

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 97 (2006)
Heft: 12

Artikel: Mehrspurig auf dem Weg zu nachhaltiger Mobilität
Autor: Blum, Wilfried
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857700>

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: 17.03.2025

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

Mehrspurig auf dem Weg zu nachhaltiger Mobilität

Energieeffiziente und emissionsarme Mobilität ist einer der Schwerpunkte im Programm EnergieSchweiz des Bundesamtes für Energie (BFE). So sollen bis zum Jahr 2010 insgesamt 20 000 Hybrid- und Elektrofahrzeuge sowie 30 000 Erdgasfahrzeuge in Betrieb gesetzt werden. Dies ist ein wesentlicher Beitrag zur Senkung des Treibstoffverbrauchs und der Freisetzung von CO₂. Für diese Ziele setzt sich insbesondere die von EnergieSchweiz unterstützte Agentur «EcoCar» ein. Immer mehr Privatpersonen wie auch Firmen und Flottenbetreiber sind an sparsamen und emissionsarmen Fahrzeugen interessiert und verwenden diese zur umweltschonenden Deckung ihrer Mobilitätsbedürfnisse.

verkauften Hybrid- und Erdgasfahrzeuge 2005 – trotz zum Teil mehrmonatigen Lieferfristen – auf rund 2500 Fahrzeuge gestiegen ist und damit einen Anteil von rund einem Prozent der gesamten Fahrzeugneukäufe erreicht hat.

Grosses Interesse an sparsamen Hybridautos

Hybridfahrzeuge (Fahrzeuge mit einer Kombination von Verbrennungsmotor und Elektromotor) und Erdgasfahrzeuge rücken immer mehr in den Mittelpunkt des Interesses, wenn von umweltschonenden Autos die Rede ist. Rund 1500 Hybridfahrzeuge und gegen 1000 Erdgasfahrzeuge konnten 2005 in der Schweiz in Verkehr gesetzt werden.

Mit 1084 verkauften Einheiten ist der Toyota Prius II auch hier zu Lande der unbestrittene Marktleader. Mit einigen neuen Optionen bei der Ausstattung erfreut er sich nach wie vor grosser Beliebtheit. Seine besondere Sparsamkeit – Normverbrauch nur 4,3 Liter Benzin pro 100 km – verdankt er insbesondere seinem cleveren Planetengetriebe: es ermöglicht, den Benzinmotor und Elektromotor, der etwa die gleiche Leistung, jedoch das vierfache Drehmoment aufweist, unter den verschiedensten Lastbedingungen kombiniert oder einzeln so einzusetzen, dass der Benzinmotor immer in einem günstigen Lastbereich betrieben wird, in dem er besonders effizient arbeitet und wenig Schadstoffe produziert. Zudem ermöglicht die Hybridtechnologie die Rekuperation der beispielsweise beim Bremsen oder Bergabfahren frei werdenden Energie. Aber auch weitere Massnahmen wie der besonders niedrige Luftwiderstandsbeiwert oder die speziellen Leichtlaufreifen tragen zur Senkung des Energieverbrauchs bei.



Erdgas- und Hybridfahrzeuge stehen an einer EcoCar-Expo zur Probefahrt bereit.

■ Wilfried Blum

1 Prozent der gesamten Fahrzeugneukäufe

Das Interesse an effizienten Fahrzeugen ist 2005 erneut stark gestiegen. Dies bezeugen beispielsweise die Verdoppelung der Besuche der e'mobile-Website www.e-mobile.ch und der spürbare Anstieg der Anfragen bei den regionalen Informations- und Beratungsstellen des Verbands. Gestiegen ist auch das Interesse an unverbindlichen Probefahrten, wie

sie e'mobile im Rahmen der diversen EcoCar-Expos während des Jahres in der ganzen Schweiz anbietet, und an der von e'mobile gebotenen marken- und treibstoffunabhängigen Beratung. Dass es dabei nicht beim blossen Interesse bleibt, beweist beispielsweise auch die Tatsache, dass die Zahl der in der Schweiz



Beispiele von Hybridfahrzeugen, die in der Schweiz angeboten werden: Toyota Prius Hybrid Synergy Drive (links) und Honda Civic Hybrid.



Adresse des Autors
Wilfried Blum
EnKomm GmbH
Sonnengartenstrasse 24
8630 Rüti



Erdgasfahrzeuge: Citroën C3 Erdgas (links) und Fiat Multipla Erdgas.

Mit dem gleichen, «Synergy Drive» genannten System arbeiten auch die Hybridfahrzeuge Lexus GS 450h und Lexus RX 400h, wobei sich allerdings sowohl deren Leistung als auch Verbrauch (rund 8 Liter pro 100 km) in einer deutlich höheren Klasse bewegen als beim Prius. Als Besonderheit kommt bei ihnen hinzu, dass ein weiterer Elektromotor speziell zum – bedarfsgesteuerten – Antrieb der Hinterräder eingesetzt wird, sodass mit ihnen als derzeit einzigem alternativ angetriebenen, käuflichem Fahrzeug ein Vierradantrieb angeboten wird.

Als Schweizer Premiere stellte Honda dieses Jahr den neuen Civic Hybrid vor, der technisch vollständig überarbeitet wurde und sich in einem neuen Look präsentiert. Sein Hybridantrieb ist kompakter

und effizienter als im Vorgängermodell Civic IMA, sodass der Verbrauch trotz Leistungssteigerung nur noch 4,6 Liter pro 100 km beträgt. Der Verbrennungsmotor verfügt über eine dreistufig variable Ventilsteuerung, ergänzt durch ein automatisches, stufenloses Getriebe, was beides zur optimalen Anpassung an unterschiedliche Lastbedingungen dient. Hinzu kommt die leistungsfähigere Motorunterstützung durch den Elektroantrieb, der das Fahrzeug unter bestimmten Fahrbedingungen auch ohne Benzinmotor antreiben kann. Der Elektromotor bietet 50% mehr Leistung als im bisherigen Modell, und die Batterie verfügt über eine um 30% höhere Leistung. Der Honda Civic Hybrid ist ab Frühjahr 2006 in der Schweiz erhältlich.

Mitglieder der Agentur EcoCar sind vier Organisationen:

- Der Verband *e'mobile* bezweckt die Förderung sparsamer und umweltfreundlicher Strassenfahrzeuge, beispielsweise mit Elektro- oder Hybridantrieb.
- Die *gasmobil AG* hat sich die Verbreitung von Erdgas und Biogas als Treibstoff im Schweizer Markt zum Ziel gesetzt, u.a. durch Ausbau des Tankstellennetzes.
- Der Verein *NewRide* unterstützt zusammen mit Kantonen und Gemeinden die Markteinführung von Elektroweirädern.
- Die *Fondazione VEL* fördert eine nachhaltige Mobilität und effiziente Fahrzeuge im Tessin und bereitet ein Bonus-Malus-System für die kantonale Motorfahrzeugsteuer vor.

Engagement des Verbandes e'mobile

Im Rahmen der Agentur «EcoCar» engagiert sich auch der Verband *e'mobile* für die Ziele von EnergieSchweiz. Die Schwerpunkte der Aktivitäten dieses Verbandes sind

- Ausstellungen wie der Multimarkenstand am Autosalon in Genf mit Hybrid-, Elektro- und Erdgasfahrzeugen und einem Bereich EnergieEtikette
- Probefahrten EcoCar-Expo an regionalen Ausstellungen
- Informationsveranstaltungen
- Informationsmittel wie die umfassende Internet-Seite www.e-mobile.ch, die Empfehlung «Ökologische Fahrzeugbeschaffung in öffentlichen Verwaltungen», ein elektronischer Newsletter oder Fachpublikationen zu effizienten Fahrzeugen mit Marktübersicht
- Infostellen in allen Sprachregionen

Nähere Informationen über diese Aktivitäten sowie detaillierte Angaben über die verschiedenen Fahrzeuge finden sich auf der Homepage des Verbandes unter www.e-mobile.ch.

Doppelt gemoppelt: Erdgasantrieb und Hybridtechnologie

Mit dem Prius II CNG ist in der Schweiz seit kurzem ein Auto verfügbar, das die Vorteile sowohl des Hybridsystems als auch von Erdgas als Treibstoff vereint. Die Umrüstung des Toyota Prius realisiert haben die Westschweizer Erdgasgesellschaften Holdigaz SA und Gaznat SA.

Der Prototyp basiert auf dem Toyota Prius II mit Hybrid Synergy Drive mit einem Benzin- und einem Elektromotor. Wird statt Benzin Erdgas als Treibstoff eingesetzt, erreicht das Erdgas-Hybridfahrzeug bei den CO₂-Emissionen noch tiefere Werte: Die 104 Gramm pro Kilometer im herkömmlichen Prius sinken auf nur noch 92 Gramm.

Die beiden Erdgas-Druckflaschen mit einem geometrischen Volumen von je 22 Litern sind anstatt des Reserverades unter dem Kofferraum untergebracht und vermindern den Laderaum nur minimal. Erdgasflaschen und -ausrüstung bringen ein zusätzliches Gewicht von rund 50 Kilogramm. Jede der beiden Druckflaschen fasst etwa 4,5 kg komprimiertes Erdgas. Das reicht für etwa 250 Kilometer. Mit dem zusätzlichen Benzinvorrat und der Hybridtechnologie kommt der Prius CNG auf die beachtliche Reichweite von rund 1300 Kilometer.

Wer einen Prius CNG anschaffen will, kauft das Auto ab Werk zum Preis ab 38 950 Franken plus allfälligen Optionen. Die Umrüstung auf Erdgasbetrieb kostet pauschal 6500 Franken.

Sauber und günstig fahren mit Erdgas

Mit Erdgas betriebene Fahrzeuge produzieren pro gefahrenem Kilometer bis zu 25% weniger Kohlendioxid (CO₂), bis zu 55 bis 85% weniger Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffe als Benzin- oder Dieselfahrzeuge und auch keinen Russ. Biogas aus Vergärungs- und Kläranlagen (Naturgas, Kompogas) ist sogar CO₂-neutral.

Zu diesen ökologischen Pluspunkten gesellt sich für den Betreiber noch der ökonomische Vorteil, dass Erdgas um rund ein Drittel günstiger getankt werden kann als Benzin.

Das Angebot an Erdgasfahrzeugen wächst laufend. Citroën, Fiat, Ford, Iveco, Mercedes, Opel, Peugeot, VW und Volvo bieten heute insgesamt 28 Personen- und Lieferwagenmodelle ab Werk für den Betrieb mit Erdgas und Biogas an.

Bei all diesen Fahrzeugen handelt es sich grundsätzlich um konventionelle Benzinautos, die mit einem zusätzlichen Gasspeicher ausgerüstet wurden und deren Motor an den Gasbetrieb angepasst ist. Sie können sowohl mit Erdgas als auch mit Benzin betrieben werden. Per

Hybridfahrzeuge/Elektrofahrzeuge

Knopfdruck kann – auch während der Fahrt – von Erdgas- auf Benzinbetrieb gewechselt werden. Bei leerem Gastank erfolgt dieses Umschalten automatisch, sodass eine Weiterfahrt ohne Unterbrechung möglich ist. Dieses «Bi-Fuel»-Konzept ermöglicht bei den meisten Modellen eine deutlich grössere Reichweite, ein Pluspunkt, der vor allem in der gegenwärtigen Aufbauphase des Erdgastankstellennetzes vorteilhaft ist.

Durch eine gezielte Motorabstimmung können die Emissionsvorteile bei gleichzeitiger Erhöhung des Motorwirkungsgrades genutzt werden. Je nach Konstrukteur ist der Motor der Fahrzeuge speziell auf den Erdgasbetrieb optimiert. Zum Teil weisen die Fahrzeuge bei Erdgasbetrieb eine niedrigere oder höhere Leistung als bei Benzinbetrieb auf, dasselbe gilt auch für den Verbrauch, der bei

Ergasbetrieb tiefer oder höher als bei Benzinbetrieb sein kann. Unterschiede zeigen sich auch von Modell zu Modell in der Reichweite bei Erdgas- bzw. Benzinbetrieb. Die Reichweite mit Erdgas liegt in der Regel zwischen 200 und 500 km. Bivalente Fahrzeuge können damit ohne Nachtanken bis zu 1000 km weit gefahren werden.

Bei modernen Erdgasfahrzeugen ab Werk bleibt der Innenraum meist weitgehend unangetastet. Die Tankbehälter werden Platz sparend Unterflur angeordnet.

Die Zahl der Erdgasfahrzeuge auf den Schweizer Strassen ist Anfang 2006 auf gegen 2000 gestiegen, und auch das Tankstellennetz ist auf über 60 Stationen gewachsen. Anfang 2007 werden es gegen 100 sein. Das Betanken ist genauso einfach wie mit flüssigen Treibstoffen.



Elektrofahrzeuge: Die neuen Elektrofahrzeuge von MES-DEA am Stand von e'mobile am Autosalon Genf 06 (oben) und Smart Elektro (unten).

Verschiedene Fahrzeugkonzepte im Vergleich

	Hybridfahrzeuge	Erdgasfahrzeuge	Elektrofahrzeuge
Stärken			
Freisetzung von CO ₂	+ Besonders effiziente Fahrzeuge mit mehr als 30% niedrigerem Benzinverbrauch und entsprechend tiefem CO ₂ -Ausstoss	+ Bei Erdgasbetrieb 25% tiefere CO ₂ -Emissionen, bei Verwendung von Biogas sogar CO ₂ -neutral	+ Keine CO ₂ -Emissionen beim Betrieb; bei Stromerzeugung abhängig von Kraftwerkstyp (in der Schweiz nahezu CO ₂ -frei)
Übrige Schadstoffe	+ Starke Reduktion der Schadstoffemissionen dank Vermeiden ungünstiger Lastbereiche des Benzinmotors	+ Bis zu 85% Reduktion der Emission anderer Schadstoffe	+ Keine Schadstoffemissionen beim Betrieb; bei Stromerzeugung abhängig von Kraftwerkstyp
Kosten	+ Dank mindestens 30% niedrigerem Verbrauch im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen entsprechend tiefe Treibstoffkosten	+ Rund 1/3 niedrigere Erdgaspreise als Benzin und Unterstützungsbeiträge seitens vieler Gasversorger	+ Energiekosten sehr tief (ca. 2 Franken pro 100 km bei Niedertarif)
Übrige Vorteile	+ Universelle Treibstoffversorgung an jeder Benzin-tankstelle	+ Diversifizierung der Energieversorgung + Bereits grössere Marken- und Modellpalette verfügbar	+ Diversifizierung der Energieversorgung + Ideal für Stop & Go- und Kurzstreckenbetrieb
Schwächen			
	- Derzeit noch Beschränkung auf einige wenige Modelle	- Derzeit noch beschränkte Anzahl von Erdgastankstellen (ca. 60 in der Schweiz) - Energieverbrauch gleich hoch wie konventionelle Fahrzeuge	- Investitionskosten v.a. infolge teuren Batterien hoch - Im Moment sehr beschränktes Modellangebot

Viele Interessenten stellen sich immer wieder die Frage, welches alternative Fahrzeugkonzept das «beste» sei. Wie so häufig gibt es nicht unbedingt eine allgemein gültige Antwort, wohl aber einige klare Feststellungen über spezifische Vor- oder auch Nachteile der einzelnen Konzepte.

Weltneuheit bei den Elektroautos aus dem Tessin

Nachdem es in den letzten Jahren bei den Elektrofahrzeugen in der Schweiz recht ruhig geworden war – die grossen Anbieter haben sich alle aus diesem Bereich zurückgezogen, serienmässig angeboten wurden nur noch die Dreiradfahrzeuge City-el und Twike –, sorgt nun die Tessiner Firma MES DEA mit zwei Elektrofahrzeugen für neue Schlagzeilen: Dem Twingo Quickshift Elettrica und dem Panda Elettrica, der in Genf als Weltneuheit präsentiert wurde.

Die Schweizer Firma aus Stabio rüstet beide Modelle mit ihrem Elektroantrieb und insbesondere mit ihrer ZEBRA-Batterie aus. Die in Stabio hergestellte ZEBRA-Batterie, deren Komponenten Nickel und Natriumchlorid (gewöhnliches Kochsalz) sind und die bei einer Betriebstemperatur von rund 300 °C arbeitet, bietet hervorragende Leistungen mit einer spezifischen Energie von 120 Wh/kg und einer spezifischen Leistung von mehr als 150 W/kg, d.h. rund das Vierfache einer Bleibatterie. Sie erfordert keine Wartung, bietet eine lange Lebensdauer und ermöglicht ausserdem ein vollständiges Recycling der Komponenten. Die in den Fahrzeugen eingesetzten Batterien wiegen rund

Autosalon Genf 2006: Grosser Auftritt alternativ angetriebener Fahrzeuge

An rund zwanzig Ständen waren am diesjährigen Autosalon in Genf alternativ angetriebene Fahrzeuge ausgestellt. Davon waren etwa zwei Drittel Hybridfahrzeuge und ein Drittel Erdgas-, Elektro- und Brennstoffzellen-Fahrzeuge. Zum Teil handelt es sich noch um Studien oder Konzeptfahrzeuge, vor allem unter den Erdgasfahrzeugen waren aber bereits auf dem Markt erhältliche Autos zu sehen. Auf jeden Fall macht die grosse Zahl alternativ angetriebener Fahrzeuge deutlich, dass sich in der Industrie in diesem Bereich einiges tut und dass in den kommenden Jahren einige interessante Neuheiten zu erwarten sind.

Die stärkste Ballung solcher effizienter und emissionsarmer Fahrzeuge fanden sich auf dem Stand von EcoCar, gasmobil, e'mobile, wo nicht weniger als acht Modelle verschiedener Marken präsentiert wurden: Die beiden auf dem Markt erhältlichen Hybridfahrzeuge Prius von Toyota und Civic Hybrid von Honda, zwei Elektrofahrzeuge mit leistungsfähigen Batterien und Elektroantrieb von der Schweizer Firma MES DEA sowie vier in der Schweiz kommerzialisierten Erdgasfahrzeuge, nämlich Mercedes Benz E200, Citroën C3 sowie von Opel der Combo und der Zafira.

Wie weit die Bemühungen in Sachen Energieeffizienz getrieben werden können demonstrierte daneben das Rekordfahrzeug PAC-Car II der ETH Zürich, das dank Unterstützung der EOS ebenfalls am «EcoCar»-Stand in Genf zu sehen war. Das ohne Fahrer nur 30 Kilogramm schwere, mit Wasserstoff über Brennstoffzellen und Elektromotoren angetriebene Gefährt erreicht eine Höchstgeschwindigkeit etwa 40 km/h und stellte im Juni 2005 den Weltrekord mit einem Verbrauch von weniger als 0,02 Liter Benzinäquivalent pro 100 Kilometer.



Der EcoCar-Stand mit Elektrofahrzeugen.

ter zu reduzieren. Gleichzeitig soll in Zusammenarbeit mit engagierten Partnern der Vertrieb in der ganzen Schweiz aufgebaut werden. Eine Vorreiterrolle nehmen dabei die KWO in Innertkirchen ein, die eine Endmontage der Fahrzeuge im Oberhasli und den Verkauf und die Betreuung der Fahrzeuge in der Deutschschweiz erwägen.

Vom grundsätzlichen Interesse zum praktischen Einsatz

Für einen aktiven Beitrag zur Verbesserung der Luft und zur Verhinderung des Klimawandels sind Bemühungen um eine effiziente und umweltgerechte Mobilität dringend gefragt. Mit seiner «Empfehlung für die Fahrzeugbeschaffung unter Berücksichtigung von Umweltaspekten» gibt der Verband e'mobile vor allem öffentlichen Verwaltungen, aber auch anderen Interessenten ein praktisches Instrument in die Hand, mit dem sie ihre Fahrzeugbeschaffung entsprechend steuern können.

Im Zentrum stehen alternative Antriebstechniken, insbesondere Erdgas- und Hybridfahrzeuge, die hinsichtlich Verbrauch, Klimawirkung und Luftschadstoffen beträchtliche Vorteile haben.

Die Checkliste bietet praktische Hinweise für das Vorgehen unter den individuellen Bedingungen einer Gemeinde oder Verwaltung. Sie liefert insbesondere viele Angaben und direkte Links zu den zahlreichen Quellen von Detailinformationen, die bei der Entscheidungsfindung hilfreich sind. Sie ist jedoch keine Suchmaschine, bei der alle denkbaren Anforderungen eingespeist werden können und die dann per Knopfdruck die optimale Lösung liefert. Details siehe www.e-mobile.ch.

160 kg und weisen eine Kapazität von knapp 20 kWh auf. Damit erreichen die Fahrzeuge eine Reichweite von rund 130 km pro Batterieladung und eine – elektronisch begrenzte – Höchstgeschwindigkeit von 110 bzw. 120 km/h. Die Nenn- bzw. maximale Leistung der Asynchronmotoren liegt bei 16 bzw. 36 kW.

Nachdem sich bereits 50 Twingo Quickshift Elettrica im Kanton Tessin im praktischen Einsatz bewähren, hat MES-DEA S.A. beschlossen, eine Serienproduktion von 500 Twingo-Fahrzeugen zu beginnen, um der schon bestehenden Nachfrage in der Schweiz und in Italien nachzukommen und um die Kosten wei-



Stand e'mobile am Autosalon Genf 2006: Bundespräsident Leuenberger am EcoCar-Stand mit René Bantz, Präsident von e'mobile.

Sur le chemin de la mobilité durable

Promouvoir une mobilité énergétiquement efficace et générant de faibles émissions est une des priorités du programme SuisseEnergie de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). L'objectif est que d'ici 2010, 20 000 véhicules à propulsion électrique ou hybrides ainsi que 30 000 véhicules à gaz naturel soient mis en circulation. Cela contribuera de manière substantielle à diminuer la consommation de carburant et les rejets de CO₂. L'agence « EcoCar », soutenue par SuisseEnergie, s'engage particulièrement pour l'atteinte de ces objectifs. De plus en plus de privés, d'entreprises et d'exploitants de flottes de véhicules sont intéressés par des véhicules économiques qui ne libèrent que peu d'émissions de gaz polluants. Ils les utilisent pour satisfaire leur soif de mobilité tout en prenant soin de l'environnement.