

Effizientere

Verbrennungs- motoren

Variable Ventilsteuerung eines Camless-Motors
mit schnellen hydraulischen Aktoren

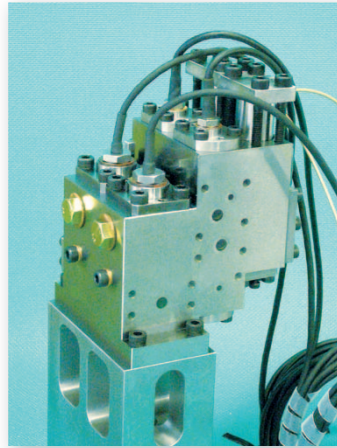
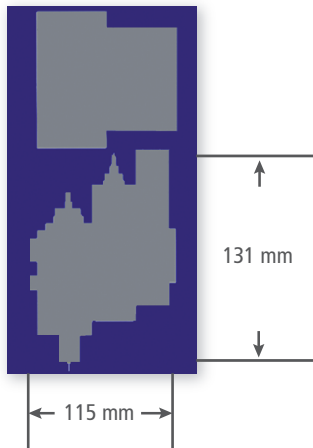


Abbildung 1: Abmessungen (links) und Aufbau (rechts) des EVC-Aktors.

des Ventils von ca. 2 ms erlaubt. Dieses Ventil verbessert die Möglichkeit, dem Hubprofil mit hoher Geschwindigkeit zu folgen; zudem sind seine Abmaße so gering, dass es gut in kleinen Motoren verbaut werden kann.

Prototypische Regelung im Labor

Die Regelung besteht aus einer Aktor-Positionssteuerung, einem digitalen Signalprozessor zur Sicherheitskontrolle – repräsentiert durch das DS1006-basierte dSPACE Echtzeitsystem – und einem Host-PC, um das Hubprofil einzustellen und das System in Echtzeit zu überwachen. Die Regelsoftware für das System wurde in Kooperation mit Ono Sokki Co., Ltd. entwickelt. Ausgeführt auf dem dSPACE Echtzeitsystem, bietet die Software eine Aktorkolbenregelung und kann unterschiedliche Ventilprofile sehr genau reproduzieren. Zudem kann sie Übergänge im Betriebsmodus kompensieren, z.B. bei Änderungen von Drehzahl und Drehmoment.

Zusätzlich überwacht die Regelung die zuverlässige mechanische Funktion und erkennt mögliche Defekte, die z.B. bei extremen Abweichungen der Bauteile oder bei Abstandsänderungen und Differenzen von Aktorkolben auftreten können. Darüber hinaus bietet sie zahlreiche Sicherheitsoptionen zur Vermeidung von Ventil-Kolben-Kollisionen etc.

Test am Mehrzylindermotor

Die EVC-Systemaktoren wurden zu Testzwecken in den Zylinderkopf eines 4-Zylinder-Dieselmotors mit 4 Ventilen eingebaut. Zunächst wurde in laufenden Tests ein Zylinderdruckvergleich zwischen einem normalen Nockentrieb und der Reproduktion desselben Hubprofils mit dem EVC-System durchgeführt (Abbildung 3). Die Ergebnisse zeigen, dass die mit dem EVC-System

„Unser Ziel, einen dynamischen, hydraulischen Aktor zu entwickeln, haben wir mit dem dSPACE System schnell erreicht.“

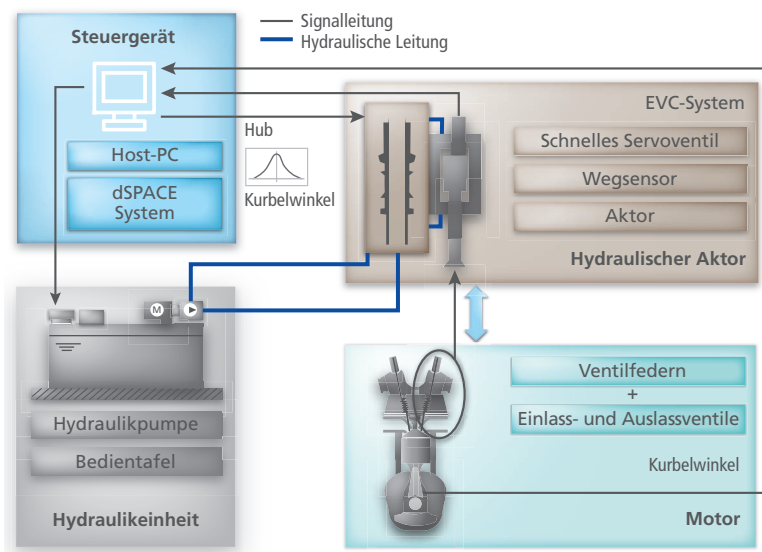
Ryuji Uehara, Mitsubishi Heavy Industries

Eigenschaften und Vorteile des EVC-Systems

Das EVC-System zeichnet sich dadurch aus, dass es Hubprofilen exakt und sehr schnell folgen kann. Ein Vorgang, der durch sehr schnelle

Servoventile und eine Echtzeitregelung erleichtert wird. Die Servoventile wurden von Mitsubishi Heavy Industries für eine Aktorgeschwindigkeit von bis zu 6 m/s ausgelegt, was einen Öffne- und Schließzyklus

Abbildung 2: Schematische Darstellung der Systemkonfiguration des vollständigen EVC-Demonstrators inklusive Steuereinheit.



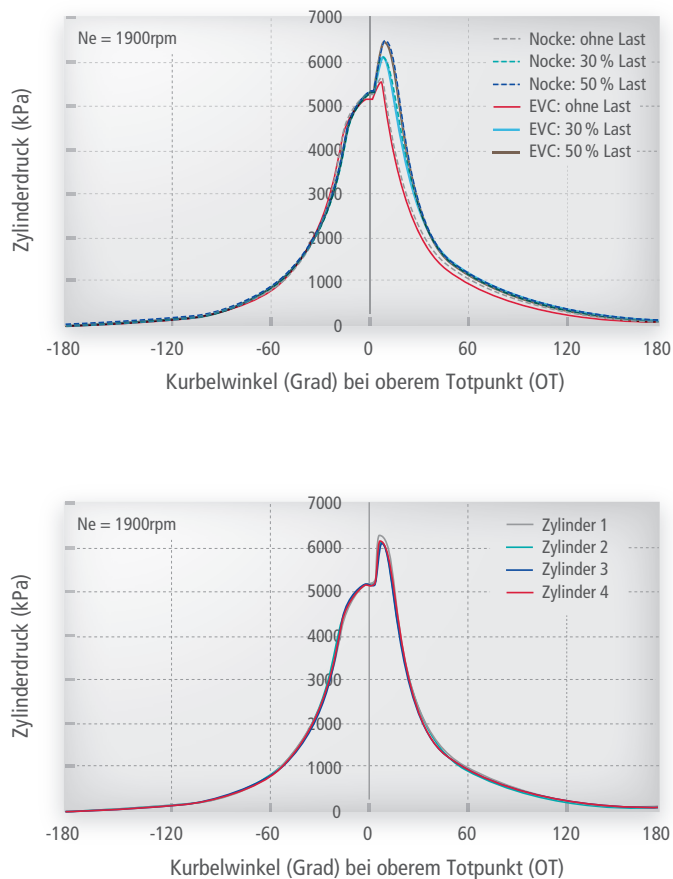


Abbildung 3: Vergleich von Zylinderdrücken mit mechanischer Nockenwellensteuerung und EVC-System.

Abbildung 4: Zylinderdruckvergleich aller 4 Zylinder.

erreichte Genauigkeit vergleichbar mit dem normalen Nockenmechanismus ist. Im nächsten Schritt wurden die Drücke aller 4 Zylinder im EVC-Betrieb verglichen (Abbildung 4). Die Unterschiede zwischen den Zylindern waren minimal und die Leichtigkeit, mit der das Hubprofil zwischen den Zylindern mit EVC-System reproduzierbar war, ist offensichtlich.

Da das EVC-System den Kurbelwinkel konstant beobachtet und die Ventilposition entsprechend sehr schnell anpasst, ist es auch in der Lage, der Motordrehzahl bei Drehzahländerungen zu folgen. Die durchgängige

Steuerung ist daher unter allen Bedingungen während des Testens möglich, ohne die Einstellungen des EVC-Systems zu ändern – vom Start mit dem Startermotor bis zum Stopp mit Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr genauso wie mit höherer und niedrigerer Drehzahl. ■

Ryuji Uehara
Mitsubishi Heavy Industries

Fazit

Die Tests mit dem Mehrzylindermotor zeigten, dass das EVC-System die Schwankungen zwischen den Zylindern reduzieren konnte und das Hubprofil nahezu deckungsgleich reproduzierbar war. Der Einsatz des EVC-Systems in der Erforschung neuer Verbrennungstechnologien belegt seine Wirksamkeit bei der Definition der Optimierungsbedingungen für den Verbrennungsprozess. Das dSPACE System bietet Mitsubishi Heavy Industries als experimentelle Steuerungseinheit eine hohe Flexibilität, so dass schnell Änderungen umgesetzt und neue Ideen eingebracht werden können. Dabei überzeugt das System durch einfache Bedienung und stabilen Betrieb. Das dSPACE System führte zu kürzeren Entwicklungszeiten und zu einer Verbesserung der thermischen Effizienz bei neuen Verbrennungstechnologien. In zukünftigen Entwicklungsprojekten wird das EVC-System für Tests auf dem Motorenprüfstand eingesetzt, um das optimale Hubprofil automatisch zu erkennen.

Ryuji Uehara

Ryuji Uehara ist Principal Engineer bei Mitsubishi Heavy Industries, Shimonoseki Designing & Production Department Power System, in Yamaguchi, Japan.

