

Kalttestprüfstand

➤ **BMW Group simuliert Kalttestprüfstand**

➤ **dSPACE Simulator im Einsatz**

➤ **Optimierung der Kalttestroutinen**

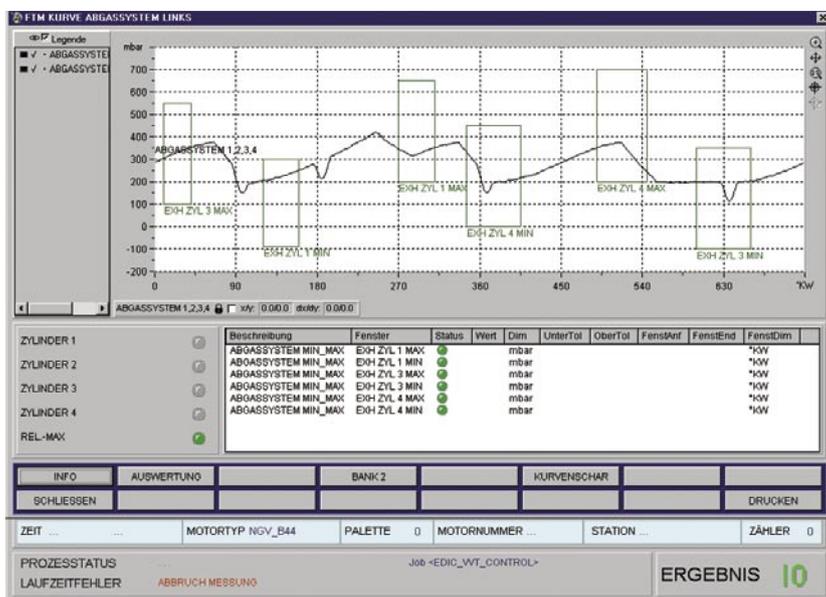
Die BMW Group hat mit einem dSPACE Simulator einen virtuellen „Kalttestprüfstand“ nachgebaut. Mittels des Echtzeitsimulationsmodells testet sie die kalttestspezifischen Prüf- und Diagnoseroutinen. Ziel des Einsatzes von dSPACE Simulator ist die Optimierung des Prüfprozesses und somit eine Effizienzsteigerung. Als Ergebnis wurde der Prüfzyklus um 5% verkürzt.

Vor der Montage eines Motors werden alle Einzelteile sorgfältig geprüft. Trotzdem arbeiten nach dem Zusammenbau einige Motoren nicht völlig fehlerfrei. Dies liegt zum einen an Störungen im Montageprozess, wie Verschmutzungen oder Handhabungsfehler, und zum anderen an ungünstigen Kombinationen von Toleranzlagen. Um den hohen Kundenerwartungen zu entsprechen, wird eine 100%-ige Bandendprüfung für alle Motoren durchgeführt. Bei Großserienmotoren handelt es sich um einen Kalttest, bei Motorsport- und Sondermotoren um einen Heißtest.

schutz weitaus geringer. Ein Kalttest benötigt nur 20% der Zeit, die ein Heißtest dauert. Damit steigt die Effizienz und die Produktionskosten sinken.

Virtueller Laborprüfstand

Der Kalttest ist ein fester Bestandteil der Motorenproduktion. Die Testabläufe und Prozesse werden daher kontinuierlich auf Optimierungspotenzial hin überprüft. Zusammen mit dSPACE wurde ein virtueller Kalttestprüfstand mit Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulationstechnik aufgebaut, um die kalttestspezifischen Prüf- und Diagnoseroutinen zu testen und zu verbessern. Dabei agieren lediglich das Motorsteuergerät und der Steuerrechner des Prüfstandes als Echtteile mit dem Simulator. Die restliche Prüfstandsensoren, der Prüfstandantrieb und der Verbrennungsmotor werden in der Simulationsumgebung nachgestellt. So konnten sowohl die Prozesse als auch die Software des Prüfplatzes schon vor Serienanlauf erprobt und optimiert werden. Das Resultat ist eine deutliche Kosten- und Zeitersparnis.



▲ **Virtueller Testzyklus für die Motorenprüfung.**

Motorprüfung im Kalttest

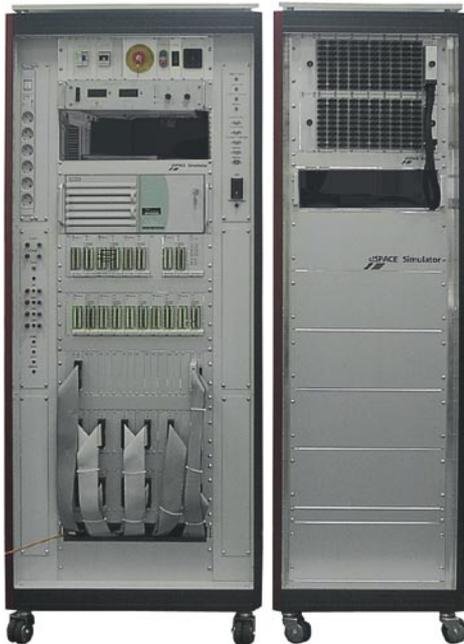
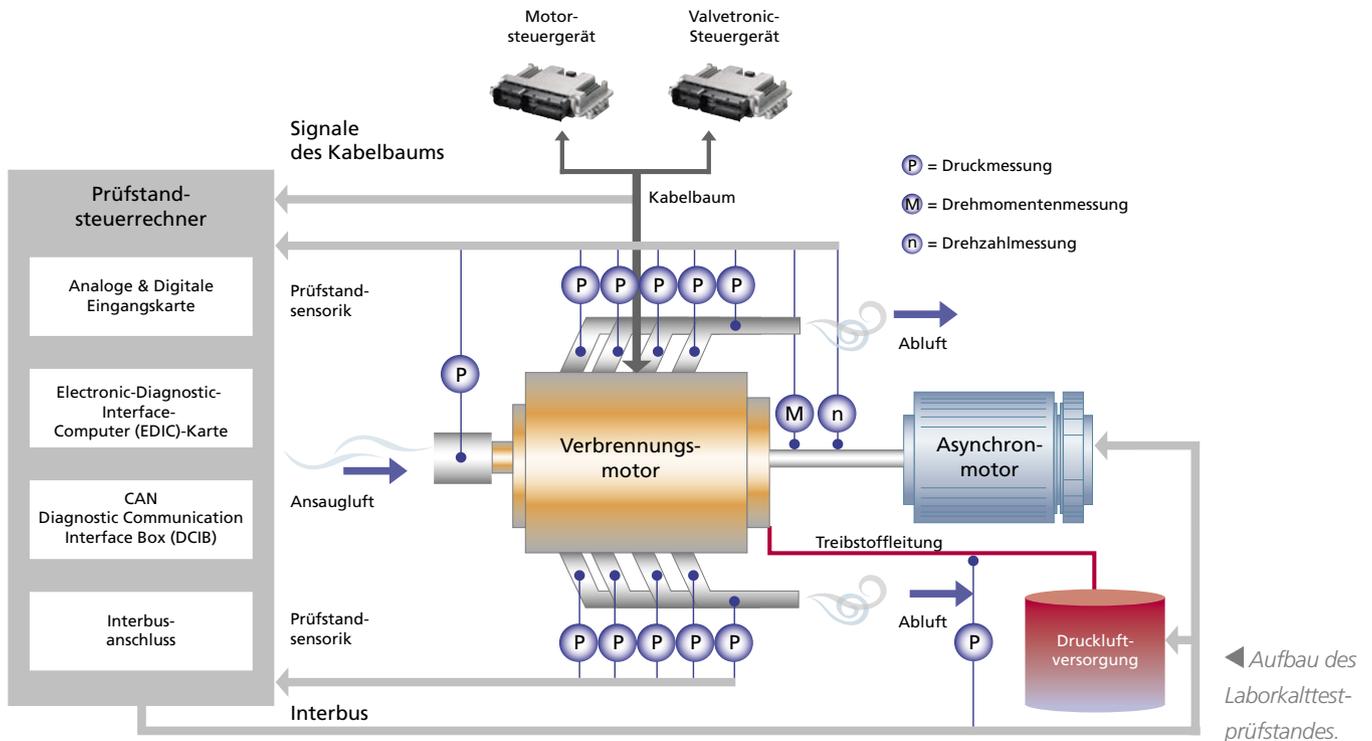
Ein wichtiger Bestandteil dieser Qualitätskontrolle ist die Kalttestprüfung jedes einzelnen Motors. Dazu wird der Motor unbefeuert, also ohne Zufuhr von Kraftstoff, von einer elektrischen Asynchronmaschine geschleppt und bei definierten Drehzahlprofilen seine korrekte Funktion überprüft. Kontrolliert werden Montageumfänge sowie der Kabelbaum inklusive der angeschlossenen Sensorik und Aktorik. Im Vergleich zum Heißtest, bei dem der Motor mit Kraftstoff betrieben wird, ist hier der Aufwand für Belüftung, Abgasabführung, Kühlung, Brand- und Lärm-

dSPACE Simulator

Das Echtzeitsimulationsmodell läuft auf einem Multiprocessorsystem aus zwei DS1005 PPC Boards. Sie berechnen das Modell eines unbefeuerten Motors, das die innere Reibung und den Einfluss der durch den Motor strömenden Umgebungsluft nachbildet. Zwei DS2211 HIL I/O Boards messen und simulieren die benötigten Ein- und Ausgabesignale. Auch der Einfluss, den die Asynchronmaschine auf den Motor beim unbefeuerten Antrieb ausübt, wird simuliert. Das IP Carrier Board DS4501 inklusive INTERBUSModul ermöglicht den direkten Zugang zu dem INTERBUS-Netzwerk, über das die Drehzahl der Asynchronmaschine an den Messrechner gesandt wird. Die Aktorik wird teilweise durch Ersatzlasten, teilweise durch Echtlasten simuliert.

Optimierung Prüfprozess

Mit dem dSPACE Simulator werden nicht nur die Motorkalttests simuliert, sondern auch die Kommunikation zwischen den einzelnen Schnittstellen überprüft. Gezielte Manipulati-



▲ dSPACE Simulator zur Nachbildung des Kalttestprüfstandes.

onen des Motormodells stellen Montage- und Bauteilfehler nach, so dass die Wirksamkeit der Kalttestroutinen und die Diagnosen im Steuergerät qualitativ verifiziert werden können. Durch Effizienzverbesserungen wurde die Prüfzeit

um 5% verkürzt. Ebenso einfach können neue Schnittstellenkarten und deren Treiber getestet werden. All diese Untersuchungen sind unter Laborbedingungen durchführbar und müssen nicht im laufenden Produktionsbetrieb am Bandende durchgeführt werden.

Quelle:

AUTOREG 2006

„Hardware-in-the-Loop-Simulation zur Entwicklung und Verifikation von Prüfroutinen in Motorsteuergeräten für Bandendetests in der Motormontage“

Glossar

Valvetronic –

Möglichkeit, den Einlassventilhub kontinuierlich zu variieren.

Kalttest –

Funktionsprüfung des Motors ohne Befuerung.

INTERBUS (Process Field Bus) –

Standard für die Feldbus-Kommunikation.

Bandendeprüfung –

Funktionsprüfung der Motoren, wenn sie das Ende des Montagebandes erreicht haben.