



Liebe Leserinnen, liebe Leser,
das Jahr 2002 neigt sich mit
schnellen Schritten dem Ende ent-
gegen. Auch wenn es insgesamt
für die Automobilbranche kein einfa-
ches Jahr war, so war es doch

geprägt von dem Willen, neue Entwicklungen voran-
zutreiben und neue Innovationen zu schaffen.
Diesem Ziel fühlen wir uns als Dienstleister ganz
besonders verpflichtet. Deshalb möchten wir
Ihnen zum Jahresausklang unser „TEC-INFO“ an die
Hand geben und Sie über Neuentwicklungen in
unserem Hause informieren.

Zum Thema „rechnergestützte, automatische Motorkennfeldoptimierung“

Heutige moderne Verbrennungsmotoren sind auf-
grund der gestiegenen Leistungs- und Emissionsan-
forderungen so hochtechnische und komplizierte
Systeme, dass es zunehmend schwierig wird, sie auf
konventionellem Wege optimal abzustimmen. Als
Maß für die enormen Datenmengen, die bei der Mo-
torkalibrierung bearbeitet werden müssen, werden
heute die Ansprungadressen (Labels) des Steuer-
gerätes herangezogen. Während eine durchschnitt-
liche Motorelektronik im Jahre 1990 nur 700 Labels
besaß, werden die neuen Systeme für zukünftige
Motoren ca. 5600 Labels besitzen – eine enorme
Entwicklung.

Mit den sich hinter den Ansprungadressen verber-
genden Kennfeldern und Kennlinien werden eine
wachsende Anzahl von Zusatzmodulen eingeregelt,
über die sich bestimmte Verstellparameter am Motor
einjustieren lassen. Allein die Verstellsysteme, die
ein moderner MPFI-Ottomotor besitzt (Einspritzzeit-
punkt, Zündung, VVT, AGR, λ , Schaltsaugrohrverstel-
lung ...) zeigen, dass es am Motor eine Fülle von
Parametern gibt, die alle in ihrer Gemeinsamkeit auf
das Brennverfahren wirken. Diese Parameter so
zu optimieren, dass z.B. ein minimaler Kraftstoff-
verbrauch bei Erfüllung der gesetzten Emissions-
grenzwerte gewährleistet ist, ist eine Aufgabe, die
sich zunehmend den konventionellen Verfahren

zur Motorkalibrierung entzieht. Die Automobilin-
dustrie hat das erkannt und setzt zunehmend so ge-
nannte rechnergestützte Optimierungssysteme ein,
die in der Lage sind, einen kompletten Optimierungs-
prozess vollautomatisiert durchzuführen.

Die ElringKlinger Motortechnik GmbH arbeitet seit
dem Jahre 1999 intensiv an der Anwendung der rech-
nergestützten Motorkennfeldoptimierung und hat
sich in dieser Zeit als Spezialist auf diesem Gebiet
etabliert. Sie bietet ihren Kunden Projektarbeiten
von der Nachoptimierung bereits serienmäßig abge-
stimmter Einzelkennfelder bis hin zum umfassenden
Verbrauchs- bzw. Emissions-Optimierungslauf mit
bis zu 6 Verstellparametern an.

Als spezielle Anwendung können wir die rechnerge-
stützte Motorkennfeldoptimierung auch auf Kalt-
startprüfständen (-7°C) durchführen. Üblicherweise
ist für diesen Anwendungsfall das Optimierungspo-
tenzial noch größer als an einem betriebswarmen
Motor.

Der umseitige Artikel gibt einen kurzen Einblick in
unsere Arbeitsweise. Sicherlich wird das Thema
bei verschiedenen Automobilherstellern unterschied-
lich diskutiert. Wir interessieren uns für Ihre
Meinung.

Sprechen Sie uns an.

Dr.-Ing. G. Eifler

Die ElringKlinger Motortechnik – ein Tochterunter-
nehmen der ElringKlinger AG bietet der internationalen
Automobilindustrie Entwicklungs- und Motortest-
Dienstleistungen für eine schnelle und wirtschaftliche
Motorenentwicklung.

Die ElringKlinger AG ist weltweit führender Entwick-
lungspartner und Systemlieferant der Automobilindus-
trie für Motor-Dichtsysteme. Die ElringKlinger-Gruppe
ist mit 19 Werken, Tochter- und Beteiligungsgesell-
schaften und über 2.800 Mitarbeitern in allen wesent-
lichen Fahrzeugmärkten der Welt präsent.

Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs von Dieselmotoren durch den Einsatz eines rechnergestützten Kennfeldoptimierungssystems



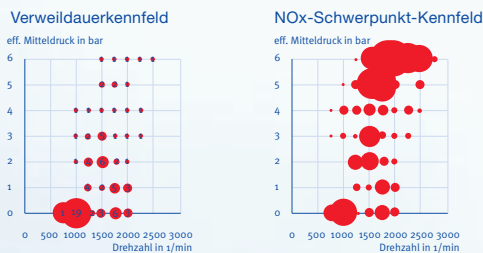
Welche Vorteile sind durch den Einsatz eines solchen Systems zu erwarten? Der Beitrag zeigt anhand einer Nachoptimierung eines Serienmotors, wie hoch das Potenzial anzusetzen ist.

Bei der Durchführung einer rechnergestützten Kennfeldoptimierung wurden dem System die folgenden Vorgaben gemacht:

- Ziel: bestmöglicher Kraftstoffverbrauch
- Randbedingung: keine Emissionsverschlechterung im MVEG-Test
- Verstellparameter: Spritzbeginn, Voreinspritzmenge, AGR, Ladedruck

Die Optimierung wurde als Online-Optimierung durchgeführt, bei der das System den Prozess am Prüfstand vollautomatisch durchfährt. Die Auswahl der zu optimierenden Betriebspunkte erfolgte über eine Verweildauerbetrachtung des MVEG-Testzyklus sowie über eine Analyse der Schwerpunktlagen in den Emissionskennfeldern. Der Abgleich mit dem Stützstellenraster der Motorsteuergeräte-Kennfelder durfte dabei nicht außer Acht gelassen werden.

Das Ziel, eine Verbrauchseinsparung bei konstanten Emissionen darzustellen, wurde erreicht. Die Hochrechnung der Einzelergebnisse in den Betriebspunkten auf ein MVEG-Gesamtergebnis zeigt einen

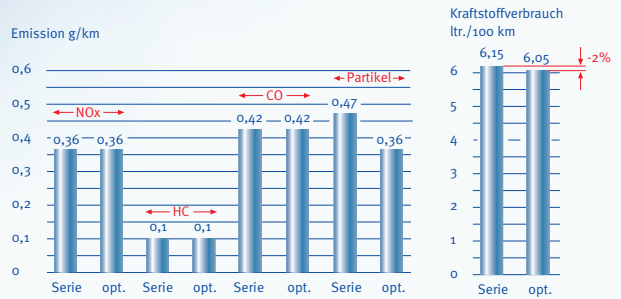


Verbrauchsvorteil von 2%. Die Emissionen und Rauchwerte blieben gleich. Aufgrund höherer Abgasrückführaten ergab sich bei konstant gehaltenen Rauchwerten eine niedrigere Partikelemission (nach Mira) für die optimierte Motorvariante.

Interessant ist, dass bei einer geschickten Auswahl entsprechend der genannten Kriterien eine Anzahl von 7 Betriebspunkten für eine Optimierung bereits ausreicht. Eine höhere Anzahl von Betriebspunkten erhöht den Aufwand ohne weitere Ergebnisverbesserung.

Ergebnis der VEGA-Optimierung

Optimierung auf Basis von 7 Kennfeld-Betriebspunkten



Das Ergebnis konnte am dynamischen Prüfstand mit sehr guter Reproduzierbarkeit verifiziert werden. Abhängig vom Glättungsgrad der Übergänge zwischen den optimierten und den restlichen Kennfeldbereichen ergaben sich 2 – 3 % Kraftstoffverbrauchseinsparung.

Insgesamt erarbeitete das rechnergestützte System eine Optimierungsstrategie, die durch

- Spritzbeginn-Früherstellung
- Verminderung der Voreinspritzmenge
- Erhöhung der AGR-Rate
- Absenkung des Ladedrucks

im MVEG-testrelevanten Betriebsbereich gekennzeichnet war.

Hauptanteil an der Verbrauchsabsenkung hatte der über die VTG abgesenkte Ladedruck, der im dynamischen Zyklus erst dann zum Tragen kam, wenn das Fahrzeug bei konstanter Geschwindigkeit bei quasistationärem Motorbetrieb „dahingleiten“ konnte. Im Beschleunigungsfall blieb der Ladedruck auf dem Niveau des Serienmotors kalibriert.

Nachteile, die sich aus einem verschlechterten Ansprechverhalten des ATLS bei dieser Abstimmung hätten ergeben können, wurden am dynamischen Prüfstand nicht oder nur in marginalem Umfang beobachtet.

Ein Verbrauchsvorteil von 2 – 3% an einem Serienmotor mit ausgereifter Kalibrierung ist ein Ergebnis, das das Potenzial eines rechnergestützten Verfahrens mit einer Prüfstandslaufzeit von etwa 8 Wochen zeigt.

Insbesondere bei der Abstimmung von Brennverfahrensparametern an Common-Rail-Dieselmotoren, aber auch an GDI-Ottomotoren werden Systeme zur rechnergestützten Kennfeldoptimierung zukünftig vorteilhaft eingesetzt werden können, um die Zeiten der Motormanagementapplikation deutlich zu verkürzen und um das Potenzial, das ein Motor hinsichtlich umweltfreundlicher Verbrauchs- und Emissionsabstimmung besitzt, voll auszuschöpfen.