

Zeitschrift: Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung
SES

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: - (2007)

Heft: 1: Fahren und Fliegen

Artikel: Fahrzeuge mit Hybridantrieb : die Technik der Zukunft?

Autor: Paschotta, Rüdiger

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-586192>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Fahrzeuge mit Hybridantrieb – die Technik der Zukunft?

Hybridantriebe für Autos erlauben die Kombination von guten Fahrleistungen mit attraktivem Treibstoffverbrauch und guten Abgaswerten. Verschiedene technische Varianten erreichen diese Ziele je nach den gesetzten Prioritäten in unterschiedlichem Ausmass.



Von DR. RÜDIGER PASCHOTTA, Physiker
Paschotta@rp-photonics.com

Ein Hybridantrieb arbeitet mit einer Kombination von Verbrennungs- und Elektromotor.¹ Hier gibt es eine Vielzahl von Varianten. Ein Voll-Hybrid kann für einige Zeit auch rein elektrisch betrieben werden, wobei die Energie aus einer aufladbaren Batterie kommt. Ein Mild-Hybrid verzichtet auf diese Betriebsart und hat den Elektromotor nur als Unterstützung für den Verbrennungsmotor. Ein Voll-Hybrid kann ferner als Parallel- oder Serien-Hybrid ausgeführt sein. Beim Parallel-Hybrid können beide Motoren das Fahrzeug antreiben, während beim Serien-Hybrid der Verbrennungsmotor einen Generator zur Stromerzeugung antreibt und das Fahrzeug dann elektrisch bewegt wird – mit Strom vom Generator oder bei geringem Leistungsbedarf aus der Batterie. Eine andere Variante ist die Leistungsverzweigung: Ein Teil der Antriebsleistung des Verbrennungsmotors geht direkt an die Räder, ein anderer Teil in den Generator.

Vorteile von Hybridantrieben ...

Die möglichen Vorteile sind vielfältig, werden aber von verschiedenen Varianten in sehr unterschiedlichem Mass realisiert. Ein Voll-Hybrid vermeidet den Betrieb des Verbrennungsmotors mit geringer Auslastung, bei der die Energieeffizienz sonst drastisch absinkt; der Motor läuft nur, wenn er wirklich gebraucht wird und kann dann gleichzeitig Energie zum Laden der Batterie liefern. Ausserdem erlaubt jeder Hybrid, dass beim Bremsen die Bewegungsenergie teilweise in Strom zurückverwandelt wird, um die Batterie nachzuladen. Trotz gewisser Verluste in Generator, Batterie, Elektromotor und Elektronik und trotz des höheren Gewichts spart man so einiges – je nach Fahrzeug und Betriebsweise mit Voll-Hybrid vielleicht 20 bis 30 % im Stadtverkehr, weniger auf der Landstrasse und vor allem auf der Autobahn.

Zumindest beim Voll-Hybrid können die Abgaswerte sogar deutlich stärker verbessert werden als der Treibstoffverbrauch. Dies gilt zwar nicht für das klimawirksame CO₂, aber für die Smog bildenden Stickoxide und Kohlenwasserstoffe. Diese Verbesserung

resultiert ebenfalls aus der Vermeidung von ineffizientem Teillastbetrieb. Durch Kombination der Leistung von Verbrennungs- und Elektromotor kann die Beschleunigung trotz des höheren Gewichts mit Hybridantrieb besser sein. Je nach Prioritäten kann man aber auch den Benzinmotor entsprechend kleiner auslegen (downsizing). Dann wird die Verbrauchersparnis noch grösser, weil der kleinere Motor noch besser ausgelastet wird und das Gewicht wieder sinkt.

... abhängig von den Prioritäten

Es kommt also auch beim Hybridantrieb sehr auf die Prioritäten an. Für überwiegenden Einsatz in der Stadt wäre ein sehr kleiner Benzinmotor (mit wenigen PS) in einem Serien-Hybrid sinnvoll. Der Elektromotor könnte dann vorübergehend höhere Leistungen aus der Batterie beziehen, und der Benzinmotor müsste nur die im Mittel benötigte Leistung nachliefern können. Er wäre sehr leicht und bestens ausgelastet, deswegen sehr effizient. Ein Kleinwagen käme so mit höchstens drei Litern Benzin pro 100 km im Stadtverkehr aus. In punkto Beschleunigung und vor allem Höchstgeschwindigkeit sind damit jedoch keine Wunder zu erwarten. Deswegen sind solche Fahrzeuge zwar bereits entwickelt worden, sind aber heutzutage kaum absetzbar. Die bisher erhältlichen Hybridfahrzeuge sind auf andere Prioritäten ausgerichtet. Einen Kompromiss erreicht beispielsweise der Toyota Prius mit einem ausgefeilten Voll-Hybrid-System mit relativ starken Benzin- und Elektromotoren. Er bietet sehr gute Fahrleistungen, auch vorbildliche Abgaswerte und dazu einen recht niedrigen Benzinverbrauch: unter günstigen Umständen knapp 5 Liter pro 100 km im Stadtverkehr, auf der Landstrasse und der Autobahn (ausser bei hohen Geschwindigkeiten) noch deutlich weniger. Der Honda Civic Hybrid beruht auf einer deutlich einfacheren Mild-Hybrid-Technik mit einem schwächeren Benzinmotor und einem wesentlich schwächeren Elektromotor. So wird ein kaum höherer Verbrauch als beim Prius zu niedrigeren Herstellungskosten erreicht, allerdings zu Lasten schwächerer Fahrleistungen und mit Nachteilen im Stop-and-Go-Verkehr. Eine ganz andere Stossrichtung ist erkennbar bei schweren Geländewagen mit Hybridantrieb: Hier sorgt ein starker Elektromotor für enormen Schub bei niedrigen Drehzahlen, und das Hybridkonzept

bringt einen moderaten, wenn auch absolut gesehen sicher nicht niedrigen Verbrauch trotz des sehr hohen Fahrzeuggewichts. Es sei noch angemerkt, dass Fahrzeuge wie der Toyota Prius ihren Verbrauchsvorteil nicht allein durch das Hybridkonzept erzielen, sondern unter Umständen zu mehr als der Hälfte durch «klassische» Massnahmen wie Leichtbau, reduzierten Luftwiderstand und raffinierte Motorenkonzepte (Atkinson-Prinzip, optimierte Einspritzung etc.). Dem Käufer kann freilich gleichgültig sein, wie genau die Resultate erzielt werden; der Image-Vorteil und die Technik-Faszination eines bei niedrigen Geschwindigkeiten geräusch- und abgasfrei betriebenen Fahrzeugs bleibt so oder so.

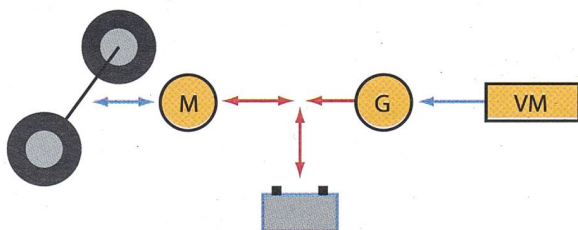
Fazit

Die Hybridtechnik eröffnet vielfältige Möglichkeiten, von der Treibstoffeinsparung über Lärmvermeidung und verbesserte Abgaswerte bis hin zu attraktiven Fahrleistungen. Inwieweit solche Vorteile realisiert werden, hängt jedoch stark von den gesetzten Prioritäten ab. Möglich wären ökologisch absolut vorbildliche und zu vertretbaren Kosten herstellbare Kleinwagen mit mässigen Fahrleistungen. Später könnten

solche Wagen übrigens leicht auf die Stromversorgung mit Brennstoffzellen umgestellt werden, sobald deren Technologie weit genug entwickelt ist. Der Problemdruck durch Benzinpreise, Abgasbelastung und Klimaerwärmung ist jedoch bisher nicht hoch genug für eine nennenswerte Nachfrage nach solchen Fahrzeugen. Heute angebotene Mittelklassewagen mit Hybridantrieb erreichen recht attraktive Verbrauchswerte, wenn auch bei weitem nicht so günstige, wie sie mit anderen Prioritäten technisch erreichbar wären. Gegenüber konventionellen Fahrzeugen glänzen sie aber vor allem im Stadtverkehr, besonders beim Voll-Hybrid auch mit dem Abgasverhalten, während für überwiegenden Autobahn-Einsatz ein effizienter Dieselmotor (mit Partikelfilter) eine bessere Lösung sein kann, wenn auch bislang leider mit wesentlich höheren Stickoxid-Emissionen. Hybrid-Geländewagen dagegen mögen für Förster sinnvoll sein, sind aber für den Strassenverkehr keine überzeugende Option – auch wenn es ohne Hybrid noch deutlich Schlimmeres gibt. <

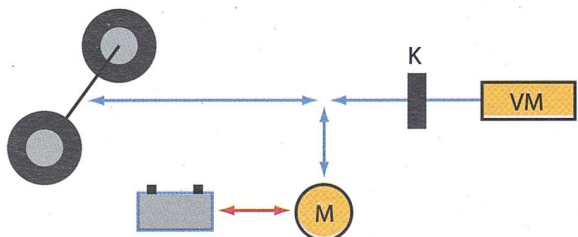
1 Der Artikel befasst sich nicht mit Verbrennungsmotoren, die mit zwei verschiedenen Treibstoffen arbeiten können.

Serien-Hybridantrieb



Der Verbrennungsmotor (VM) treibt einen Generator (G) an. Elektrische Energie (rot) geht zum Motor (M), der das Fahrzeug antreibt, und/oder zur Batterie. Der Motor kann auch Energie von der Batterie erhalten, oder beim Bremsen als Generator arbeiten und Energie in die Batterie einspeisen.

Parallel-Hybridantrieb



Der Verbrennungsmotor (VM) treibt direkt die Räder an. Er kann aber über eine Kupplung (K) vom Antrieb getrennt und abgestellt werden. Stattdessen oder zusätzlich kann der elektrische Motor (M) die Räder antreiben, oder umgekehrt als Generator arbeiten und Bremsenergie (oder Antriebsenergie des VM) in die Batterie (unten) einspeisen.

Flughafen Zürich: Qualität statt Quantität!

Am 25. November 2007 stimmt die Zürcher Bevölkerung darüber ab, was für einen Flughafen sie will. Leider tut sich in der politischen Debatte nicht viel. Die Probleme bleiben stets die gleichen: Lärm, fehlende Nachtruhe, ungerechte An- und Abflugregimes sowie Raumplanungsgesetze, die nicht eingehalten werden.

Von flughafen-nahen Gruppierungen werden den Initianten der Flughafeninitiative gebetsmühlenartig Schreckensbilder eines wirtschaftlichen Niedergangs Zürichs (und der Schweiz) vorgehalten. Stur stellen sich die Gegner gegen jede Form von Qualitäts-Management beim Flughafenbetrieb. Jedoch: Welchen konkreten wirtschaftlichen Nutzen Air Berlin und andere Billigflieger der Schweiz bringen, kann auch die Geschäftsleitung von Zürich Unique nicht aufzeigen.

Die Gleichung «möglichst viele Flieger = erfolgreiche Wirtschaft» geht nicht auf! Nach den alarmierenden Berichten des UNO-Klimarats kann sich niemand mehr vor der Frage verschliessen, ob sich ein alleine auf Quantität ausgerichtetes Wachstum noch mit einer verantwortungsvollen Klimapolitik verträgt.

Leider zeigt auch die Diskussion im Zürcher Kantonsrat, dass sich die Politiker nicht von stereotypen Argumenten verabschieden. In der ideologisierten Diskussion um den Flughafen Zürich sind die Fronten verhärtet. Ein mutiger Gegenvorschlag zur Initiative, im Sinn eines qualitativen, nachhaltigen Wirtschaftswachstums im Interesse der Bevölkerung, lässt auf sich warten.

Dabei geht es um eine zentrale gesellschaftliche Frage. Wie kann der Kanton Zürich seine viel gerühmte Lebensqualität als Standortfaktor erhalten? Eine Qualität, die gerade auch von wirtschaftlichen Akteuren geschätzt wird – vom UBS-Finanzspezialisten bis zur Google-Softwareentwicklerin.

Am 25. November lässt sich diese Frage mit einem «Ja» zur Flughafeninitiative klären. Die Abstimmung für nachhaltigeren Luftverkehr kann nur durch das Engagement der Bevölkerung gewonnen werden! Gesucht sind Bürger aus dem Kanton Zürich, die sich in der eigenen Gemeinde engagieren wollen. Infos und Kontakte unter www.flughafeninitiative.ch oder Telefon 043 255 09 46.