



VIRTUELLE KENNFELDVERMESSUNG ZUR OPTIMIERUNG DES TESTPROZESSES

AUFGABENSTELLUNG

Moderne Verbrennungsmotoren werden durch Motorsteuergeräte zentral gesteuert. Auf diese werden (mithilfe von Modellen) sogenannte Sollwertkennfelder für verschiedene verstellbare Parameter des Motors, wie z.B. Einspritzdauer und -beginn, Drehzahl, Abgasrückführrate, Last oder Ladedruck appliziert. Dazu werden sogenannte Betriebspunkte definiert, an denen die notwendigen Kennwerte für z.B. Emissionen, Drehmoment, Abgastemperatur oder den spezifischen Kraftstoffverbrauch ermittelt werden.

am realen Motor im Labor. Sollen beispielsweise Temperaturen für unterschiedliche Drehzahl-, Druck- und Zeitvariationen ermittelt werden, sind jedoch schnell mehr als 500 zu vermessende Betriebspunkte nötig. Das macht eine Kennfeldberechnung an der realen Maschine sehr aufwendig, zeitintensiv und zugleich fehleranfällig. Ziel ist es daher, u.a. mithilfe der Testautomatisierungs-Software ECU-TEST diesen Prozess zu automatisieren und dadurch nicht nur Zeit zu sparen, sondern zusätzlich auch kostenintensive Prototypen zu schonen.



Die optimale Kombination der Parameter am jeweiligen Betriebspunkt ist hier entscheidend für die Erstellung exakter Kennlinien über den Arbeitsbereich des Motors. Typischerweise erfolgt die Vermessung dieser Kennlinien

LÖSUNG

Zunächst wird ein bestehendes Motorenmodell in einem Simulations-Tool über ECU-TEST angebunden. Das Simulations-Tool (z.B. Silver) berechnet dann für die Vielzahl kombinierter Applikationsparameter die Kennwerte an den Betriebspunkten und gibt gleichzeitig die gelesenen Signalwerte des virtuellen Motorsteuergerätes zurück. Die mittleren Signalwerte werden anschließend mit den anderen Kenngrößen in eine Tabelle geschrieben. Diese Kennlinientabelle kann dann in einem kundeneigenen Tool (z.B. MATLAB) weiterverarbeitet werden.

Eine automatisierte Berechnung dieser Kennlinientabellen pro Betriebspunkt gelingt anhand parametrierter Testfälle. Dafür wird zuvor ein abstrakter Testfall in ECU-TEST erstellt, mit dem ein Betriebspunkt automatisch erreicht und berechnet werden soll. Zusätzlich werden darin noch aufzunehmende Signale definiert und Signalberechnungen vorgenommen.

Damit die Kennwertpaare bei der Parametrierung des Testfalls nicht per Hand eingegeben werden müssen, gibt es in ECU-TEST einen Parametersatz-Generator. Dieser liest die Kennwertpaare aus einer Wertetabelle (z.B. Excel) pro Betriebspunkt automatisch aus und generiert daraus jeweils einen Parametersatz. Zusammen mit den logischen Testfällen werden sie in ein Verzeichnis abgelegt und können anschließend in ECU-TEST ausgeführt werden.

ECU-TEST stimuliert dabei den parametrisierten Testfall über das angebundene Simulationsmodell und berechnet einen mittleren Signalwert für die Kennwerte am speziellen Betriebspunkt. Dieser Wert wird dann sowohl in einen Testreport als auch in die Kennlinientabelle geschrieben. Nach und nach werden so alle Testfälle für jeden Betriebspunkt vollautomatisiert durchlaufen. Vor ECU-TEST wurde das nur teilautomatisiert erledigt.

Anhand dieser ersten Automatisierung, kann das gesamte Kennfeld schon jetzt in etwa der Hälfte der aufgewendeten Zeit – verglichen mit der realen Prüfstandszeit – berechnet werden.

Aber es geht noch schneller. Indem zusätzliches Potential durch verteilte parallele Ausführungen von Tests genutzt wird – mit unserem Testmanagement-Tool TEST-GUIDE. Dafür wird das Vorgehen neu ausgerichtet. Es werden zunächst vorab alle Kennwerte aus der Wertetabelle gelesen und daraus automatisiert konkrete Testfälle geschnürt, d.h. ein Testfall mit einem konkreten Parametersatz. Diese konkreten Testfälle, sogenannte

Packages, werden an TEST-GUIDE übergeben und gespeichert. TEST-GUIDE organisiert dann die Testausführung der Packages durch das integrierte Monitoring der verfügbaren Prüfplatz-Ressourcen selbstständig. Stehen freie Ressourcen bereit, verteilt TEST-GUIDE die Packages dorthin. Sowohl die Testausführung als auch die Berechnung der Kennwerte erfolgen dann mit ECU-TEST.

Alle Ergebnisse der Kennfeldberechnung werden in eine Tabelle geschrieben. Automatisch wird im Anschluss ein Testreport erstellt und an TEST-GUIDE zurückgegeben, was den Prozess noch zusätzlich beschleunigt.

ERGEBNIS

Durch die Parallelisierung von Testausführungen mit TEST-GUIDE und der nachgelagerten übergreifenden Auswertung konnte, im Vergleich zum konventionellen Verfahren, das gesamte Kennfeld in weniger als 6 Stunden vermessen werden, anstatt wie bisher in mehr als 24 Stunden.

Zugleich wurde so auch die Basis geschaffen, Ressourcen in Abhängigkeit des Testvolumens skalieren zu können. Ein weiterer großer Vorteil während des gesamten Vorgehens war die durchgängige Nachvollziehbarkeit der Testausführung – vom Testfortschritt bis hin zur Ergebnisbetrachtung.

Letztlich hat sich gezeigt, dass die Integration von TEST-GUIDE in bestehende Prozesse nicht nur unkompliziert ist, sondern auch einen extrem hohen Mehrwert im Test-Workflow bietet. ECU-TEST und TEST-GUIDE sind Teil der TraceTronic Automotive DevOps Plattform.

