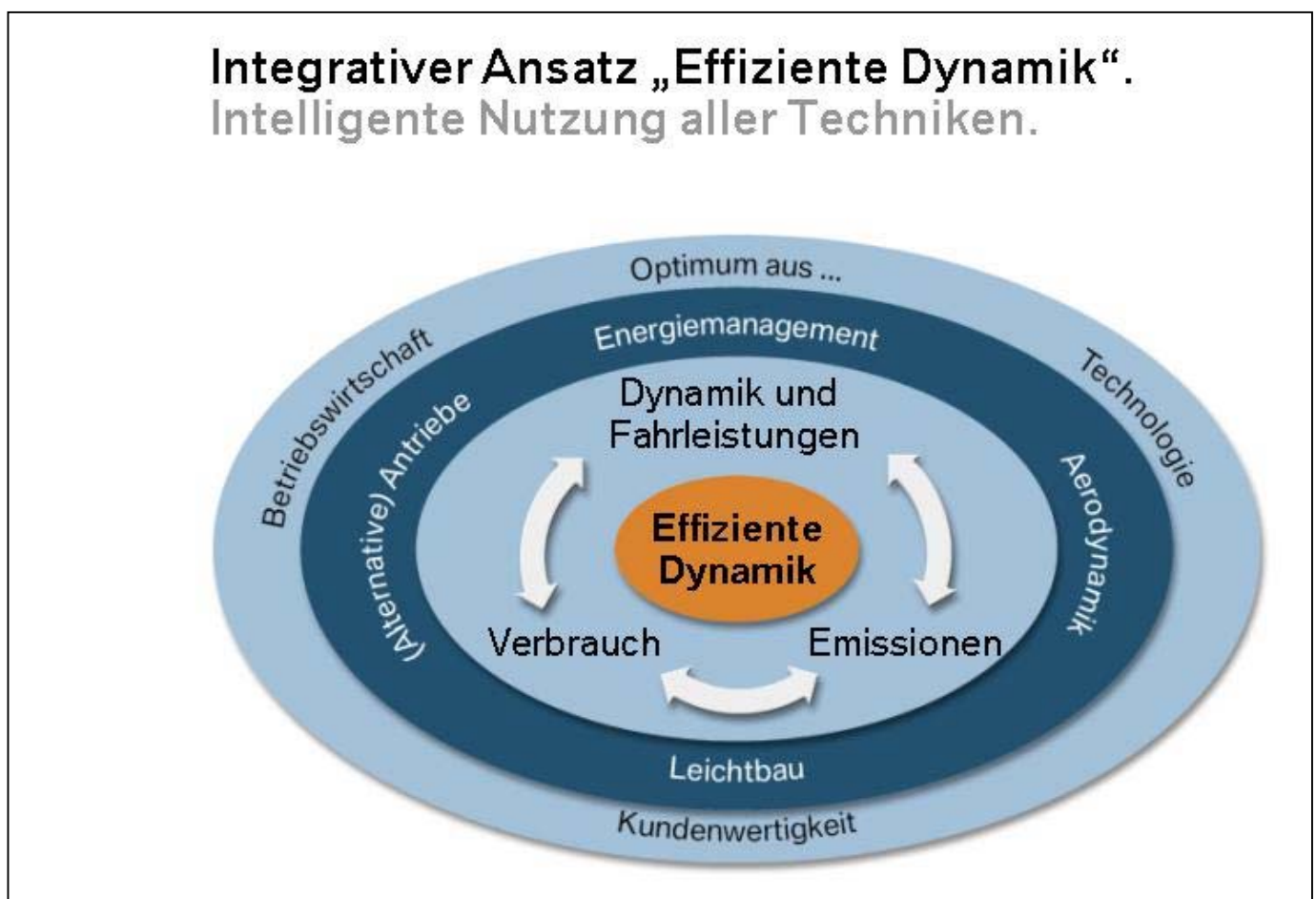
Aber, das sagte ich schon, wir untersuchen alle Techniken, die Kunden und der Umwelt Vorteile bieten – ohne Tabus oder Berührungsängste.

Daher kann ich Ihnen heute bestätigen, dass wir (parallel zu den innermotorischen Innovationen) auch in einer intelligenten Nutzung zusätzlicher elektrischer Systeme eine interessante Möglichkeit zur Weiterentwicklung des Verbrennungsmotors sehen – wenn diese Maßnahmen zur Umsetzung unserer Philosophie der „effizienten Dynamik“ beitragen.

Aber: Eine Elektrifizierung steht immer im Wettbewerb zu konventionellen Maßnahmen. Es kommt daher aus Sicht der BMW Group nicht primär darauf an, dass man den Antrieb elektrifiziert. Es kommt vielmehr darauf an, wie man den Antrieb intelligent weiterentwickelt, um eine technisch und betriebswirtschaftlich lukrative Lösung anzubieten, die die typischen Eigenschaften unserer Fahrzeuge weiter stärkt und gleichzeitig Umwelteigenschaften noch besser erreicht.

Dazu gehört für uns als relativ kleiner Anbieter auch, dass unsere Lösungen prinzipiell weltweit einheitlich einsetzbar sein müssen. Sie dürfen nicht auf bestimmte, lokal vorherrschende Bedingungen wie Kraftstoffqualität, Klima oder politische Incentives angewiesen sein.

Bei der Weiterentwicklung unseres Antriebs verfolgen wir ganz klar einen integrativen Ansatz der Technologien. Eine intelligente Elektrifizierung ist immer eine mögliche ergänzende Lösung zum Verbrennungsmotor – unabhängig davon, ob er mit Diesel, Benzin oder eines Tages auch mit Wasserstoff läuft. Mit anderen Worten: Eine Elektrifizierung des Antriebsstrangs ist für uns nicht der dritte Weg neben Diesel und Otto-Motoren. Eine Elektrifizierung ist „Teil des Ganzen“ und kein separater Lösungsweg.



Bei der Nutzung dieses „intelligenten Antriebs“ kann ich mir grundsätzlich das gesamte Spektrum an elektrischen Eingriffen in den Antriebsstrang vorstellen, wenn sie einige wichtige Bedingungen erfüllen:

Voraussetzung für eine Elektrifizierung aus Sicht der BMW Group sind:

1. Die angebotene Leistung muss für den Kunden jederzeit abrufbar sein (kein zeitvariantes Fahrverhalten). Für uns wäre es inakzeptabel, dass unsere Fahrzeuge zum Beispiel im Hängerbetrieb auf einer Bergstraße deutlich an Leistung verlieren, sobald der elektrische Speicher leer ist.
2. Die typische Leistungscharakteristik unserer Fahrzeuge muss erhalten bleiben (direkter, unmittelbarer Zusammenhang von Drehzahländerung und Geschwindigkeitsänderung).
3. Es dürfen keine Konzeptnachteile für den Kunden entstehen, weil unsere Kunden ganz klare Anforderungen an unsere Produkte stellen (kein eingeschränktes Fahrverhalten, keine Kompromisse im Raumangebot, kein temperaturabhängiges Verhalten).
4. Der zusätzliche Kundennutzen muss stets den Mehraufwand rechtfertigt. Das heißt, die Integration solcher Systeme muss dazu beitragen, die kundenrelevanten Eigenschaften im Sinne effizienter Dynamik zu verbessern. Wenn eine identische Wirkung mit kostengünstigeren Maßnahmen dargestellt werden kann, dann machen wir das zuerst.

Lassen sie es mich auf den Punkt bringen: Die BMW Group folgt bei der Elektrifizierung ihrer eigenen Interpretation, denn nicht alles was technisch machbar ist, ist auch ökologisch, ökonomisch und vor allem aus Kundensicht überzeugend.

Aus diesen Gründen kann ich Ihnen auch mit ziemlicher Sicherheit bereits heute sagen, dass die BMW Group von sich aus keine Fahrzeuge anbieten wird, die elektrisch über weite Strecken fahren werden. Wegen der Addition der Verluste bei der Energieumwandlung wäre das ökologisch einfach nicht sinnvoll.

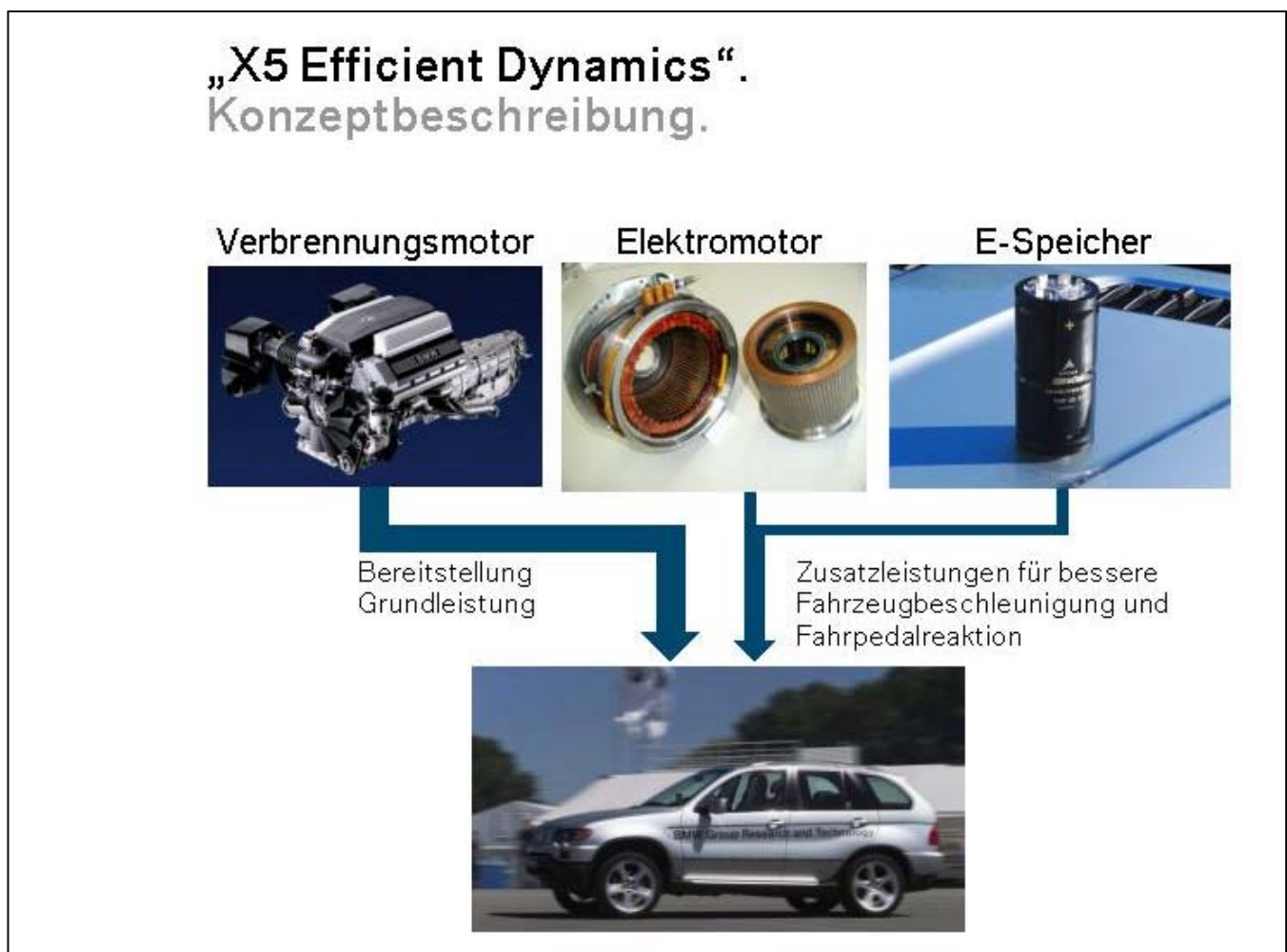
Von kleinen bis zu großen Lösungen wären aus unserer Sicht jedoch eine Reihe von Ansätzen denkbar. Am unteren Spektrum könnte eine intelligente Regelung des Generators in Kombination mit einer Ladezustandsregelung der Batterie dazugehören oder ein elektrischer Ventiltrieb (EVT). Vorstellen könnte ich mir auch, dass wir die Elektrifizierung einsetzen, um konventionelle Technik zu ersetzen. Beispiele hierfür sind: E-Maschine statt Kupplung/Wandler und Brennstoffzelle-APU statt konventioneller Batterie und Generator.

Über Themen wie den automatischen Motorstopp denken wir auch nach. Diese Funktion klammere ich jedoch in dieser Aufzählung bewusst aus, da er weder eine Elektrifizierung des

Antriebs darstellt noch zum Optimierungspotenzial des konventionellen Verbrennungsmotors gehört.

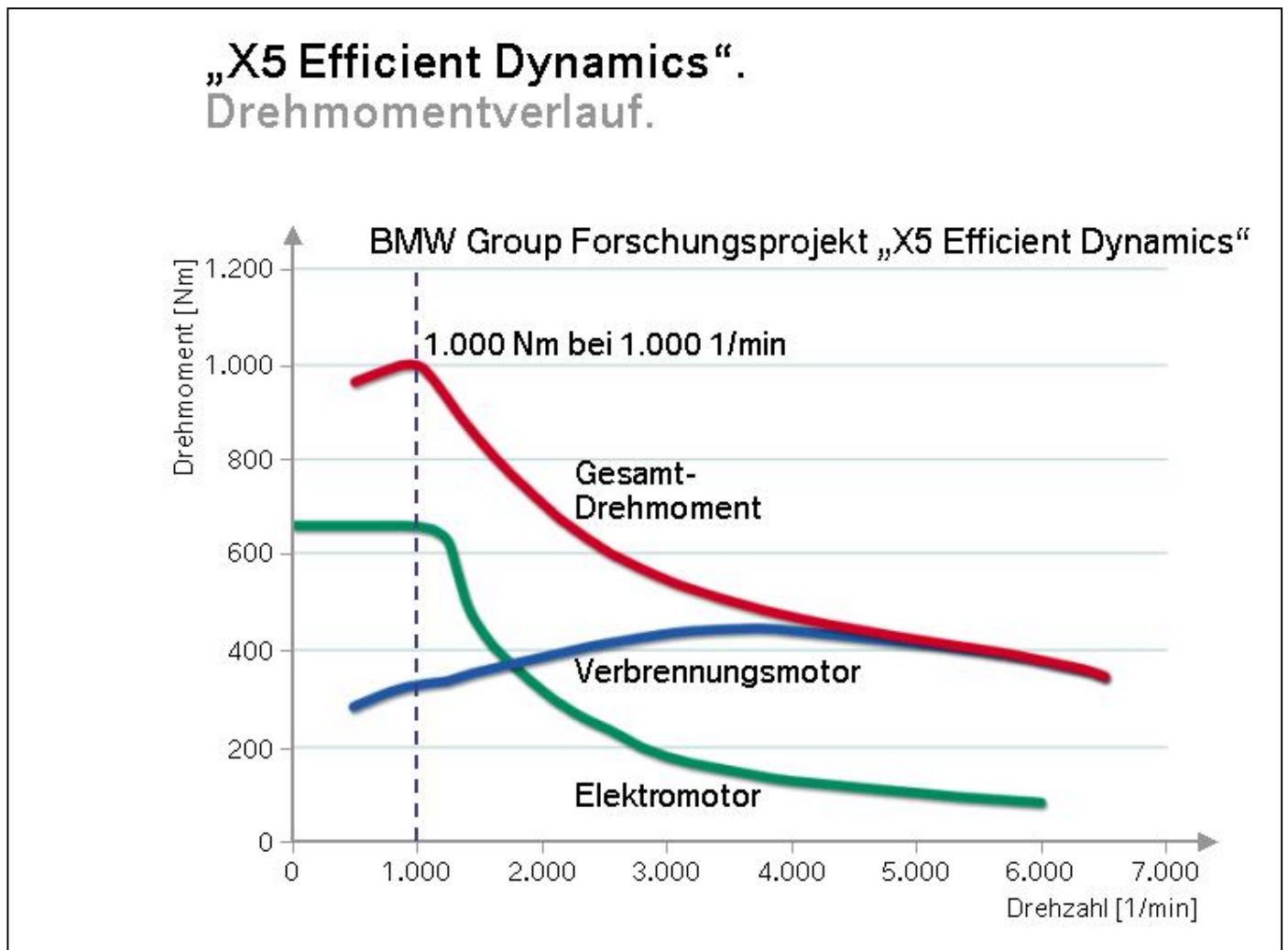
Auf der anderen Seite des Spektrums haben wir einen Extremansatz bereits durchgespielt: Mit Hilfe einer intelligenten elektrischen Ergänzung des Verbrennungsmotors wollen wir das Problem der ineffizienten Energieausbeute in bestimmten Fahrsituationen lösen. Insbesondere Stop & Go Verkehr und Beschleunigungen verursachen selbst beim besten Verbrennungsmotor hohe Verbrauchswerte.

Bei unserem Forschungskonzept „X5 Efficient Dynamics“ unterstützt ein Elektromotor, der zwischen Verbrennungsmotor und Getriebe integriert ist, den konventionellen Antrieb beim Beschleunigen. Zusammen erreichen der Elektromotor und der Verbrennungsmotor ein bis dahin unerreichtes Ansprechverhalten und eine Drehmomenterhöhung vor allem im unteren Bereich.



Unser BMW X5 Experimentalfahrzeug schöpft hieraus ein gesamtes Anfahrtdrehmoment von bis zu 1000 Nm und – im Zyklus gemessen – sinkt der Verbrauch im gleichen Fahrzeug um 15

Prozent. Sobald der Verbrennungsmotor mittlere Drehzahlen erreicht hat und somit genügend Leistung produziert, wird die Unterstützung durch den Elektromotor zurückgenommen. Ein zeitvariantes Verhalten kann je nach Betriebsstrategie des Systems ausgeschlossen werden.



Bei diesem Experimentalfahrzeug nutzen wir als Energiespeicher Hochleistungskondensatoren. Für die Speicherung von Rekuperationsenergie besitzen sie den besten Wirkungsgrad. Sie haben nicht nur Packagevorteile, sondern auch kurzfristig eine sehr hohe Leistungsdichte und können bei Bedarf sehr schnell Energie aufnehmen oder abgeben.

Ich bin jetzt schon sehr gespannt auf die Antwort der Batteriehersteller. Für mich ist dabei klar: Auch die Bordnetzatterie wird durch einen Einsatz von Kondensatoren in Zukunft anders aussehen. Wenn die Batterie zum Beispiel nicht mehr für den Startvorgang des Verbrennungsmotors zuständig ist, kann sie sich auf das konzentrieren, was sie am besten kann und zwar Energie speichern. Dadurch muss die Batterie bei gleicher Kapazität kleiner werden.

„X5 Efficient Dynamics“. Nutzung von Hochleistungskondensatoren.



- Packagevorteile
- Kurzfristig sehr hohe Leistungsdichte
- Sehr schnelle Energieaufnahme und -abgabe

Meine Damen und Herren,

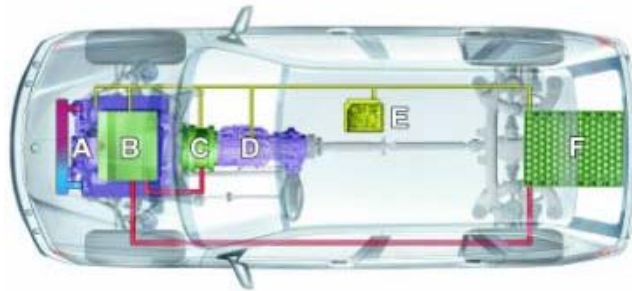
ich bin mir ziemlich sicher, dass unser X5 Experimentalfahrzeug nur ein Zwischenschritt bei der weiteren Entwicklung eines intelligenten Antriebs ist.

In der Zukunft könnte ich mir zum Beispiel ein „Aktivgetriebe“ vorstellen, also ein kompaktes, intelligentes Aggregat mit geringem Gesamtgewicht, bei dem die elektrische Maschine und die gesamte Leistungselektronik ins Getriebe integriert wird. Die aufwendige Verkabelung könnte entfallen und damit eine Leistungsumwandlung in einem eng definierten Raum ermöglichen.

Das „Aktivgetriebe“ wäre kompakt und leicht genug, um es einfach in kommende Fahrzeugkonzepte integrieren zu können. Zusätzlicher Bauraum wäre nur noch für die Energiespeicher notwendig, die – beispielsweise als Kondensatoren – elegant im Seitenschweller untergebracht werden könnten.

Intelligenter Antrieb der Zukunft. Integrierte Leistungselektronik.

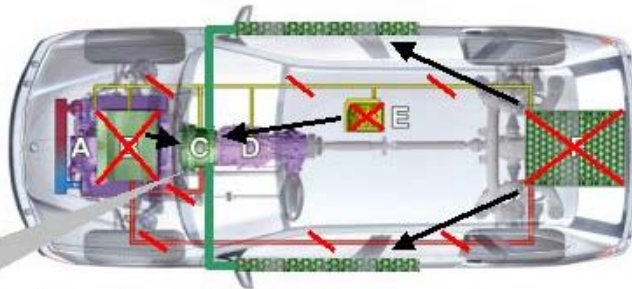
Heute



Zukunft



Stator mit Wicklung und integrierter Elektronik (Studie)



A = Verbrennungsmotor D = Getriebe
B = Wechselrichter E = Antriebsmanagement
C = Elektromotor F = Kondensatormodul

Meine Damen und Herren,

Mit dem „M“ für Motoren in unserem Firmennamen sehen wir uns dem Thema Antrieb in besonderem Maß verpflichtet. Unsere Antriebe müssen auch in Zukunft höchsten Ansprüchen in bezug auf Fahrleistungen, Spontaneität und Verbrauch genügen, deshalb legen wir auf die Weiterentwicklung auch größten Wert.

Hybrid ist eine interessante Idee, sie muss jedoch richtig verstanden und intelligent angewendet werden. Nicht alles was auf diesem Gebiet technisch machbar ist, ist auch ökologisch, ökonomisch und vor allem aus Kundensicht überzeugend.

Wir haben unsere Hausaufgaben dann richtig gemacht, wenn wir auch beim Antrieb neue Technologien intelligent integrieren und anwenden - zum Vorteil unserer Kunden, der Umwelt und zur weiteren Steigerung der Profitabilität der BMW Group.

In Zukunft können Sie daher auch beim Antrieb einiges von uns erwarten, eines aber definitiv immer: Freude am Fahren.

Download der Charts und des Redemanuskripts:
www.bmwgroup.com/hybrid