

# SPECTRUM

Technologie - Highlights aus dem FEV-Arbeitsspektrum

Ausgabe 38, September 2008



# 30

Jahre FEV



## One World – One Dream

One World – One Dream! Unter diesem Motto schaute die Welt auf Peking, wo bei den Olympischen Spielen die besten Sportler um Gold kämpften.

Sieben Jahre hat sich China auf dieses große Ereignis vorbereitet, um sich den Gästen aus aller Welt zu präsentieren. FEV nimmt die atemberaubenden Entwicklungen im Reich der Mitte schon seit langer Zeit aus unmittelbarer Nähe wahr. China ist zu einem der größten Pkw-Absatzmärkte geworden und entwickelt sich zunehmend zu einem der Dreh- und Angelpunkte der globalen Automobilindustrie. Folglich überrascht es nicht, dass auch in diesem Markt modernste Antriebstechnologien bereits auf dem Weg zum Endverbraucher sind.

### INHALT

Seite 1	One World – One Dream
Seite 4	Das Leistungspotenzial moderner Dieselmotoren mit niedrigsten Rohemissionen
Seite 6	FEV-SprayGuidedTurbo Entwicklungsfahrzeug
Seite 7	Das neue FEV Dauerlaufprüfzentrum
Seite 7	FEV Turbolader-Prüfstand
Seite 8	Elektrofahrzeuge

**Wie die Olympioniken, so hat auch die automobiler Welt einen Traum:** Die beste Antriebstechnologie als Antwort auf die Fragen nach nachhaltiger, bezahlbarer und umweltverträglicher Mobilität. Die chinesische Regierung hat sich dieser Aufgabe verpflichtet und erwartet fortschrittliche Antriebslösungen. Darum wird seit geraumer Zeit auch die Entwicklung von Hybridantrieben öffentlich gefördert und die ambitionierten chinesischen Firmen haben ehrgeizige Entwicklungsprogramme gestartet.

Einer der bedeutendsten Hersteller, ChangAn Automobile (Group) Co. Ltd. mit Sitz in ChongQing, entfaltet schon ▶



<http://www.fev.com>

Besuchen Sie unseren Stand auf dem  
**17. Aachener Kolloquium**  
06. – 08. Oktober 2008

# 38

## Zum Geleit



Liebe Spectrum-Leser,  
vollzieht sich momentan ein Paradigmenwechsel in der Antriebstechnik?

Dauerhaft hohe Ölpreise in Kombination mit dem unsicheren Kenntnisstand bezüglich der CO<sub>2</sub>-Problematik und den Mobilitätswünschen auch in den Schwellenländern haben Bewegung in die Bewertung heutiger und zukünftiger Antriebsstrategien gebracht. Der gesellschaftlich weitgehende Konsens, dass ein konventionelles Automobil die optimale Lösung sei, gerät ins Wanken. Jetzt in aller Munde: das Elektroauto.

Große Automobilhersteller verkünden die Markteinführung, und neue Anbieter versuchen sich in diesem „New Deal“ zu positionieren.

Elektroautos werden sich in den nächsten Jahren immer mehr vom Nischen- zum Standardprodukt entwickeln. Dieser Trend wird durch politisch gesetzte Randbedingungen beschleunigt.

FEV ist für die Zukunft gerüstet und bereits seit Jahren wegweisend unterwegs in der Elektrifizierung des Fahrens. Wir sind führend in der Entwicklung von Hybridantrieben einschließlich Plug-in-Hybrid, einer Stufe dieser Elektrifizierung. Die vielen heute noch offenen Fragestellungen wurden als Herausforderungen angenommen: Große Anstrengungen werden unternommen zur Optimierung von Elektromotoren und der Steuerungstechnik und zur Integration der E-Motoren in die Getriebe; Verbrennungsmotoren werden als Range-Extender an die neuen Betriebsbedingungen angepasst, und auch die Batterieentwicklung gehört heute zu den Aufgaben der FEV.

Es ist kein Paradigmenwechsel, der sich hier vollzieht – es ist eine schrittweise Entwicklung zur Sicherung der weltweiten Mobilitätswünsche.

Ihr

Dr.-Ing. Ernst Scheid  
Geschäftsführer

► vor Jahren Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf dem Gebiet der Elektro-Hybrid-Fahrzeuge. Nach anfänglicher Konzeptarbeit wurde Anfang des Jahres 2006 die Entscheidung zur Serienentwicklung eines eigenen Hybridfahrzeuges mit dem Ziel einer Serieneinführung im Jahr 2008 getroffen.

Die Entwicklungsziele waren schnell definiert: Eine beachtliche Verbrauchseinsparung bei gleichzeitiger Verbesserung der Fahrleistungen (fun-to-drive) mit einem adäquaten Stand hinsichtlich Sicherheit und Haltbarkeit. Diese Eigenschaften sollten leicht auf Akzeptanz im Markt stoßen.

Für ChangAn ist es schon traditionell wichtig, dem chinesischen Kunden angemessene und bezahlbare Automobile anzubieten. Darum stand von Anfang an die Herausforderung im Mittelpunkt, inländische Zulieferer in den Entwicklungsprozess der Hybrid-Komponenten und Systeme einzubinden. Für FEV bedeutete dies eine intensive Kommunikation und Zusammenarbeit mit neuen Marktteilnehmern.

Am Anfang stand eine Konzeptphase, in der alle Randbedingungen analysiert wurden. Die wichtigsten Zulieferer wurden frühzeitig nominert, Spezifikationen für die Kernkomponenten wurden erarbeitet und mit den Zulieferern abgestimmt, woraus sich eine intensive Zusammenarbeit entwickelte. Die hochmotivierten ChangAn-Ingenieure wurden in das Entwicklungsteam eingebunden. So wurden mittels Simulationsarbeit die globalen Entwicklungsziele auf Subsystem-Ebene heruntergebrochen und durch zusätzliche CAE-Aktivitäten abgesichert. Auch das Package-Design der Hybrid-Komponenten im Zielfahrzeug war eine der gemeinschaftlich angegangenen Ingenieuraktivitäten.



Nach kurzer Zeit schälte sich das folgende Konzept heraus: Der Parallel-Hybrid mit integriertem Starter/Generator (ISG), versorgt aus einer 144V Nickel-Metalhydrid (NiMH) Batterie sollte eine Stopp-Start-Funktionalität, regeneratives Bremsen und eine Drehmomentunterstützung bei der Fahrzeugbeschleunigung gewährleisten. Die Messlatte wurde mit einer Reichweitenverbesserung um 20% festgelegt, wozu sowohl die Hybridisierung als auch ein im Konzept enthaltenes Downsizing beitragen. So werden in



der Hybridversion des Fahrzeuges mindestens ebenso gute Fahrleistungen verwirklicht wie in der von einem hubraumgrößeren Motor angetriebenen Basisversion.

Nach der Konzeptphase ging es an die Umsetzung in die A-Muster-Fahrzeuge. Die ersten Erfahrungen und Testergebnisse waren vielversprechend und alle Ziele erwiesen sich als realistisch. In der nachfolgenden B-Muster-Phase wurde der Fokus vermehrt auf die mit einer Serienfertigung verbundenen Aspekte gelenkt. Hierzu gehörte, dass neben den funktionalen Aspekten auch ein Diagnose-System definiert und in die Steuerungssoftware implementiert werden musste. Auch hier hatte sich die Arbeit an den spezifischen Anforderungen des chinesischen Marktes orientiert. Ein weiteres Software-Modul der Hybrid Control Unit (HCU) war dem End-of-Line-Test des Fahrzeuges gewidmet, wobei diese Prozedur in die bei ChangAn etablierte Fahrzeug-Montagelinie zu integrieren war.

Mit B-Muster-Fahrzeugen, die bereits all diese zusätzlichen Anforderungen erfüllen, wurden die üblichen Erprobungstests unter klimatischen Extrembedingungen (Winter, Sommer, Höhe) durchgeführt, wobei der Testkatalog um Hybrid-spezifische Testprozeduren erweitert wurde. Nachdem diese Tests im wesentlichen positiv verliefen, wurde Anfang 2008 von unserem Kunden der Plan gefasst, diese ChangAn-Neuentwicklung während der Olympischen Spiele im August 2008 der Öffentlichkeit zu demonstrieren. Hierzu wurde bereits im Juni eine Flotte von 25 Fahrzeugen nach Peking entsandt und dort im Taxi-Betrieb eingesetzt, was zum Validierungsprozess maßgeblich beitrug.

Innerhalb FEV ist dieses Projekt in die vielfältigen Aktivitäten in Form eines wissensbasierten Netzwerkes eingebunden, welches uns zu einem der angesehensten Entwicklungsdienstleister auch auf dem Gebiet der Hybridtechnik qualifiziert hat. Projekte wie das hier vorgestellte werden von intern



geführten Programmen im Rahmen der FEV-eigenen F&E-Aktivitäten sowie von Investitionen begleitet. Aufgrund dieser Anstrengungen verfügen wir heute über die modernsten Test- und Simulationseinrichtungen für die Hybridentwicklung. Aktuell decken wir mit unseren Kompetenzen die gesamte Bandbreite von der Software bis zu den Hardware-Komponenten, von der maßgeschneiderten Optimierung des Verbrennungsmotors über das Layout der elektrischen Komponenten bis hin zum Batteriesystem ab, worüber in der FEV Spectrum Ausgabe 37 erst kürzlich berichtet wurde.

Wir sind stolz darauf, dass wir ChangAn in dieser Entwicklung unterstützen konnten, und wir haben mit Freude den Auftritt unseres Kunden am Rande der Olympischen Spiele erlebt. Dankbar sind wir auch für die reichhaltigen Erfahrungen und die Lessons Learned, die wir in den vergangenen zwei Jahren in der Zusammenarbeit mit unserem Auftraggeber in diesem begeisternden Projekt sammeln durften.

Nach Olympia feiern die Athleten ihre Erfolge oder aber sie motivieren sich für einen erneuten Anlauf in 4 Jahren. Für uns bei FEV hingegen geht die Herausforderung ohne Unterbrechung weiter. Vielleicht können wir ja auch in Ihren Plänen eine Rolle spielen.

wolters@fev.de



## Das Leistungspotenzial moderner Dieselmotoren mit niedrigsten Rohemissionen – Schlüsselement für die CO<sub>2</sub>-Optimierung zukünftiger Fahrzeuggenerationen

Der moderne DI-Dieselmotor stellt auf Grund seines hohen Prozesswirkungsgrads und seines günstigen Drehmomentverlaufs seit zwei Jahrzehnten eine verbrauchsgünstige und attraktive Motorisierung für moderne Pkw dar. Im Zuge seiner steigenden Marktakzeptanz durch verbesserte Fahrdynamik und Akustik unter Beibehaltung des niedrigen Kraftstoffverbrauchs sowie Einhaltung verschärfter Emissionsanforderungen hat er in der jüngsten Vergangenheit wesentlich zur Absenkung des Flottenverbrauchs im Sinne der ACEA-Selbstverpflichtung beigetragen. Die in der jüngeren Vergangenheit aufgetretenen Anzeichen klimatischer Veränderungen durch Nutzung fossiler Energieträger und die Auswirkungen der sich abzeichnenden Ressourcerverknappung auf die Kraftstoffpreise haben weltweit herstellübergreifend den Kraftstoffverbrauch in den Fokus der Entwicklung gerückt.

Zur Erfüllung der sich daraus ergebenden steigenden Anforderungen ist auch das Brennverfahren neu aus-

zulegen, um durch deutlich abgesenkte Rohemissionen die Nachteile von Abgasnachbehandlungssystemen (z. B. DPF) zu verringern und Verbesserungen im Kraftstoffverbrauch zu realisieren. Vor diesem Hintergrund wurden bei der FEV alle Auslegungsparameter von Dieselmotoren nochmals sorgfältig analysiert und hinsichtlich zukünftiger Anforderungen neu bewertet. Als Synthese dieser Arbeiten entstand das FEV Brennverfahren **HECS (High Efficiency Combustion System)**, mit dem durch eine konsequente Auslegung auf hohe AGR-Toleranz auch im hohen Teillastbereich geringste Stickoxidemissionen bei günstigstem Kraftstoffverbrauch realisiert werden.

Die **Kernelemente dieser optimierten Brennverfahrensdefinition sind:**

- Optimierung der Gemischbildung (Kraftstoffeinspritzung, Drall)
- Verbesserte Zylinderfüllung durch optimierten Ladungswechsel (Aufladung, Kanalkonzept, Strömungsverluste)
- 2-stufige Aufladung und kombinierte Hochdruck- und Niederdruck-AGR
- Anpassung Brennraum an Luft- und Kraftstoffsystem (Geometrie, Verdichtungsverhältnis)
- Intensierte Kühlung (Luft, AGR)
- Adaption leistungsfähiges Glühsystem

Die Erkenntnisse aus der Prozessanalyse bilden die Grundlage für die Darstellung eines eigenen Prototypmotors auf Basis eines am Markt verfügbaren 1,6l 4-Zylindermotors mit optimierten Komponenten und Subsystemen (s. Titelbild). Die konsequente Umsetzung der dargestellten Technologiepakete ermöglicht es, einen leistungsreichen 2,2l 4-Zylindermotor durch das modifizierte 1,6l Aggregat mit 2-stufiger

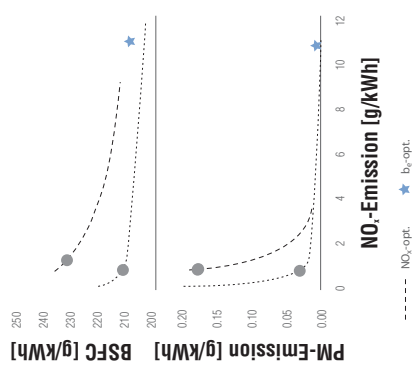
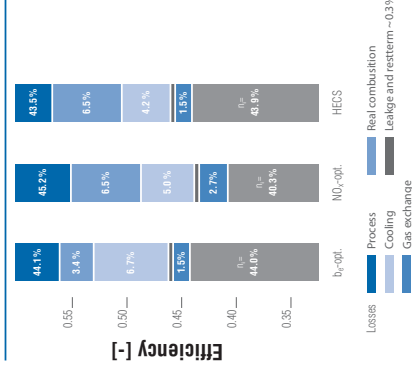


Abb. 1: Emissionsverhalten und Wirkungsgrad des Motors (Teillastbetriebspunkt bei ~2300 U/min)

Motorgröße gegenüber dem größeren Ausgangsmotor verbessern. Erheblich gesteigerte AGR-Raten durch den Übergang auf magere Verbrennungsluftverhältnisse durch verbesserten Ladungswechsel und deutlich abgesenkte Ladungstemperaturen erlauben eine deutliche Absenkung der Motorrohmissionen, so dass neben dem verbesserten NO<sub>x</sub>/PM-Trade-Off auch ein verbesserter NO<sub>x</sub>/be-Trade-Off erzielt wird (s. Abb. 1).

Die Integration eines neuartigen Regelungskonzeptes auf Basis modellbasierter Strukturen und die Verknüpfung dieser Strukturen mit innovativen Ansätzen zur Verbrennungsregelung mit Hilfe von Drucksensor-Glühkerzen ermöglichen eine nahezu ideale Abstimmung der Verbrennungsparameter auf niedrigste NO<sub>x</sub>-Emissionen. Die ebenfalls erheblich verbesserten PM-Rohmissionen garantieren darüber hinaus verlängerte Regenerationsintervalle für den DPF-Betrieb mit der Folge weiter verbesserter Verbrauchswerte im realen Alltagsbetrieb.

Im Sinne einer vollständigen Potenzialanalyse die-selmotorischer Antriebssysteme können die auf-gezeigten Verbesserungen mit Entwicklungen in an-deren Bereichen vorteilhaft kombiniert werden. Hierbei sind insbesondere die nachfolgenden Aspekte zu nennen:

- Optimierung Mechanik und Vermeidung von Ver-lusten (Reibung, ...)
- Hybridisierung (Start/Stop, Rekuperation, Boost-Funktion, ...)
- Fahrzeugseitige Verbesserungen (Gewicht, Luft-/Rollwiderstand, ...)
- Antriebsstrangoptimierung (Getriebeverluste, Über-setzungen, ...)

Bei einem heutigen Mittelklassefahrzeug (SMK: 1590 kg) sind unter Berücksichtigung des HECS-Konzeptes sowie vorteilhafter Verknüpfung mit weiteren Techno-logiekonzepten Reduktionsraten von mehr als 40% unter Beibehaltung oder Verbesserung des heutigen Fahrkomforts denkbar.

Wir arbeiten in einer Vielzahl von Projekten an einer weiteren Verbrauchsreduktion beim Dieselmotor, um auch in Zukunft dem Kunden eine individuelle Mobilität mit geringem Kraftstoffverbrauch und Emis-sionen zu ermöglichen. Neben der Darstellung von innovativen Konzept- und Demonstrationsfahrzeu-gen mit zukünftiger Antriebstechnologie sind wir in verschiedenen Serienentwicklungsprogrammen für den weltweiten Fahrzeugmarkt aktiv – wir würden uns freuen, auch Sie bei der Erreichung Ihrer Ziele unterstützen zu können.

koerfer@fev.de

## FEV-SprayGuidedTurbo Entwicklungsfahrzeug – Plattform zur Darstellung von CO<sub>2</sub>-Reduktionsmaß- nahmen

Downsizing in Verbindung mit Turboaufladung bei Ottomotoren gilt derzeit als vielversprechender Weg zur Absenkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. FEV hat vor diesem Hintergrund einen neuen hocheffizienten Antriebsstrang entwickelt und demonstriert das Potenzial zur Kraftstoffverbrauchsreduzierung sowie Fahrbarkeit in einem Fahrzeug auf Basis des Ford Focus ST. Die Motorneukonstruktion eines 1,8L-Benzinturbomotors beinhaltet stufenlos variable Ein- und Auslasssteuerzeiten, Direkteinjektion in zentraler Lage mit Piezo-Injektoren sowie eine FEV-Prototypenmotorsteuerung, deren Software komplett von FEV entwickelt und adaptiert wurde. Die Leistung des Motors beträgt 160 kW bei einem maximalen effektiven Mitteldruck von 22,4 bar. Zur Darstellung des erforderlichen Liefergrades und der gewünschten Ladungsbewegung trug wesentlich die durchgeführte CMD-Kanalauslegung bei. Die Kühlung des Zylinderkopfs, insbesondere von Injektor und Zündkerze, wurde mittels CAE-Auslegung optimiert. Untersuchungen zum geschichteten Brennverfahren auf dem Motorprüfstand ergaben Potenzial zur Verbrauchsreduzierung mit einem Wert von ca. 310 g/kWh im Betriebspunkt 2000 1/min, 2 bar.

Im ersten Schritt wird ein neues elektrohydraulisch aktuiertes Hybridgetriebe mit sieben Vorwärtsgängen plus Rückwärtsgang und einfacher, trockener Anfahrkupplung integriert werden, bei dem der Elektromotor des Hybrids direkt an den Radsatz des Getriebes angebunden ist. Durch das spezielle Radsatzlayout kann der Elektromotor während der Gangwechsel boosten, so dass keine Zugkraftunterbrechung auftritt. Das Getriebe vereint so die Vorteile des Doppelkupplungsgetriebes (Zugkraftunterbrechungsfreies Schalten) mit dem effizienten, kostengünstigen Aufbau automatisierter Handschalthebel. Weitere Funktionen des Getriebes sind ein rein elektrischer Fahrbetrieb und der Antrieb eines Klimakompressors während Start/Stop-Phasen. Gegenüber dem Basisfahrzeug mit 2,5L Turbomotor und manuellem Sechsganggetriebe weisen Simulationsrechnungen für ein Downsizingkonzept mit 1,8L-Turbo und Schichtbetrieb 26 % und bei hybridisiertem Antriebsstrang eine Verbrauchsreduzierung von ca. 34 % im NEFZ bei besseren Fahrleistungen aus.

Weiterhin wird CAI (Controlled Auto Ignition) mit einem durch FEV entwickelten Verfahren zur kontrollierten Selbstzündung im Fahrzeug dargestellt werden. CAI bietet aufgrund der sehr niedrigen Rohemissionen Potenzial, die aufwändige NO<sub>x</sub>-Abgasnachbehandlung zu vermeiden und gleichzeitig ähnliches Verbrauchsreduktionspotenzial wie der geschichtete Magerbetrieb zu erreichen.

Das Fahrzeug dient weiterhin als Demonstrator verschiedener zukünftiger Antriebstechnologien zur CO<sub>2</sub>-Reduktion wie geschichteter Motorbetrieb ( $\lambda > 1$ ), Hochlast-AGR, unterschiedliche Aufladetechniken, Ethanolbetrieb sowie für die Optimierung von Abgasnachbehandlungskonzepten wie NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysatoren und SCR. Die geplanten Untersuchungen zur NO<sub>x</sub>-Reduktion mittels SCR bieten eine verbrauchsünstigste Alternative zur NO<sub>x</sub>-Speicher-Katalysatortechnik. Weiterhin bietet die zentrale Injektion im Lambda-1-Betrieb ohne zusätzliche Abgasnachbehandlungsmaßnahmen zu erfüllen.



Abb. 1: Prototypfahrzeug zur Darstellung unterschiedlicher CO<sub>2</sub>-Reduktionstechniken

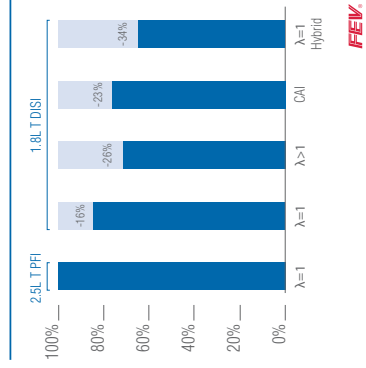


Abb. 2: CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale des SGT-Fahrzeugdemonstrators

## Das neue FEV Dauerlauf- prüfzentrum

Nach 13 Monaten Bau- und Inbetriebnahmezeit sind im Juli 2008 bereits 19 Prüfstände in produktiven Betrieb gegangen. Ab Oktober 2008 werden die noch in der Inbetriebnahme befindlichen Prüfstände für Tiefkälte- und Untersuchungen am Gesamtantriebsstrang für Kunden bereit stehen.

Am Standort in Brehna werden, dank der modernen Ausrichtung des Prüfstands, bereits seit Beginn des Ramp-Up Dauererprobungsprogramms von Motoren mit Sonderkraftstoffen (E85) und von Hochleistungsmotoren mit Leistungen von weit über 300 kW bei hochdynamischer Betriebsweise im vollkontinuierlichen Prüfstandbetrieb abgewickelt. Es laufen in separaten Prüfprogrammen weiterhin Sonderuntersuchungen zur Mechanikentwicklung kritischer Komponenten solcher Hochleistungsmotoren mit umfangreicher Mess- und Analysetechnik. Für die effiziente Abwicklung der Tests mit Laufzeiten von teilweise über 22 h/Tag im Schichtbetrieb sind ca. 90 erfahrene und geschulte DLP-Mitarbeiter im Prüfstand und in der zentralen Leitwarte.



## Kernpunkte dieses modernsten Dauerlaufprüfzentrums sind:

- Prüfung mit fahrzeugetreuer Abgasanlage einschließlich der Nachbehandlung für Langs- und Queraufbau
- Umweltrechtliche und behördliche Zulassung sowie technische Ausstattung zum Betrieb mit Sonderkraftstoffen und Mischungen (Ethanol und Methanol, Biodiesel, ...)
- Vollkontinuierliche Betriebsweise (365 Tage/Jahr, 7 Tage/Woche, 24 h am Tag)
- Zentrales Leitwartenzentrum
- Vollständige und durchgängige Planung der Unternehmensressourcen (Verfügbarkeit, Instandhaltung/-Wartungsbedarf, ...)

... für maximale Effizienz in der Dauererprobung

trampert@fev.de

## Boosting the Future:

### FEV Turbolader-Prüfstand

Eine der größten Herausforderungen bei der Entwicklung des Antriebsstrangs ist die Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Downsizing in Verbindung mit Aufladung ist heute eine Schlüsseltechnologie zur Erreichung künftiger Kraftstoffeffizienzziele bei Diesel- und Benzinmotoren.



Um eine ähnliche oder sogar bessere Leistung und Fahrbarkeit mit einem Downsizing-Motor zu erreichen, ist die Anpassung und Optimierung des Turboladers ein integraler Bestandteil des heutigen Motorenentwicklungsprozesses.

Mit seinem neuen Heißgasturbolader-Prüfstand ergänzt FEV den vollständigen Optimierungsprozess aufgeladener Motoren, der vom Konzept-Layout bis hin zur Prüfstandoptimierung und -validierung reicht, um ein wichtiges Werkzeug. Das Prüfstandskonzept basiert auf einer bewährten Konstruktion, die um zusätzliche Leistungsmerkmale mit weiterentwickelten Messfunktionen aufgestockt wurde.

## Die Hauptspezifikationen sind:

- Massendurchsatzbereich von 0,01 kg/s bis 1 kg/s (Kompaktwagen bis Schwerlast-Nutzfahrzeug)
- Hohtemperaturtauglich bis 1200 °C
- Hohe Turbinenexpansionsverhältnisse bis 5
- Twin-Scroll-Turbinenvermessung mit Variation des Strangdruckverhältnisses
- Separate Steuerung des Kompressorstromes zum Erweitern des Turbinenmessbereichs
- Vollautomatische Datenerfassung

Die flexible Prüfstandeinrichtung erlaubt die Erzielung von Turboladerkennfeldern gemäß allen modernen Grenzbedingungen entweder für einstufige oder für mehrstufige Turboladersysteme. Im Rahmen des Entwurfs neuer und weiterentwickelter Anordnungen von Turbomaschinenkomponenten ermöglichen die direkte Verknüpfung mit der CFD-Analyse und dem Motortest bei FEV die Gewinnung tief greifender Erkenntnisse zur Interaktion zwischen Motoren und Turboladersystemen.

wedowski@fev.de

## Elektrofahrzeuge – Plug-Ins mit und ohne Range-Extender

Die Elektrifizierung der Kraftfahrzeuge schreitet rapide voran. Am Ende dieser Evolution scheint das Elektrofahrzeug zu stehen, das die lokalen Abgasemissionen eliminiert. Dabei wird die elektrische Energie durch das Nachladen der Batterie über das Elektronetz zur Verfügung gestellt (Plug-Ins).

Frühere Versuche Elektrofahrzeuge auf den Markt zu bringen waren unter anderem aufgrund der geringen Reichweite wenig erfolgreich. Neue Entwicklungen bei der Batterietechnologie reduzieren dieses Problem und bieten eine beträchtliche Steigerung der Reichweite. Aber selbst damit werden nicht die Reichweiten eines konventionellen Fahrzeuges erreicht. Um diese Hürde auf dem Weg zum Elektrofahrzeug zu überwinden, kann ein sogenanntes „Range-Extender“-Fahrzeug die Vorteile von teilweise „Null-Emissionen“ mit dem Komfort einer normalen Fahrzeugreichweite bieten. In dieser Kombination ist das Fahrzeug mit einem zusätzlichen (kleinen) Verbrennungsmotor ausgestattet, der als zusätzliche Energiequelle wirkt, falls die Batterie nicht genügend Energie aufweist (siehe Abb. 1).

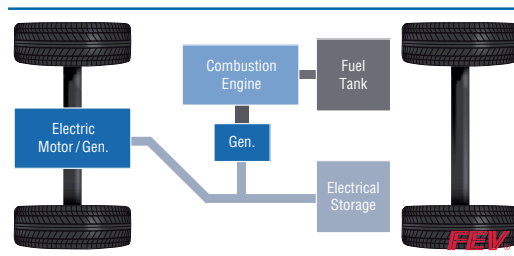


Abb. 1: Range-Extender PHEV-Konzept

Der Anreiz für Elektro- oder „Range-Extender“-Fahrzeuge ist besonders ausgeprägt in den USA. Zur Zeit werden dort Steuervergünstigungen in Höhe von bis zu US\$ 7,000 pro Fahrzeug diskutiert. Dadurch hat die Entwicklung von Elektrofahrzeugen, entweder mit reinem Elektroantrieb oder als Range-Extender mit Plug-In Fähigkeit, ein enormes Interesse erreicht.

FEV hat mehrere solcher Versuchsfahrzeuge für verschiedene Kunden entwickelt und gebaut. Eine

der Herausforderungen dabei ist die komplett neue Technologie (Li-Ion-Batterie, Elektromotoren, Steuerungstechnik, etc.), für die kein Benchmark existiert und keine existierende Fahrzeugerfahrung. Dies erfordert vollkommen neue Entwicklungsprozesse und -prüfstände. Ein Beispiel ist die Notwendigkeit, Elektromotoren zu testen, sowie die Regelungsstrategien schon auf dem Prüfstand zu entwickeln. Dafür ist das Vorhandensein eines Batterieemulationssystems unabdingbar, aber auch die Fähigkeit des Prüfstandes, die Energierückgewinnung beim Bremsvorgang zu simulieren. Die Erfahrungen bei FEV zeigen, dass bei Nutzung solcher Prüfstände die Kalibrierung im Fahrzeug auf wenige Tage beschränkt werden kann. Abbildung 2 zeigt einen der FEV-Elektromotor-Prüfstände.

Mit dieser neuen Technologie sind auch neue technische Herausforderungen verbunden. Zum Beispiel erhöht sich die Komplexität des Kühlsystems enorm, mit bis zu 6 Kühlkreisläufen im Fahrzeug. Eine weitere Herausforderung ist die Betriebsstrategie des Verbrennungsmotors mit dem Generator. Da der Motor keine mechanische Verbindung zu den Rädern hat, bestimmt nur der Energiebedarf des Generators den Betriebspunkt des Verbrennungsmotors. Aber gerade dabei entscheidet das Fahrzeug und der Fahrzyklus, wann der Verbrennungsmotor startet, und in welchem Betriebspunkt er betrieben wird.



Abb. 2: FEV Elektromotor-Prüfstand

Mit mehreren Fahrzeugprojekten wurde inzwischen bei FEV die Plug-In Fähigkeit demonstriert, und es konnten unter rein elektrischem Betrieb Reichweiten von mehr als 40 Meilen erreicht werden. Weitere Untersuchungen laufen derzeit. Die nächsten Monate werden daher eine Vielzahl von wichtigen und interessanten Informationen aus solchen Versuchsfahrzeugen liefern.

wolschendorf@fev-et.com

## IMPRESSUM

FEV Motorentechnik GmbH  
Neuenhofstraße 181  
52078 Aachen · Germany  
Telefon +49 (0) 241/56 89 - 0  
Fax +49 (0) 241/56 89 - 119  
E-Mail marketing@fev.com  
Internet http://www.fev.com

FEV, Inc.  
4554 Glenmeade Lane  
Auburn Hills, MI 48326-1766 · USA  
Telefon +1 (0) 248/373 - 60 00  
Fax +1 (0) 248/373 - 80 84  
E-Mail marketing@fev-et.com  
Internet http://www.fev.com

FEV China Co., Ltd.  
No. 35 Xinda Street Qixianling  
High Tech Zone · 116023 Dalian · China  
Telefon +86 (0) 411/84 82 - 16 88  
Fax +86 (0) 411/84 82 - 16 00  
E-Mail fev-china@fev.com  
Internet http://www.fev.com

