



© Union Pacific - all rights reserved

## Der neue General Electric GEVO-Motor für Tier2-Lokomotiven

Besuchen Sie unseren Stand auf dem  
**SAE World-Congress**  
8.- 11. März 2004 in Detroit

Die neuen EPA Tier2-Abgasvorschriften für US-Lokomotiven bedeuten eine große Herausforderung bezüglich NOx und Partikelreduktion bei gleichzeitiger Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs. Um keine Kompromisse bezüglich Kraftstoffverbrauch, Zuverlässigkeit, Dauerhaltbarkeit und anderer wichtiger Kundenanforderungen eingehen zu

müssen, entschied sich General Electric zur Entwicklung einer neuen Motorenplattform, die die Erfüllung der Tier 2 und weitergehenderer Abgasanforderungen ermöglicht. Die ersten Motoren der neuen GEVO-Familie sollen ab 2005 in die Evolution Series Lokomotiven eingebaut werden. Während der Entwicklung war die FEV, in enger Zusammenarbeit mit GE, für Konstruktion, Berechnung und Mechanikerprobung der neuen Motoren verantwortlich.

Der Motor wurde entwickelt als 12- und 16-Zylinder Variante mit 250 mm Bohrung und 320 mm Hub. Mit dem 12-Zylinder Motor erreicht man damit die gleiche Leistung von 3.660 kW wie mit dem bisherigen GE-Serienmotor mit 16 Zylindern und einer Bohrung von 228 mm. Tabelle 1 zeigt die Hauptabmessungen der V12-Variante (s. Seite 2).

Ein wesentliches Konstruktionsmerkmal sind die im V-Raum liegenden Ladeluft und Abgasleitungen, die einen kompakten Motor und den Zugang zu allen wartungsrelevanten Teilen von den Außenseiten des Motors ermöglichen. Die sogenannten „Power Units“, bestehend

### INHALT

- Seite 1 Der neue General Electric GEVO-Motor für Tier2-Lokomotiven
- Seite 3 Dieselmotorkonstruktion für 200 bar Spitzendruck
- Seite 5 FEV Turbo-DISI
- Seite 7 Messgerät zur Bestimmung des Gasgehalts im Öl
- Seite 8 Qualitätszertifizierungen

## Zum Geleit: Globalisierung der FEV



Liebe Leserinnen und Leser,

die Welt ist klein geworden - auch für Mittelstandsunternehmen wie die FEV. In den vergangenen Jahren sind die Fertigungs- und Entwicklungskapazitäten unserer Kunden den Absatzmärkten gefolgt; die Automobilindustrie zeigt Flagge. FEV hat diesem Trend auf Wunsch des Kunden hin mit einem Konzept Rechnung getragen, das ihm sowohl gute Kontaktmöglichkeiten und hervorragenden Service vor Ort einerseits und die hohe Qualität der Dienstleistung in Aachen und Detroit andererseits bietet. Wichtige Randbedingung war, dass die große Flexibilität der FEV, die kurze Reaktionszeit und die hohe Geschwindigkeit der Problemlösung nicht auf der Strecke blieben. Weniger ist manchmal mehr.

Ende 2003 konnten wir auf die erfolgreiche Etablierung der Töchter FEV Polska in Krakau, FEV Korea in Seoul und FEV Test Systems in Detroit zurückblicken. Teams hochkarätiger Fachleute stehen Ihnen dort zur Verfügung.

Es bleibt keine Zeit zum Ausruhen: Weitere Tochterunternehmen auf dem Sektor der Motorenentwicklung, der Elektronik und der Mess- und Prüftechnik sind in Vorbereitung und werden in 2004 das Licht der Welt erblicken - zu Ihrem Nutzen.

Ihr

Dr.-Ing. Ernst Scheid  
Geschäftsführer

aus Zylinderkopf, Wassermantel, Zylinderrohr und Pleuel, ermöglichen im Bedarfsfall einen sehr einfachen und schnellen Austausch von kompletten Zylindereinheiten und tragen so wesentlich zur Minimierung der Wartungszeiten der Lokomotive bei. Die Turbolader sind auf einer Konsole am freien Ende des Motors positioniert. Diese Konsole bildet auch das Gehäuse für Schwingungsdämpfer, Pumpenrädertrieb und Anbau von Öl- und Wasserpumpe. Die Segmentnockenwellen für Ventiltrieb und Einzeleinspritzpumpen werden über einen auf der Schwungradseite im Kurbelgehäuse liegenden Rädertrieb angetrieben. Der erforderliche Generator für den Lokomotivantrieb wird starr an Kurbelwelle und Kurbelgehäuse angeflanscht. Abbildung 1 zeigt das CAD-Modell des V12-Motors.

CAD-Modell V12-Motor



Die FEV war, in enger Zusammenarbeit mit GE, verantwortlich für die gesamte Mechanikentwicklung. Dazu wurden, speziell auf die Lokomotiverfordernisse abgestimmte, Testprozeduren entwickelt und in einzelnen Testspezifikationen dokumentiert. Mit einer intensiven Mechanikerprobung auf Bauteilprüfständen, am Einzylindermotor und an Vollmotoren wurde die Zuverlässigkeit des Motors nachgewiesen. Die Vollmotoren wurden, betreut von der FEV, beim Kunden vor Ort betrieben, während Komponenten- und Einzylindertests sowohl beim Kunden als auch bei der FEV durchgeführt wurden.

Hauptabmessungen V12

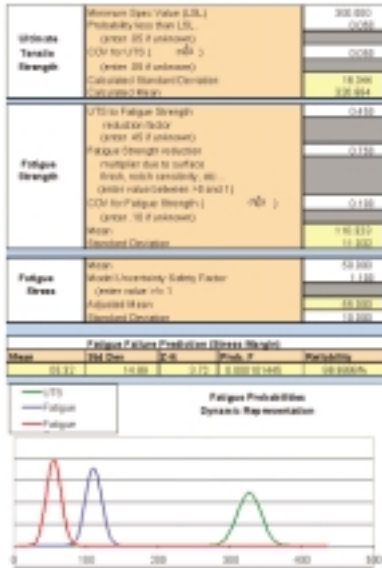
Model	GEVO V12
Bore	250 mm
Stroke	320 mm
V12 Displacement	188,5 liters
Speed	1.050 rpm
Power	3.360 kW
Number Cylinders	12
Bank Angle	45°
Height	2.683 mm
Width	1.598 mm
Length	4.196 mm
Weight	19,500 kg

In Übereinstimmung mit den GE-Anforderungen wurde während der gesamten Entwicklungsphase, vom Konzept bis zur Serienreife, „Design for Six Sigma“



angewendet, um über die Erfassung der statistischen Schwankungen sowohl der Betriebsbelastungen als auch der Bauteilfestigkeiten das Risiko von Fehlern über die Lebensdauer der Bauteile auf ein definiertes Minimum zu reduzieren (s. Abb. 2).

*Dauerbruch Wahrscheinlichkeitsberechnung*



Unter Anwendung dieser Entwicklungsmethode wurden auch alle für die Funktion wichtigen Bauteiltoleranzketten (CTO's) statistisch ermittelt und durch konsequente Erfassung der aktuellen Prozessfähigkeiten abgesichert. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, bei vorgegebener Produktionsgenauigkeit die für die Bauteilfunktion notwendigen Toleranzen zu definieren, bzw. Fehlerwahrscheinlichkeiten vorherzusagen.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass die sehr konsequente Anwendung moderner Entwicklungsmethoden sowie die detailliert geplante und konsequent durchgeführte Mechanikentwicklung wesentlich dazu beigetragen haben, dass bereits im Frühjahr 2003 Motoren für den Feldeinsatz bei Bahnkunden ausgeliefert werden konnten (s. Abb. 3). Die bisherigen Tests zeigen, dass der Motor die Erwartungen bezüglich Leistung und Zuverlässigkeit mehr als erfüllt.

*Erste Tier2-Lokomotiven im Feldeinsatz*

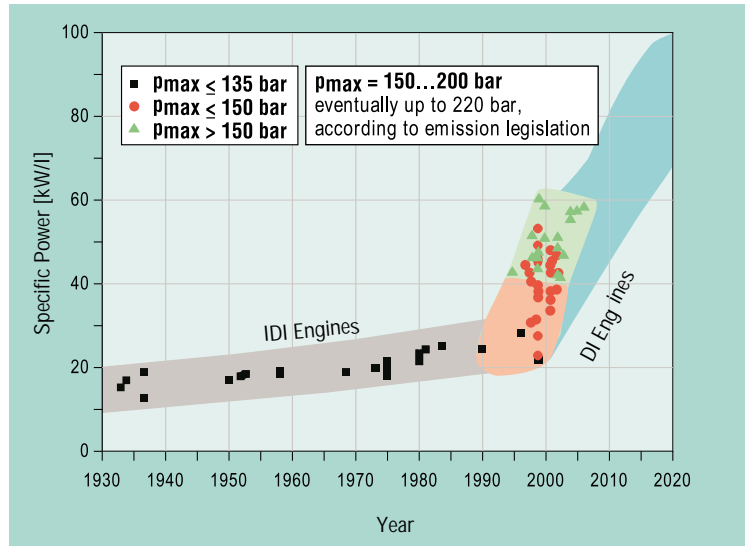


reichert@fev.de

## Dieselmotorkonstruktion für 200 bar Spitzendruck

Steigende Literleistungen und Verbrennungsspitzen-drücke fordern für den modernen Pkw-Dieselmotor eine sehr sorgfältige Auslegung (Abb.1).

Entwicklung von spezifischer Leistung und Spitzendruck bei PKW-Dieselmotoren



In der Diskussion der Potentiale und Grenzen für diesen anhaltenden Leistungstrend muss neben der Betrachtung der thermodynamischen Parameter unbedingt auch die Problematik der thermomech-

Vergleich der Konstruktionen GJV-GJL-AL 4-Cyl. 2,0 L

4-Cyl. 2,0 L 400.000 per Year	GJV	GJL	AL
Nom. Wall Thickness	3.5 mm	3.5 mm	4.5 mm
Concept	<ul style="list-style-type: none"> <li>Short-Skirt</li> <li>Ladderframe</li> <li>Sheet Metal</li> <li>Oil Pan</li> <li>Cracked Main Bearing Wall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Short-Skirt</li> <li>Ladderframe</li> <li>Sheet Metal</li> <li>Oil Pan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Short-Skirt</li> <li>Ladderframe</li> <li>Sheet Metal</li> <li>Oil Pan</li> <li>Insert Design/ CI Liner</li> </ul>
Total Block Weight	ca. 90%	100%	80% - 70%
Max. Peak Pressure	200 bar	200 bar	200 bar
Space between Liner	8 mm	8 mm	10 mm
Manufacturing Costs	138%	100%	162%

anischen Belastbarkeit heutiger Motorkonstruktionen gelöst werden. Zur Darstellung von weiter gesteigerten Leistungsdichten werden für Premium-Anwendungen der nächsten Generation Spitzendrücke von bis zu 200 bar erwartet.

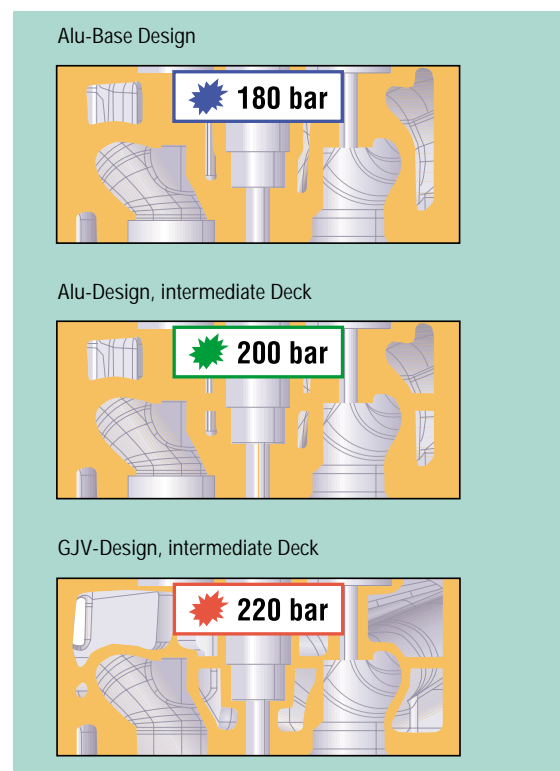
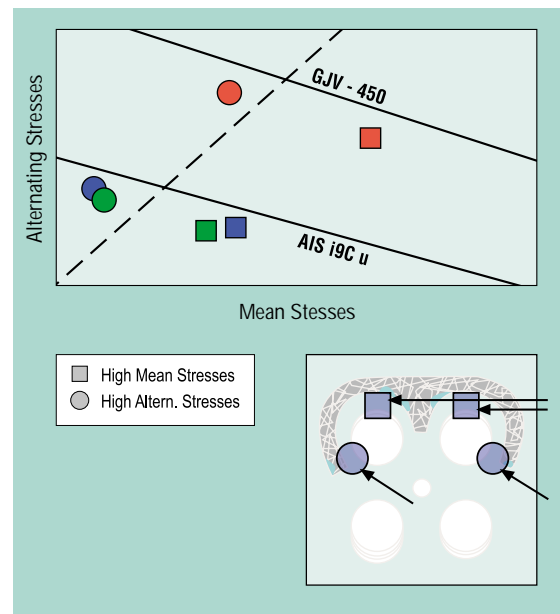
Sehr leichte Zylinderblöcke werden als Aluminium-Eisen-Hybride oder aus Vermikulargraphitguss (Abb. 2) große Belastungspotenziale aufweisen. Mit solchen Konzepten lassen sich die bekannten Problemstellen (Lagerstuhlfestigkeit, thermische Aufweitung Hauptlager, Schraubengewinde, u. a.) auch für verschärfte Betriebsbedingungen zufriedenstellend lösen.

Für den Zylinderkopf sind ebenfalls Strukturmaßnahmen notwendig, bevor vielleicht ein Werkstoffwechsel erfolgen könnte. Abbildung 3 zeigt im Haigh-Diagramm gegenüberstellend die erwarteten Potenziale. Die □-Symbole markieren die stark thermospannungsgeprägte Situation unterhalb der Auslasskanäle; die ○-Symbole hingegen die vom Zünddruck dominierten Stellen im Randbereich der Kanäle zum Flammdeck.

Vergleicht man das Basisdesign aus Aluminiumguss (blau) mit seiner Zwischendeck-Variante (grün), so ist festzustellen, dass mit Einführung eines Zwischendecks, der zulässige Zünddruck um ca. 20 bar erhöht werden kann. Für eine GJV-Variante (rot) mit Zwischendeck stellen sich erwartungsgemäß höhere Absolutspannungen ein, die sich jedoch aufgrund der deutlich größeren Werkstofffestigkeiten - trotz nochmals um 20 bar gesteigerter Gaskraft - gegenüber der AISi-Legierung nicht als nachteilig darstellen. Wegen der schlechteren Wärmeleitfähigkeit von GJV nimmt die Maximaltemperatur im Flammdeck allerdings um >100°C zu.

Die Zielwerte für die nächste Motorengeneration sind durch werkstoffgerechte Block- und Kopfkonzepete darstellbar. Hierbei sind die Leistungsgrenzen für reine Aluminiumguss-Konzepete für heutige Legierungen jedoch wahrscheinlich bald erreicht. Um das sichtbare Ende der Fahnenstange zu verlängern, sind die Aluminiumgießer sicherlich aufgefordert, technisch und preislich attraktive Werkstofflösungen bereitzustellen. Für weiter verschärfte Betriebsbedingungen weisen GJV-Konzepete sehr interessante Potenziale auf. Wegen des deutlichen Gewichtsnachteils gegenüber heutiger Aluminiumbauteile, sind solche Eisen-Konzepete jedoch nur als konsequente Dünwandguss-Konstruktionen denkbar. Hierbei wären sicherlich die Eisengießer andererseits aufgefordert, die großserientaugliche Machbarkeit nachzuweisen.

Potential der Konstruktionsvarianten, Haigh Diagramm



Für die individuelle Lösung wird nicht zuletzt der Zielkonflikt zwischen Kosten und Gewicht entscheidend sein.

bick@fev.de  
maassen@fev.de

## FEV Turbo DISI - Fahrspaß bei reduziertem Verbrauch



Die Aufladung von Ottomotoren ist eine der wirkungsvollsten Einzelmaßnahmen, um den Kraftstoffverbrauch im Hinblick auf die ACEA Zielwerte 2008 zu reduzieren. Speziell auf dem europäischen Markt weisen bereits heutige aufgeladene Ottomotoren infolge des Downsizingeffekts einen niedrigeren NEFZ-Verbrauch auf als leistungsgleiche Saugmotoren. Hauptproblem dieser Motoren bleibt jedoch das Anfahrverhalten.

Ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung dieser Problematik ist in der Kombination von Aufladetechnologien mit der Benzindirekteinspritzung zu sehen. Die FEV hat dabei einen 1,8l Ottomotor mit Saugrohreinspritzung schrittweise auf den Betrieb mit homogener Direkteinspritzung hin optimiert.

Als wesentliche Merkmale des Turbo-DISI-Motors sind zu nennen:

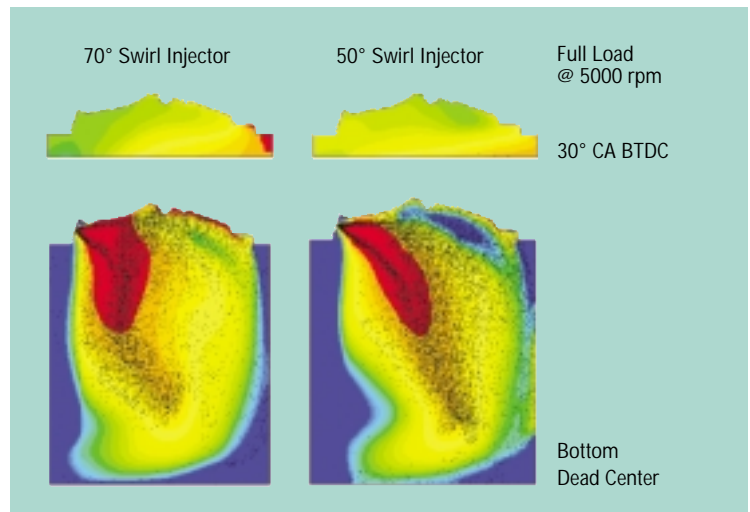
- Abgasturboaufladung mit LLK
- Angepasste Ladungsbewegung zur Reduktion der Klopfintensivität
- Optimiertes Verdichtungsverhältnis zur Verbesserung des Teillastverbrauchs
- Einlass- und Auslassnockenwellensteller

Zur Realisierung eines rußfreien Brennverfahrens wurden bereits in einer frühen Phase umfangreiche CFD-Berechnungen zur Untersuchung der Strahlausbreitung und Gemischbildung mit verschiedenen Injektoren durchgeführt. Beim Turbomotor ist besonders durch die hohen Einspritzmengen im Volllastbetrieb darauf zu achten, dass der Einspritzstrahl nicht an die Brennraumwände gelangt, um eine Erhöhung der Ruß- und HC-Emissionen sowie

die Gefahr einer ansteigenden Ölverdünnung zu vermeiden. Als Beispiel zeigt der Vergleich in Abbildung 1 das Verhalten von Drallinjektoren mit 50° bzw. 70° Spraywinkel. Der 70° Injektor weist nahe des unteren Totpunkts deutlichen Wandkontakt des Einspritzstrahls im Bereich des Brennraumdachs auf. Dies führt zu einer stärkeren Gemischschichtung im Brennraum, so dass gegen Ende der Kompression weiterhin relativ fette Gemischbereiche vorliegen. Im Gegensatz dazu kann mit dem 50° Injektor die Wandbenetzung deutlich verringert werden. Die vorher gezeigten fetten Gemischbereiche gegen Ende der Kompression werden reduziert, so dass die Rußbildung an der Vollast vermindert werden kann.

Darüber hinaus bieten Mehrlochinjektoren für das dargestellte Brennverfahren den Vorteil, dass sie hinsichtlich der Anordnung der einzelnen Spritzlöcher relativ große Freiheitsgrade zulassen. Bei der Auslegung der Strahlagen muss im Wesentlichen die Kollision des Einspritzstrahls mit den Einlassventilen vermieden und gegebenenfalls Randbedingungen bei zusätzlicher Anwendung des Hochdruckschichtstarts berücksichtigt werden.

### CFD-Simulation Gemischbildung



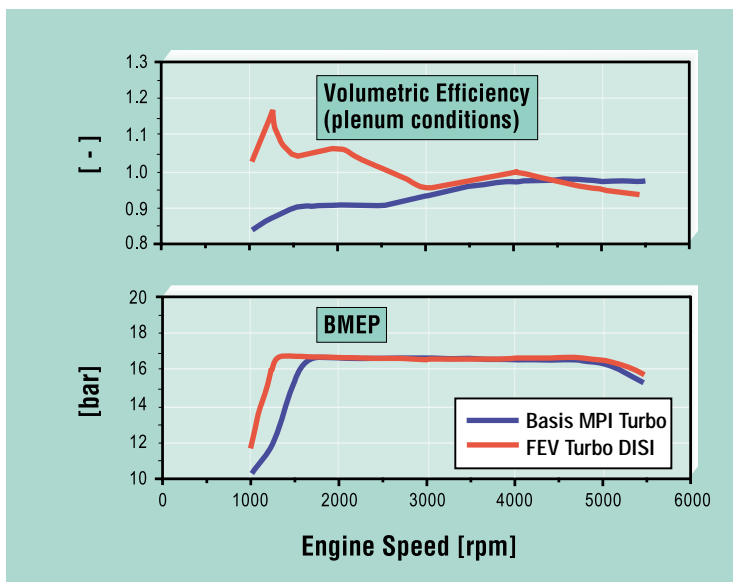
Die Auslegung des Ladungswechsels und Abstimmung des Aufladesystems zeigt die erheblichen Vorteile gegenüber heutigen Turbomotoren (Abb. 2). Insbesondere die gezielte Optimierung von Einlass- und Auslassnockenwellensteller führt im Bereich niedriger Motordrehzahlen bei positivem Spüldruckgefälle zu einer verbesserten Restgasausspülung. Zusätzlich bewirkt der Innenkühlungseffekt neben einer Liefergradsteigerung auch eine Verringerung der Klopfneigung. Der auf den aufgeladenen Zustand bezogene Luftaufwand kann somit auf Werte von fast 120% gesteigert werden, welches bei heutigen Motoren fast nur durch den aufwändigen Einsatz von Impulsaufadesystemen realisiert werden kann. Das Energieangebot an der Turbine und damit das

## FEV SPECTRUM

Ladedruckniveau verbessert sich neben dem erhöhten Luftdurchsatz auch durch die um circa 100°C steigende Abgastemperatur.

Insgesamt wird das stationäre Motordrehmoment bei niedrigen Drehzahlen um fast 50% gesteigert. Versuche zum transienten Verhalten bestätigen diesen positiven Effekt, so dass sich auch die Möglichkeit einer verlängerten Achsübersetzung mit der damit verbundenen Verbrauchsreduktion ergibt.

### Vergleich Saugrohr-/Direkteinspritzung

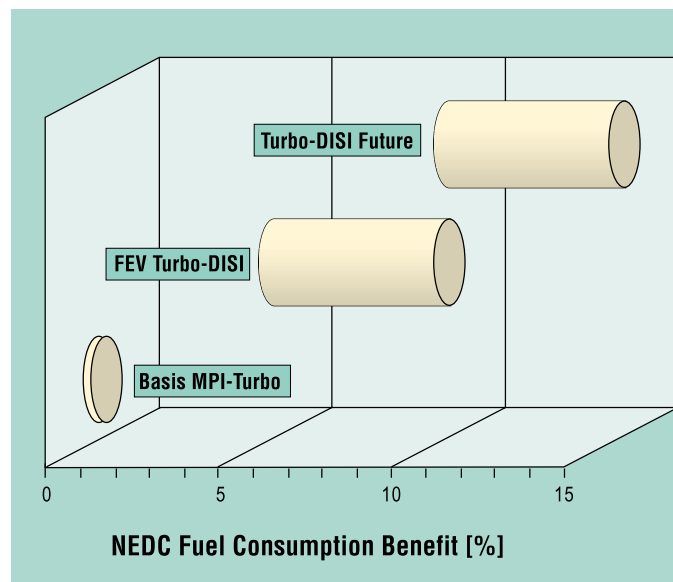


Verbessertes Anfahrtdrehmoment und breites nutzbares Drehzahlband lassen für diese Motoren eine Fahrdynamik erwarten, die auch moderne Dieselmotoren übertreffen wird. Der Nutzen des Konzepts spiegelt sich aber nicht nur in den Fahrleistungen wider, sondern wird auch bei Betrachtung des Kraftstoffverbrauchs deutlich. Bereits an der Vollast kann speziell im mittleren bis oberen Drehzahlbereich durch verbesserte Verbrennungsschwerpunktlagen und einen geringeren Anreicherungsbedarf der Verbrauch reduziert werden, welches sich insbesondere im täglichen Fahrbetrieb bemerkbar macht. Bei Teillastbetrieb wirken sich das erhöhte Verdichtungsverhältnis und durch die Nockenwellensteller verbesserte Möglichkeiten der Restgassteuerung positiv auf den Verbrauch aus. Die in Abbildung 3 gezeigte Zylushochrechnung des NEFZ-Kraftstoffverbrauchs bestätigt, dass gegenüber heutigen aufgeladenen Ottomotoren ca. 5-10% Verbrauchseinsparung realisierbar sind.

Weitere Maßnahmen wie beispielsweise

- Einsatz der Mehrfacheinspritzung
- Optimierung des Motorstart- und Warmlaufvorgangs durch Hochdruckschichtstart und variable Steuerzeiten
- Einsatz zukünftiger Aufladekonzepte (z. B. Otto-VTG) oder
- Anpassung der Achsübersetzung lassen zusätzliche 5% Verbrauchsvorteil als realistisch erscheinen.

### Verbrauchseinsparung im NEFZ



Dieses Motorkonzept ist auch deshalb besonders attraktiv, weil die von Otto-DI Magerkonzepten bekannten Aufwendungen für die Abgasreinigung (NOx-Adsorber) entfallen. Trotzdem wird der Einsatz eines schichtladefähigen Brennverfahrens auch hier zusätzliche Verbrauchsvorteile erschließen lassen. Allerdings ist die zusätzliche Verbrauchsabsenkung geringer als bei einer Saugvariante, da ein Teil der verbrauchsreduzierenden Maßnahmen (Entdrosselung) bereits durch die Lastpunktverschiebung vorweggenommen wurde.

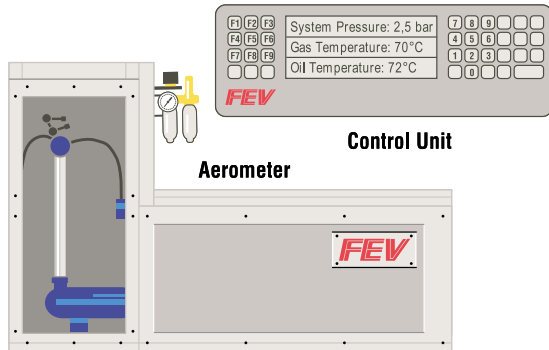
Für die Zukunft ist fest damit zu rechnen, dass die Kombination der heutigen Turbo-Ottomotoren mit Benzindirekteinspritzung zum Standard avanciert. Hochleistungsvarianten mit maximalen Mitteldrücken von über 20 bar können ohne wesentliche Einbußen des nutzbaren Drehzahlbands realisiert werden. Die Attraktivität dieses Konzepts wird dazu führen, dass sowohl Turboaufladung als auch die Benzindirekteinspritzung eine noch größere Bedeutung für die Anwendung in Fahrzeugen mit Ottomotoren gewinnen wird.

lang\_o@fev.de



## Messgerät zur Bestimmung des Gasgehalts im Öl

FEV-Aerometer

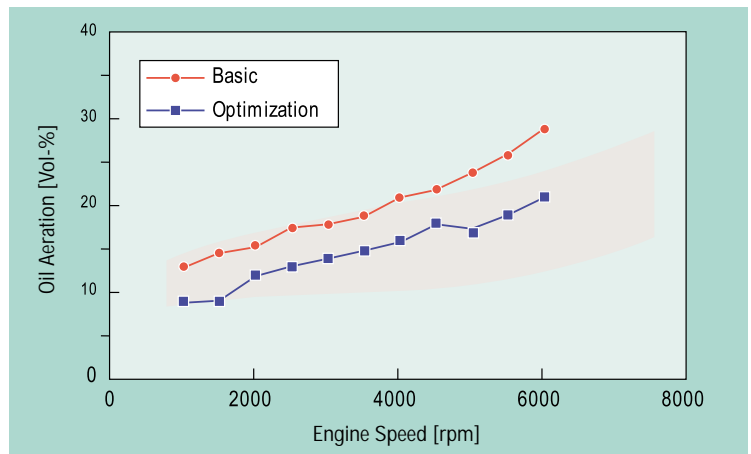


Schmieröle sind in der Lage Gase (Luft) zu lösen. Gelöste Luft im Öl ist als unkritisch zu betrachten, da sie die Eigenschaften des Öls nur unwesentlich beeinflusst. Im Gegensatz dazu beeinflusst freie Luft die Kompressibilität des Öls. Dies kann zu Fehlfunktionen an verschiedenen Motorkomponenten führen. Eine Optimierung im Hinblick auf den Gasgehalt im Öl erfordert eine sichere und reproduzierbare Messmethode. Die FEV hat ein diskontinuierliches Messverfahren entwickelt, welches auf dem Prinzip der Evakuierung einer im Motorbetrieb entnommenen Druckölprobe beruht und mit dem man einfach und effektiv den Gasgehalt im Öl bestimmen kann.

Zur Bestimmung des Gasgehalts im Öl wird mit dem FEV-Aerometer eine Ölprobe vom circa 30 ml aus einem Bypass-Ölvolumenstrom separiert, die dann analysiert wird. Hierzu wird die entnommene Ölprobe automatisiert durch eine Blende gefördert und zeitweise evakuiert. Durch die Evakuierung treten, entsprechend des Gesetzes von Henry-Dalton, die im Öl gelösten Gasanteile aus der Lösung aus. Der durch die Druckabsenkung hervorgehobene Ausscheidungsprozess geschieht im gesamten Probevolumen (vergleichbar mit der Reaktion beim Öffnen einer Mineralwasserflasche). Das ausgeschiedene Gas sammelt sich, zusammen mit den vor der Evakuierung bereits blasenförmig vorhandenen, nicht-gelösten Gasanteilen an der geodätisch höchsten Stelle des Messgeräts und kann dort mittels einer auf das Probevolumen bezogenen Skala nach einer raschen, vollautomatisch gesteuerten Kompression auf atmosphärisches Druckniveau (Normdruck 1013 mbar), volumetrisch vermessen werden. Der Gesamtgasgehalt im Öl ergibt sich durch das Verhältnis der Volumina von Öl und Gas und wird in Vol-% abgelesen.

Zum Vergleich beziehungsweise zur Einordnung der Ergebnisse in Erfahrungsstreubänder findet eine Normierung des Messwertes auf thermische Normbedingungen ( $p_0=1.013 \text{ mbar}$ ,  $T=293 \text{ K}$ ) statt. Die hierzu notwendigen Anfangs- beziehungsweise Endbedingungen werden dabei mittels einem Druck- und zwei Temperatursensoren erfasst, die zur Kompensationsrechnung der thermischen Volumenänderungen während der im allgemeinen nicht-isothermen Messprozedur notwendig sind.

Streuband Ölverschäumung



Dimensions	1000 x 200 x 750
Voltage supply	230 V, 50 Hz
Compressed air supply	5 bar
Max. oil temperature	120°C
Max. oil pressure	8 bar
Accuracy	± 1 %
Noise level	< 70 dB (A)

Technische Daten

Diese sichere und reproduzierbare Vorgehensweise bei der Gasgehaltbestimmung im Öl mittels des FEV-Aerometers ist in der Motorenbranche erkannt. Aus diesen Gründen wird das Messsystem seit Jahren bereits erfolgreich zur Entwicklung moderner Motoren weltweit bei vielen Fahrzeug- und Motorenherstellern als auch bei Dienstleistungsunternehmen eingesetzt. Das FEV-Aerometer wird nach den aktuellen, relevanten EG-Richtlinien des Rates zur CE-Kennzeichnung gefertigt und trägt das CE-Konformitätskennzeichen.

dohmen@fev.de

## Die FEV erhält Qualitätszertifikate

Kundenzufriedenheit ist das oberste Gebot für einen Engineering Service Provider. Qualität und Zuverlässigkeit durch beherrschte Prozesse sind hier die Erfolgsfaktoren.



Die FEV wurde kürzlich nach der Umweltnorm ISO 14001 zertifiziert. Zusammen mit der im Sommer 2003 erteilten Re-Zertifizierung bezüglich der Qualitätsnorm ISO 9001, verfügt die FEV nun über ein integriertes Qualitäts- und Umweltmanagementsystem. Die Zertifikate wurden für das gesamte

Dienstleistungs- und Produktspektrum der FEV erteilt, d.h. für Motor und Antriebsstrang, Fahrzeugapplikation, Elektronik und Mechatronik sowie für Mess- und Prüfsysteme. Der direkte Nachweis der Kundenorientierung wird auch durch kundeneigene Zertifizierungen geführt. So hat die FEV im November 2003 den aktualisierten Q1-2003-Status für Powertrain-Entwicklung von Ford of Europe erhalten. Die Q1-Anforderungen gehen über die ISO-Standards hinaus. So steht diese weltweit hoch angesehene Qualitätsauszeichnung auch für den Nachweis einer systematischen Qualitätssicherung. Dabei wird die strategische Festlegung von messbaren Qualitätszahlen sowie die kontinuierliche Verfolgung von Verbesserungsmaßnahmen gefordert.

Ertragsverbesserung, Kunden- und Mitarbeiterorientierung, die Ausrichtung an den Prozessen und die kontinuierliche Verbesserung sind zum unverzichtbaren Dauerziel für die FEV geworden. So wird durch das gesamte Handeln auf allen betrieblichen Ebenen ein permanentes Bewusstsein für Spitzenleistungen geweckt sowie der Geschäftserfolg auf Dauer gesichert.

Qualität und damit eine weitere Steigerung der Kundenzufriedenheit wird auch in Zukunft ein wichtiges Ziel bleiben. Mit dem etablierten QM-System hat die FEV dafür alle notwendigen Tools in der Hand.

[schaefer\\_e@fev.de](mailto:schaefer_e@fev.de)

## News: Erweiterung der Geschäftsführung



Herr Dr. Markus Schwaderlapp tritt zum 1.2.2004 in die Geschäftsführung ein.

Herr Dr. Schwaderlapp ist seit fast 20 Jahren für das Unternehmen tätig und hat in seiner Laufbahn leitende Positionen in verschiedenen Entwicklungsbereichen von Motor und Antriebsstrang innegehabt und am Aufbau der FEV mitgewirkt.

In seiner neuen Funktion steht Ihnen Herr Dr. Schwaderlapp für alle Fragen im Bereich unserer Engineeringdienstleistung zur Verfügung.

## IMPRESSUM

FEV Motorentechnik GmbH  
Neuenhofstraße 181  
52078 Aachen

Telefon (+49) (0) 241/56 89 - 0  
Fax (+49) (0) 241/56 89 - 119  
E-Mail [marketing@fev.com](mailto:marketing@fev.com)  
Internet <http://www.fev.com>

Redaktion A. Wittstamm  
Layout C. Faensen

