

Hybride auf dem Sprung in den Markt

In diesem Jahr werden erstmals in Großserie gefertigte Fahrzeuge mit Hybridantrieb in Deutschland zum Kauf angeboten. Ein Überblick.

Christian Renner und Ralf Bady



Bild: Honda

Zweisitzig, windschlüpfrig und ab 2000 in Deutschland zu kaufen: das Hybridfahrzeug Insight von Honda.

Definitionsgemäß ist ein Hybridantrieb eine Kombination von zwei unterschiedlichen Antriebssystemen, d. h. mindestens zwei Energiewandlern und -speichern. Diese Definition zeigt, dass der Begriff Hybridantrieb prinzipiell eine Vielzahl von möglichen Varianten umfasst. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, werden vorzugsweise elektrische Antriebe mit Verbrennungskraftmaschinen kombiniert.

Parallele und serielle Hybride

Zu differenzieren sind zwei Grundstrukturen für Hybridantriebe mit unterschiedlichen Potentialen und Problemen: parallele und serielle Konzepte. Zudem ergeben sich auch Mischformen aus beiden Grundstrukturen. Beim parallelen Hybrid sind Verbrennungs- und Elektromotor mechanisch mit den Antriebsrädern gekoppelt. Solche Konzepte

beinhalten neben den beiden Antriebsmotoren und Speichern ein oder auch mehrere Getriebe, Kupplungen oder Freiläufe. Die beiden Antriebssysteme können sowohl jeweils einzeln als auch gleichzeitig zum Vortrieb des Fahrzeugs genutzt werden. Aufgrund der Leistungsaddition können beide Motoren relativ klein ausgelegt werden, ohne dass Einbußen beim Beschleunigen oder an Steigungen vorhanden sind.

Kennzeichen serieller Hybridantriebe ist die „Reihenschaltung“ der Energiewandler ohne mechanische Anbindung des Verbrennungsmotors an die Antriebsräder. Der Verbrennungsmotor treibt hierbei einen Generator an, der seinerseits den elektrischen Fahrtrieb sowie einen im elektrischen Zwischenkreis angeordneten Speicher (in der Regel eine Batterie) mit Energie versorgt. Die Dimensionierung der Generatoreinheit und des Speichers richtet sich nach der Betriebs- und Ladestrategie, einer eventuell gewünschten Netzunabhängigkeit (hohe Ladeleistung erforderlich), der Reichweite und den Fahrleistungen. Der höhere Bauaufwand durch den zusätzlichen Generator wird weitgehend durch den Wegfall des Schaltgetriebes kompensiert. Die nicht vorhandene mechanische Anbindung des Verbrennungsmotors an die Antriebsräder ermöglicht eine hohe Flexibilität bei der Anordnung der Komponenten. Im Vergleich zum Elektrofahrzeug kann die Batterie kleiner dimensioniert werden und die Verfügbarkeit des Fahrzeugs durch die Nachladung on-board oder reinen Generator-

Außer in wenigen Nischenanwendungen haben sich reine Elektrofahrzeuge bis jetzt nicht durchsetzen können. Gründe hierfür sind die eingeschränkte Reichweite und die begrenzte Verfügbarkeit wegen langer Nachladezeiten. Beim heutigen Stand der Batterietechnik ist es auf absehbare Zeit nicht möglich, Elektrofahrzeuge zu bauen, die die üblichen Anforderungen an Pkw erfüllen. Wenn auch die Fahrleistungen von Elektrofahrzeugen für den Stadtverkehr ausreichend sind, genügen Reichweite und Höchstgeschwindigkeit nicht für den universellen Einsatz.

Brennstoffzellenbetriebene Elektrofahrzeuge können in der Zukunft die mit der Batterietechnik verbundenen Probleme reiner Elektrofahrzeuge vermeiden, doch sind auch hier noch viele Fragen und Probleme hinsichtlich Komplexität und Wirkungsgrad des Systems, Systemgröße sowie insbesondere Systemkosten zu lösen.

Der Hybridantrieb ist vor diesem Hintergrund eine interessante Alternative.

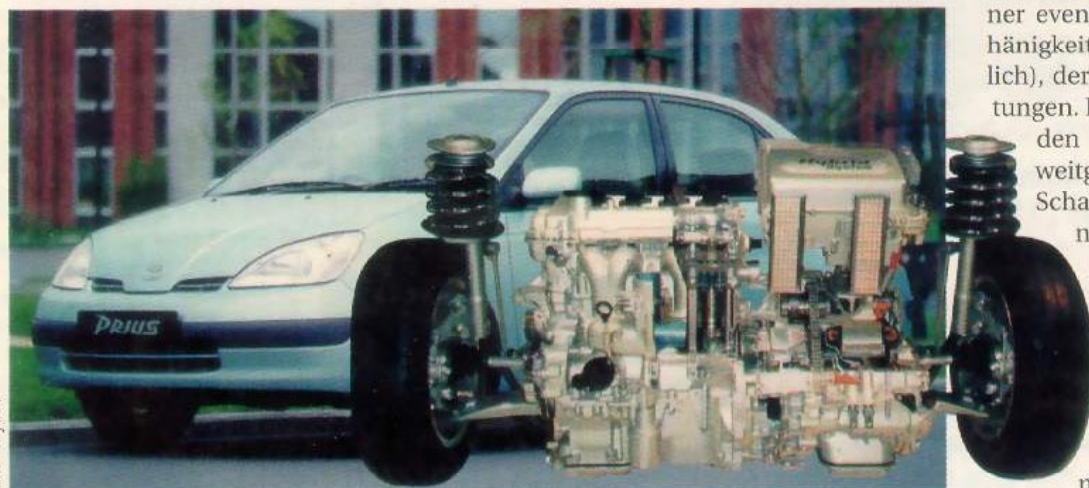


Bild: Toyota

Beim Prius von Toyota besteht der Hybridantrieb aus einem Vierzylinder-Ottomotor, einem Generator, einem Elektromotor und einer Nickel-Metall-Hybrid-Batterie.

betrieb erhöht werden. Für die Dimensionierung des elektrischen Fahrantriebs ist zu beachten, dass dieser die gesamte Leistung bereitstellen muss, die für die gewünschte Beschleunigung oder Steigfähigkeit benötigt wird.

Leistungsverzweigung

Eine weitere, allerdings sehr komplexe Möglichkeit stellen leistungsverzweigende Hybridantriebe dar. Bei diesen Strukturen wird ein Teil der Leistung des Verbrennungsmotors direkt mechanisch an die Antriebsräder übertragen, die restliche Leistung gelangt beispielsweise über ein Planetengetriebe und zwei Elektromotoren an die Antriebsräder. Zur Energiespeicherung wird eine Batterie eingesetzt. Mit dieser Anordnung der Elektromotoren agiert das System als stufenlos verstellbares Getriebe, so dass kein zusätzliches Getriebe für die Wandlung der Verbrennungsmotorleistung notwendig ist. Der Verbrennungsmotor kann prinzipiell drehzahl- und leistungsunabhängig vom übrigen Antrieb betrieben werden. Der Wirkungsgrad kann aufgrund der teilweise direkten mechanischen Leistungsübertragung besser sein als bei seriellen Strukturen.

Lange Zeit gab es das umweltfreundliche Plus nur zu deutlich erhöhten Kosten. Doch mittlerweile haben mehrere Hersteller die Einführung von Hybridfahrzeugen noch für dieses Jahr angekündigt.

Toyota bringt den Prius

Toyota wird den mit dem Toyota-Hybrid-System (THS) ausgerüsteten Prius im Spätsommer 2000 auf den europäischen Markt bringen. Dieses Fahrzeug, das in Japan seit Dezember 1997 erhältlich ist und monatlich 2000 mal produziert wird, besitzt einen leistungsverzweigten Hybridantrieb, bestehend aus einem Vierzylinder-Ottomotor (1,5 l, 42 kW), einem Generator, einem drehmomentstarken Elektromotor (30 kW, 305 Nm) und einer nur 75 kg schweren Nickel-Metall-Hybrid-Batterie. Zusammen mit einem Planetengetriebe wird so ein stufenloses Getriebe realisiert, bei dem der größere Teil der Leistung direkt mechanisch übertragen wird, und der kleinere Anteil vom Generator in elektrische Energie gewandelt wird. Diese kann vom Fahrmotor sofort genutzt werden oder in der Batterie, genauso wie die im Schubtrieb oder beim Bremsen anfallende Energie, zwischengespeichert werden. Umgekehrt stellt das Batteriesystem über den Elektromotor bei Bedarf zusätzliche Energie zur Verfü-



Bild: Fiat

Das Hybridfahrzeug Ibrida von Fiat basiert auf dem Modell Multipla und kombiniert einen 30 kW-Elektromotor mit einem 103 PS starken Benzinmotor.

gung, etwa beim Beschleunigen oder bei Bergfahrten. Als weiterer Effekt kann der Verbrennungsmotor immer im verbrauchsgünstigen Drehzahl- und Lastbereich arbeiten, wobei hohe Drehzahlen vermieden werden. Im Stand und beim Ausrollen vor der Ampel oder bergab, schaltet der Verbrennungsmotor ganz ab, das Anfahren erfolgt zunächst elektrisch. Der Benzinmotor startet erst, wenn der Prius in Fahrt gekommen ist.

Mit diesem Fahrzeug hat Toyota einen alltags- und familientauglichen Fünfsitzer entwickelt, der auf europäische Verhältnisse angepasst für Preise um 40 000 DM auf den deutschen Markt kommen soll. Als Entwicklungsziel für die Europa-Version haben die Toyota-Ingenieure einen Kraftstoffverbrauch nach EC-Norm von weniger als 5,0 l/100 km sowie einen CO₂-Ausstoß von 120 g/km festgelegt.

Honda hat für das Jahr 2000 ein Fahrzeug namens Insight angekündigt. Bei diesem Fahrzeug mit parallelem Hybridantrieb handelt es sich um einen Zweisitzer mit einer Alu-Karosserie. Das Fahrzeuggewicht beträgt nur 835 kg und besitzt eine sehr windschlüpfige Form mit einem niedrigen cw-Wert von nur 0,25. Als Antrieb kommt ein kompakter Dreizylinder-Ottomotor mit 1 l Hubraum und 56 kW Leistung in Verbindung mit einem 10 kW starken Elektromotor und einer nur 20 kg schweren Nickel-Metallhydrid-Batterie zum Einsatz. Der Elektromotor ist direkt auf der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors montiert und übernimmt die Funktionen von Lichtmaschine und Starter. Honda nennt dieses System Integrated Motor Assist (IMA). Die Energie für den Elektromotor wird durch Nutzbremmung gewonnen. Das heißt, beim Bremsen arbeitet der Elektromotor als Generator und speist Leistung in die Batterie ein, die bei einem normalen Fahrzeug in den Bremsen in Wärme umgewandelt wird und somit nicht weiter genutzt wird. Bei Bedarf unterstützt der Elektromotor mit der so gespeicherten Energie den Verbrennungsmotor beim Beschleunigen,

so dass im Zusammenspiel von Verbrennungsmotor und Elektromaschine das Leistungsvermögen eines 1,4 l-Motors erreicht wird. Unter normalen Fahrbedingungen arbeitet der kleine 1 l-Motor im Vergleich zu einer größeren Maschine aber immer in höheren, verbrauchsgünstigeren Lastbereichen. Das Auto erreicht einen Kraftstoffverbrauch von 3,4 l auf 100 km bei 80 g CO₂/km.

Fiat kündigt den Ibrida an

Nachdem Audi bereits 1996 ein Hybridfahrzeug, den Audi Duo, auf Basis des A4 Avant in einer Kleinserie auf den Markt gebracht hatte, hat nun Fiat als zweiter europäischer Fahrzeughersteller ein weiteres Fahrzeug angekündigt. Der Ibrida auf Basis des Vans Multipla kombiniert in paralleler Anordnung einen 30 kW-Elektromotor mit einem 103 PS starken Benzinmotor. Aufgrund der relativ starken Elektromaschine und der eingesetzten Batteriekapazität (Nickel-Metallhydrid-Batterie) ist in der Innenstadt auch ausschließlicher Elektrobetrieb möglich. Die Batterien werden während der Fahrt außerorts oder bei Bedarf auch im Stillstand geladen. Letzteres erfolgt bei geöffneter Kupplung durch den Verbrennungsmotor und einen zusätzlichen Generator, so dass auch dieses Fahrzeug gegebenenfalls unabhängig von einer zusätzlich möglichen Nachladung aus dem Netz betrieben werden kann. Als Verbrauchsziel werden für dieses Fahrzeug 6,8 l/100 km zuzüglich 3 kWh/100 km elektrischer Energie aus dem Stromnetz im europäischen Fahrzyklus angegeben.

Mit diesen Fahrzeugen stehen das erste mal in Großserie gefertigte Fahrzeuge mit Hybridantrieb auch in Deutschland zum Verkauf. Am Beispiel des Toyota Prius, der mehr als 30 000 mal in Japan zugelassen worden ist, sieht man, dass alternative Techniken, trotz eines Mehrpreises, ihre Marktchancen haben.