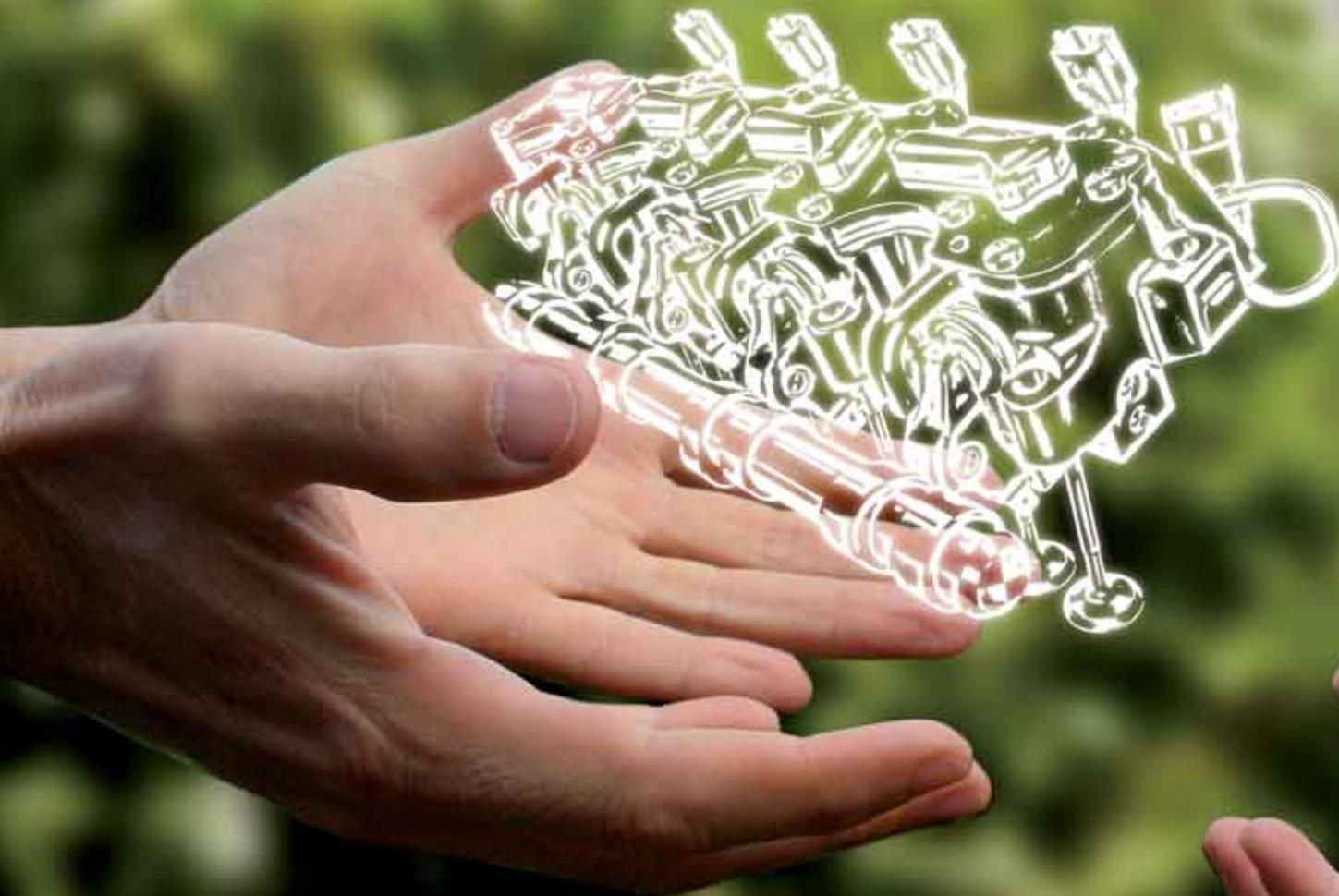


18

Einfach Luft?

UniAir - die erste vollvariable,
elektrohydraulische Ventilsteuerung

Michael Haas



MEGA TRENDS DER AUTOMOBILINDUSTRIE

Geringere CO₂ Emissionen / Kraftstoffverbrauch
Regulierungen der Emissionen
> Optimierung des Verbrennungsmotors



Low Cost Autos



Elektrifizierung / Hybridisierung



Bild 1 Megatrends der Automobilindustrie

Trotz zunehmender Hybridisierung und Elektrifizierung der Fahrzeugantriebe wird auch in den nächsten Dekaden der Verbrennungsmotor eine entscheidende Rolle spielen. Die immer schärfer werdenden Grenzwerte für den CO₂-Ausstoß, und damit den Verbrauch, definieren die Optimierung des Verbrennungsmotors als zentrale Aufgabe für die Automobilindustrie. Neben „Low-Cost“ Fahrzeugen und Elektrifizierung bzw. Hybridisierung ist die Optimierung des Verbrauchs ein Megatrend (Bild 1). Eine mögliche Technologie zur Erreichung ehrgeiziger Verbrauchs- und Emissionsziele ist der Einsatz von variablen Ventiltrieben.

Die Schaeffler Gruppe beschäftigt sich schon seit langer Zeit mit verschiedenen Arten von variablen Ventiltrieben. Dabei unterscheidet man bei variablen Ventiltrieben zwischen phasen- bzw. hubvariablen

Systemen. Beim Einsatz von Nockenwellenverstellern zur Phaseneinstellung können die Abgasrückführung sowie das effektive Verdichtungsverhältnis beeinflusst werden. Bei den hubvariablen Systemen gibt es diskrete zwei- bzw. dreistufige Hubumschalter sowie vollvariable Systeme. Der nachfolgende Beitrag konzentriert sich auf die vollvariablen Ventiltriebssysteme (Bild 2). Schon frühzeitig wurde er-

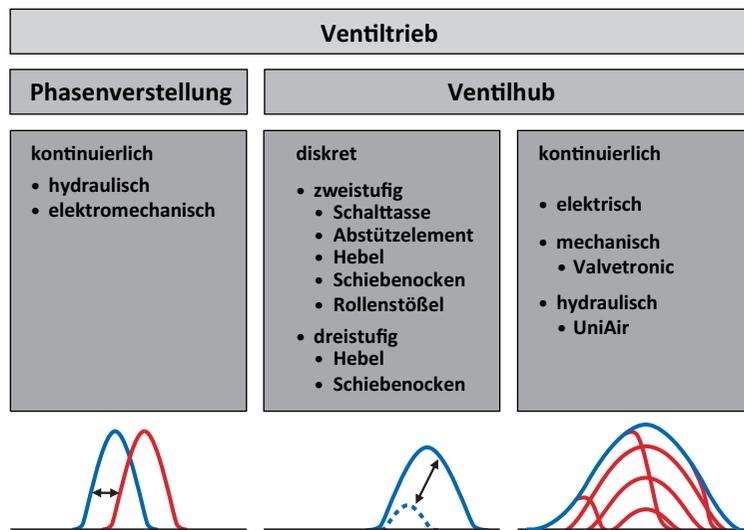


Bild 2 Variabilitäten im Ventiltrieb

kannt, dass vollvariable, mechanische Ventiltriebe, wie z. B. Valvetronic in punkto Flexibilitätsgrad nicht alle Herausforderungen in bester Weise erfüllen. Deshalb hat man sich seitens der Schaeffler Gruppe schon im Jahre 2001 die Lizenzrechte am wohl bislang flexibelsten Ventiltriebssystem „UniAir“ gesichert.

Einleitung

Der variable Ventiltrieb ist eine der Schlüsseltechnologien bei der Umsetzung von „Low-CO₂“ Emissionsstrategien. Bei konventionellen, drosselklappengesteuerten Benzinmotoren wird bei der Zumessung der richtigen Luftmenge bis zu 10 % der aufgewendeten Kraftstoffmenge in Form von Energie vernichtet um die Luft gegen den Drosselwiderstand in den Zylinder zu saugen. Durch die Verwendung eines variablen Ventiltriebs kann die

Drosselklappe komplett offen stehen (ggf. sogar entfallen) und die Luftmenge kann vom Kolben weitestgehend ungehindert eingesaugt werden. Die für jeden Betriebspunkt richtige Luftmenge wird dann nämlich direkt in den Einlasskanälen der jeweiligen Zylinder durch zeitliche oder geometrische Kontrolle der Ventilöffnung geregelt.

Wie in Bild 3 ersichtlich ist, stellen variable Ventiltriebe den Ventilhub stufenlos ein, siehe Index B. Durch den zusätzlichen Einsatz von Nockenwellenverstellern können die Ventilhubkurven noch in der Phasenlage hin zu früherem Einlassschließen verschoben werden. Dadurch verringert sich die Gaswechselerarbeit, der Motor erzeugt mehr Nutzarbeit. D. h. in Teillastbereichen arbeiten Motoren dann im sogenannten Miller-Zyklus (Bild 4). Das Miller Verfahren bezeichnet die Verschiebung hin zum frühen Einlassschluss. Betrachtet man nun die PV-Diagramme des Standardmotors bzw. des variablen Motors so stellt man fest, dass durch die geringeren Drosselverluste die Fläche der Gaswech-

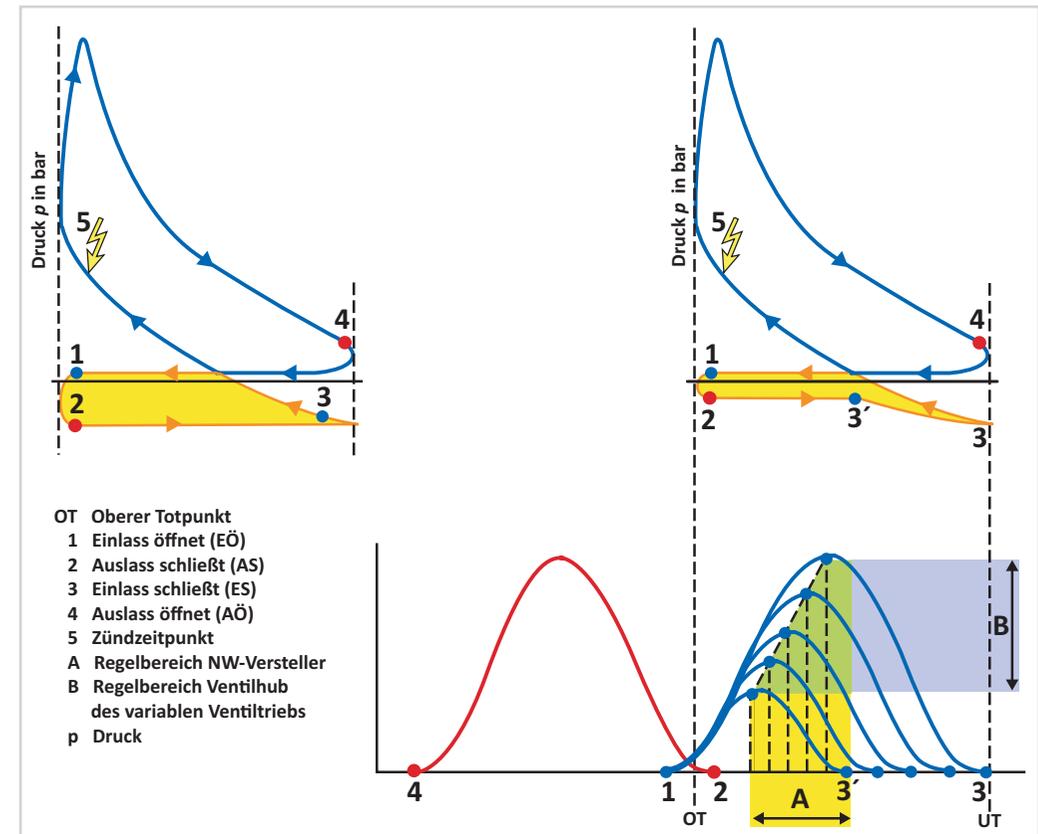


Bild 3 Prozess bei stufenlosen, variablen, mechanischen Ventiltrieben

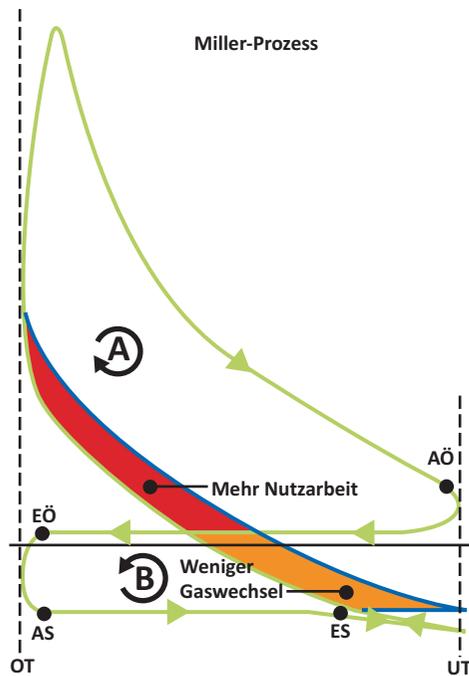


Bild 4 Miller Prozess

selarbeit auch deutlich geringer ist. Zusätzlich wird durch das frühere Einlassschließen auch weniger Luft in den Zylinder gesaugt. Dadurch wird bei der Verdichtung weniger Arbeit aufzuwenden sein, in Summe bleibt die Temperatur geringer und somit kann der Motor mehr Energie abgeben.

Systemvergleich

In Bild 5 wird eine Auswahl solcher Systeme gezeigt, die von Automobilherstellern, Zulieferern oder Entwicklungsdienstleistern entwickelt wurden. Trotz jahrzehntelanger Suche ist es bislang noch nicht gelungen,nockenwellenlose, elektromagnetische bzw. elektrohydraulische Systeme, die den größtmöglichen Freiheitsgrad bzgl. Ventilhubgestaltung versprechen, serienreif zu entwickeln. Die Hauptprobleme sind nach wie vor die Energieaufnahme, Geräuschemission, Kosten und nicht zuletzt der Sicherheitsaspekt der Fehlansteuerung und somit potenzielle Motorschäden. Im Serieneinsatz befinden sich deshalb bislang ausnahmslos elektromechanische Systeme. Die Systeme zeichnen sich im Vergleich zu nockenwellenlosen Ventiltriebssystemen durch einen einfacheren aber robusteren Aufbau aus, der jedoch recht komplexe Mechaniken und Getriebe beinhaltet, die meist noch mit Nockenwellenverstellern kombiniert sind. Hauptnachteile solcher Systeme sind die geringen Variabilitätsgrade, langsamere Reaktionszeiten und die Tatsache, dass die zylinderselektive Einstellung nicht oder nur aufwendig dargestellt werden kann. Als bester Kompromiss zwischen den nockenwellenlosen Systemen und den elektromechanischen Systemen ist seit September 2009 die UniAir Technologie serienreif verfügbar. Die erste An-

wendung ist im Fiat FIRE MultiAir Motor im Fahrzeug Alpha Romeo MITO auf den Markt gekommen. Die UniAir Technologie bietet, gegenüber den am Markt befindlichen Systemen, den höchsten Variabilitätsgrad, verknüpft mit niedrigerem Energiebedarf, hoher Sicherheit gegen Fehlfunktionen sowie geringe Systemkosten.

UniAir System – Wirkweise

Das System besteht aus einem von einer Nockenwelle betätigten Aktuator mit integriertem schnell schaltenden Hydraulikventil und einer Ventilsteuerungssoftware.

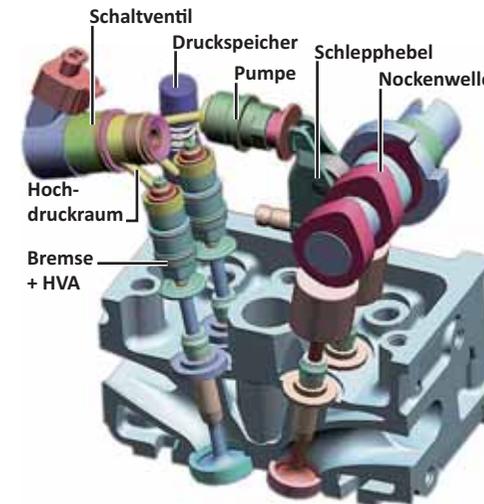


Bild 6 UniAir System/Hauptkomponenten

für die jeweiligen Zylinder bzw. Einlassventile die Ventilhubkurven einstellen. Wird beispielsweise das Schaltventil geöffnet, bevor die Nocke wieder im Grundkreis ist, so nennt man das „frühen Einlassschluss“ (FES). Dabei treibt die Motorventilfeder das Ventil in Richtung „Schließen“. Das Öl wird aus dem Hochdruckraum in den sogenannten Mitteldruckraum mit angeschlossenem Druckspeicher geschoben. Um ein spätes Einlassöffnen (SEÖ) zu erreichen, wird das Schaltventil vorerst nicht bestromt, also offen gelassen. Dabei schiebt die Nocke über den Pumpenkolben Öl in den Druckspeicher. Zum gewünschten Öffnungszeitpunkt des Motorventils wird das Schaltventil rechtzeitig geschlossen. Dieser Modus, sowie die Möglichkeit des Multilifts (Motorventil wird im gleichen Zyklus zweimal geöffnet) ist nur bei Drehzahlen von bis zu 3000 1/min Kurbelwelle erlaubt. Der Multilift stellt übrigens die Kombination aus frühem Einlassschluss mit einem weiteren späten Einlassöffnen dar. Der Druckspeicher liefert bei geöffnetem Schaltventil das abgesteuerte Ölvolumen wieder in den Hochdruckraum zum Zwecke der Wiederbefüllung und Minimierung der Energieverluste zurück. Immer wenn der Einlass früh geschlossen wird, macht das Einlassventil eine Freiflugphase. Diese wird getrieben durch die Motorventilfeder. Kurz bevor das Ventil wieder im Sitz landet, greift eine hydraulische Bremse ein, die für ein reguläres, sanftes Aufsetzen sorgt. Ferner wird ein hydraulischer Ventilspiel-Ausgleich (HVA) realisiert.

Voll Variable Ventiltriebssysteme					
Entwicklung	Mechanische Systeme			3D-Cam	Elektro-hydraulisch
		INA EcoValve	Toyota Valvematic	Nissan VVEL	Hilite Univalve
	BMW Valvetronic II	Mahle VLD	Meta VVH		
	Presta DeltaValveControl	Delphi VVA	Mitsubishi MIVEC	Honda A-VTEC	
	Yamaha CVVT				
	Suzuki SNVT				
	INA 3CAM				
	Fiat 3D CAM				
Systeme in Massenfertigung					
	Toyota Valvematic 2008	BMW Valvetronic II 2001	Nissan VVEL 2007/2008	INA MultiAir 2009	

Bild 5 Systemvergleich variable Ventiltriebe

Ventilhubmodi

Die Übertragung der Nockenkontur auf das Motorventil erfolgt im Unterschied zu konventionellen bzw. elektromechanischen Ventiltrieben nicht über ein starres Element (wie beispielsweise Tassenstößel oder Hebel), sondern über ein definiertes Ölvolumen, das im sogenannten Hochdruckraum eingeschlossen ist. Dieses Ölvolumen kann über ein 2-2-Wege Schaltventil variiert werden. Im Falle eines geschlossenen Schaltventils wirkt das Öl wie eine hydraulisch steife Stoßstange. Bei geöffnetem Schaltventil sind die Nocke und das Ventil entkoppelt. Somit lassen sich durch Ansteuerung der Schaltventile zyklustreu und individuell

Die UniAir Technologie ermöglicht eine extrem hohe Variabilität des Ventilhubes. Die unterschiedlichen Modi helfen, die Anforderungen des Motors in allen Betriebszuständen zu erfüllen. Der Vollhub wird hauptsächlich bei voller Motorleistung eingesetzt. Dabei wird das Schaltventil während der gesamten Nockenhubphase geschlossen gehalten. In Motorteillastbereichen wird mit FES gearbeitet, d. h. das Schaltventil wird früher geöffnet, um so nur Teilventilhübe zu fahren und die im Zylinder eingebrachte Luftmenge dem Drehmomentverlauf anzupassen. Bei hohen geforderten Drehmomenten wird das Einlassventil erst kurz vor dem Nockenende geschlossen, um so bei niederen Drehzahlen ein Wiederausschie-

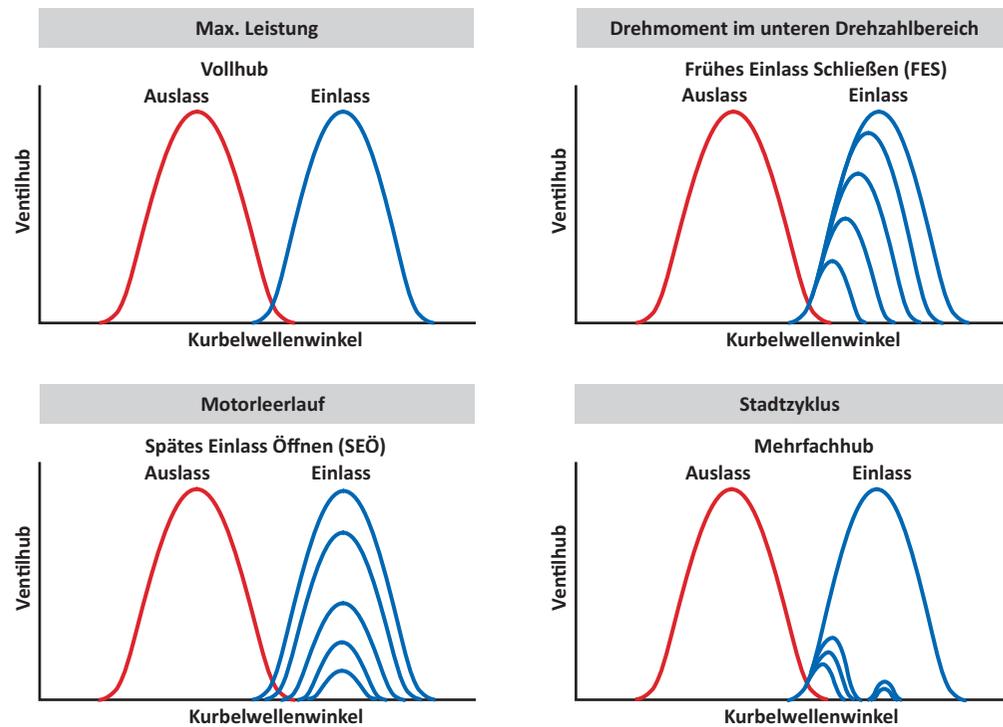


Bild 7 Ventilhubmodi für die Einlassseite

ben der bereits eingesaugten Luft zu vermeiden und die Effektivität zu erhöhen.

Um im leerlaufnahen Bereich die Luftmenge im Zylinder einzustellen und gleichzeitig über hohe Luft-einströmgeschwindigkeiten eine gute Verwirbelung zur Gemischaufbereitung zu generieren, bleibt das Einlassventil zu Beginn des Nockenhubes geschlossen. Erst durch Schließen des Schaltventils zu einem späten Zeitpunkt öffnet das Einlassventil (SEÖ). Bei sehr kleinen Drehzahlen und Lasten werden die beiden Modi FES des ersten Hubes und ein zweites Öffnen mit SEÖ kombiniert. Dadurch ergibt sich eine stabile Verbrennung, und das Problem der Überexpansion der durch FES limitierten Luftmenge wird verhindert.

Anforderungen an die Auslegung

Um in jedem Betriebszustand den richtigen Gemischzustand zu garantieren, muss das UniAir Sys-

tem entsprechend auf folgende Anforderungen ausgelegt werden:

- Öltemperatur (Min. -30 °C, Max. 150 °C)
- volle Funktion im gesamten Drehzahlbereich (700 bis 7000 1/min)
- hohe Genauigkeit der eingestellten Luftmenge im Zylinder
- hohe Präzision und Wiederholbarkeit der Ventilhubhöhe auf das einzelne Ventil des gesamten Motors bezogen
- schnellstmögliche Reaktionsfähigkeit (innerhalb einer Nockenwellenumdrehung), um für transienten Betrieb gerüstet zu sein
- Kompensationsfunktion für bestimmte Bauteiltoleranzen und Änderungen der Umgebungsbedingung wie z. B. der Temperatur bzw. Alterung der Bauteile

Bei der Auslegung des UniAir Systems wurde aber auch besonderen Wert darauf gelegt, dass die funktionellen Anforderungen bei geringst möglichen Kosten erfüllt werden. Ferner wurde schon

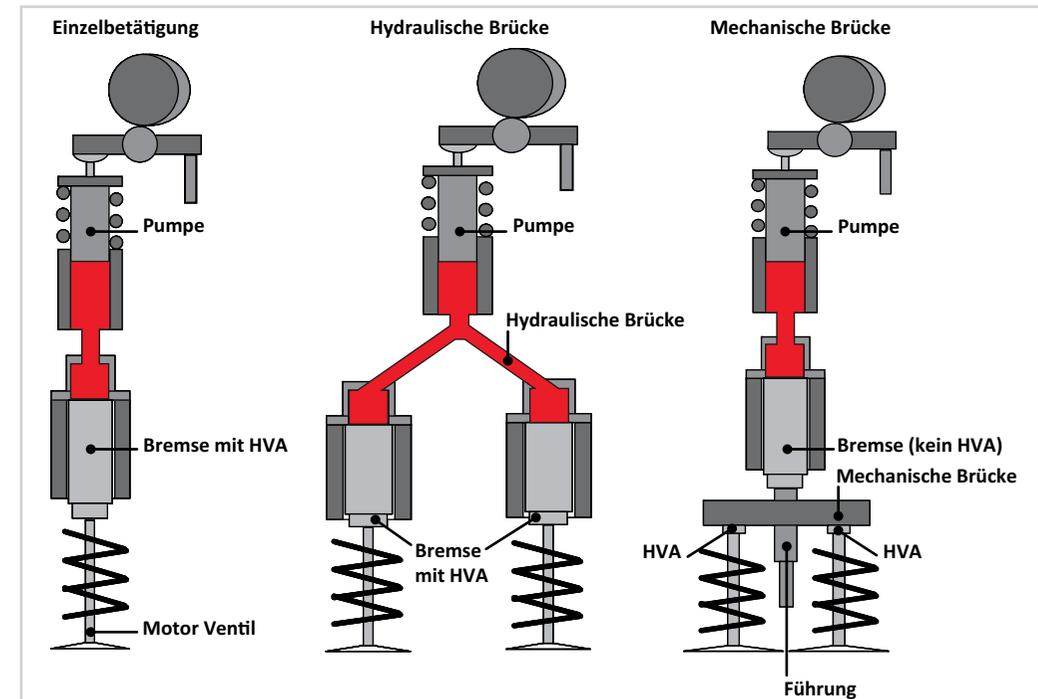


Bild 8 Mögliche, prinzipielle Systemarchitekturen

von Beginn an berücksichtigt, dass trotz aller Vorteile des Systems kein Kunde bereit ist, größere Zugeständnisse bzgl. Einbauraum, Mehrgewicht und Reibung zu machen. Auch der Zwang, das System mit Motoröl zu versorgen, war bekannt.

Anforderungen

Um für alle Anwendungsfälle bei Benzin-/Dieselmotoren einlass- bzw. auslassseitig gerüstet zu

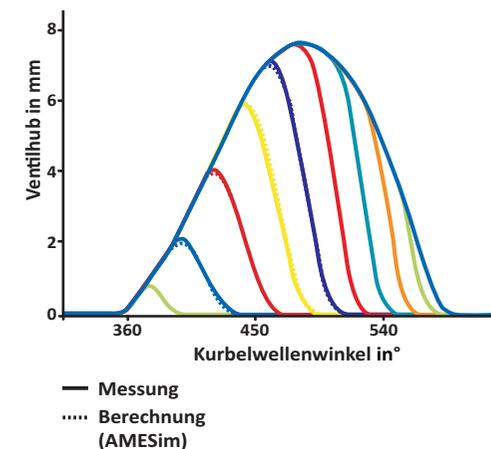


Bild 9 Ventilhubkurven simuliert und gemessen

sein, wurden diverse konstruktive Ausführungen dargestellt (Bild 8).

Die individuelle Ansteuerung der Ventile bietet die größte Flexibilität. Bei Betätigung des Ventils eines Zylinders mit hydraulischer oder mechanischer Brücke ist die Flexibilität zwar eingeschränkter, jedoch bei deutlich geringeren Kosten. Welche Konfiguration am Ende bzgl. des Kosten-Nutzen-Verhältnisses die beste ist, hängt von der Anwendung und der Zielsetzung ab.

Systementwicklung und Auslegung

In der Entwicklungsphase erfolgte die Vorauslegung des Systems mittels moderner Auslegungs-, Berechnungs- bzw. Simulationswerkzeuge. Hier ist durch die Kopplung leistungsfähiger Programme wie Matlab/Simulink und AMESim ein umfangreiches Werkzeug für die numerische Simulation entstanden, das eine systematische Analyse erlaubt. Unter anderem wurden mit diesem Werkzeug die Nockenkonturen ausgelegt sowie die Ventilhubkurven der Einlassventile simuliert. Bild 9 zeigt einen Vergleich der simulierten Kurvenschar zur gemessenen.

UniAir Komponenten

Das Schaltventil als Präzisionskomponente

Die Genauigkeitsanforderungen an das UniAir System zur Gewährleistung immer gleicher Ventilhubhöhe am selben Ventil bzw. für jeden Aktuator über den gesamten Zylinderkopf sind extrem hoch. Dabei spielt die Toleranzeinhaltung aller Komponenten, angefangen von der Pumpe bis hin zur Bremse, eine große Rolle. Die Schaltventile sind als Stellglieder für jede gewünschte Hubkurve im Gesamtsystem von zentraler Bedeutung. Bei der Auslegung dieses neuartigen Schaltventils waren die besonderen Herausforderungen an die Entwickler die geforderten Ein- und Ausschaltzeiten, die Schaltzeitenpräzision sowie die Dauerhaltbarkeit.

Die Systemarchitektur mit einem „normal offenen“ (normally open) Schaltventil bedingt, dass das Schaltventil einmal pro Nockenwellenumdrehung schalten muss, im Multilift-Betrieb sogar mehrmals. Zur Sicherstellung eines voll befüllten Hoch-

druckraums und damit der Möglichkeit eines Vollhubs im nächsten Ladungswechseltakt, wird das Schaltventil nach jedem Zyklus kurz geöffnet, um die Nachfüllphase zu gewährleisten. Bei Multilift Strategien muss nach dem ersten Öffnen sichergestellt werden, dass der Anker seine Ruheposition wieder erreicht hat, bevor das Schaltventil das zweite Mal angesteuert wird. Deshalb kann die Bestromung für den zweiten Hub erst nach ca. 2 ms des Ankers in der Ruheposition erfolgen.

In Abbildung 10 sind die Ansteuerkurve des Stromes für ein Schaltventil und die dazugehörige Motorventilhubkurve gezeigt. Abgebildet sind der FES, und die Vollhubkurve im Vergleich.

Zur Realisierung eines möglichst schnellen Schaltventils mit geringst möglichem Strombedarf, wurde eine spezielle Ansteuerstrategie für den Schaltventilstrom gewählt. Die Stromkurve gliedert sich in mehrere Abschnitte. Vom unbestromten Zustand wird vor der gewünschten Betätigung des Schaltventils der sogenannte Vormagnetisierungsstrom angelegt, der das Schaltventil vormagnetisiert, aber noch nicht schaltet. Um einen schnellen und präzisen Einschaltvorgang zu gewährleisten, wird zum eigentlichen Schaltzeitpunkt des Schaltventils mit überhöhter Spitzenstromstärke angesteuert. Der Schaltzeitpunkt wird von der Software je nach Betriebszustand vorgegeben. Nachdem das Schaltventil komplett betätigt ist, wird die Bestromung auf den Haltestrom zurückgenommen, mit dem das Schaltventil im geschlossenen Zustand gehalten wird. Die Software gibt dann wiederum den Zeitpunkt vor, zu dem der Strom komplett abgeschaltet wird, und somit das Schaltventil wieder öffnet.

Die Präzision der Öffnungs- und Schließwinkel der Motorventile ist essentiell

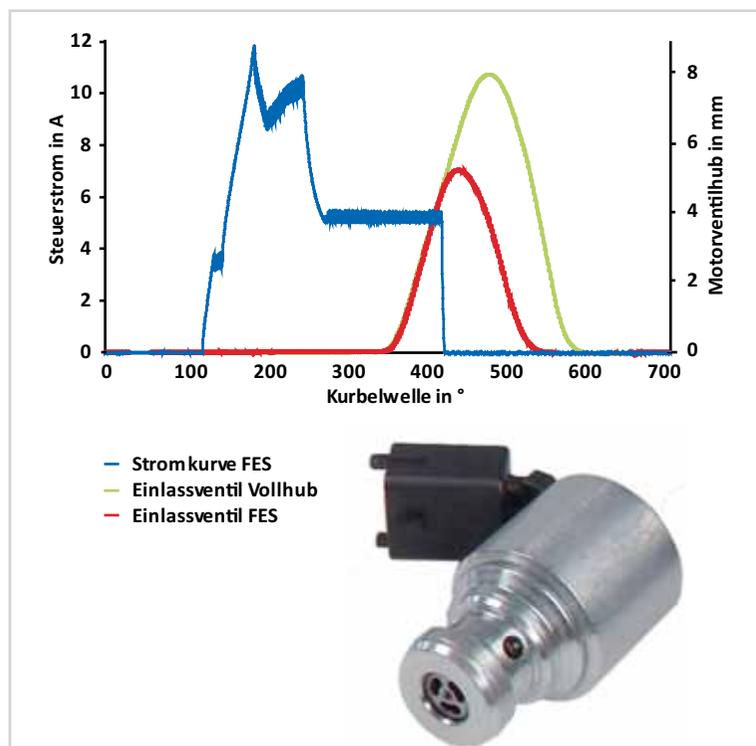


Bild 10 Schaltventil und Stromkurve Schaltventil

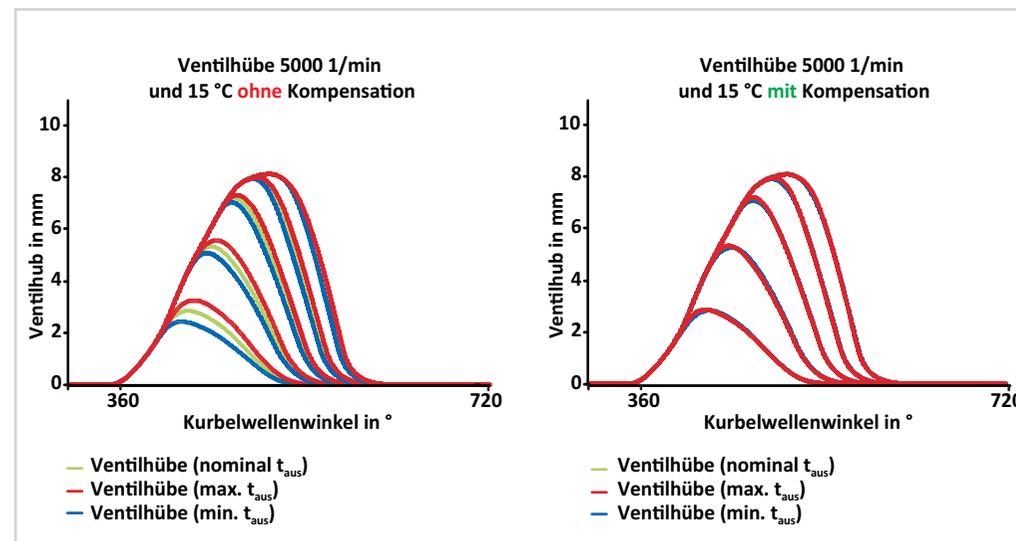


Bild 11 Kompensation der Ausschaltzeit t_{aus} des Schaltventils

wichtig für die Systemfunktion. Dazu trägt maßgeblich die Schaltzeitpräzision der Schaltventile bei. Schon während der Montage der Schaltventile und ihrer Unterbaugruppen werden in der Montagelinie verschiedene Funktionswerte, wie z. B. Durchfluss und Schaltzeiten gemessen und die Baugruppen so eingestellt, dass die Funktionswerte im gewünschten Fenster liegen. Dadurch können Fertigungstoleranzen der Einzelteile durch Zusortieren ausgeglichen werden. Trotz des Toleranzausgleichs der Einzelkomponenten ist es notwendig, durch eine entsprechende Kompensationsfunktion, die Präzision der Schaltzeiten zu optimieren. Diese Kompensationsfunktion arbeitet während der gesamten Lebensdauer des Produktes und wirkt somit auch gegen alterungsbedingte Schaltzeitenänderungen. Das gewährleistet eine optimale Gleichstellung der Zylinderfüllung über die Lebensdauer.

Während der Lebensdauer des Systems schaltet das Schaltventil ca. 330 Millionen mal. Diese Anzahl an Schaltzyklen in der geforderten Präzision stellt eine enorme Aufgabe für die Entwicklung des Schaltventils dar. Unter Zuhilfenahme modernster Auslegungs- und Simulationsmethoden wurde dieses neuartige Schaltventil (in Zusammenarbeit mit Continental Automotive Systems) von der Konzeptphase bis zur Serienreife entwickelt. In zahlreichen Funktions- und Lebensdauertests, sowohl auf dem Komponentenprüfstand als auch auf dem Systemprüfstand und im Fahrzeug, wurde die Funktionali-

tät genauestens validiert und das Schaltventil in das Gesamtsystem integriert.

Die Schaltventile werden individuell von der Steuerungssoftware über entsprechende Endstufen angesteuert. Die Aufgabe der Steuerungssoftware ist es, die Vorgaben der Motorsteuerung nach definierten Modi sowie Öffnungs- und Schließwinkeln der Motorventile, umzusetzen. Hierzu berücksichtigt sie diverse Einflussfaktoren auf das Systemverhalten, um den jeweils richtigen Betätigungszeitpunkt der Schaltventile zu finden. Somit werden die gewünschten Steuerzeiten der Motorventile „getroffen“ (Bild 12). Auf die Haupteinflussfaktoren wird im Rahmen der weiteren Bauteilerklärungen sowie im folgenden Abschnitt näher eingegangen.

Zunächst sind hier die Ein- und Ausschaltzeiten jedes Schaltventils zu nennen. Sie werden anhand der Stromkurve bei jedem Schaltvorgang und für jeden Zylinder einzeln überwacht und dann anhand von Kennfeldern in der Motorsteuerung, abhängig vom Betriebszustand, nachgeregelt. Die Erkennbarkeit der Stromkurve über den gesamten geforderten Temperaturbereich und der damit verbundenen Ölviskosität ist dabei die besondere Herausforderung. Um diese Funktionalität zu gewährleisten, müssen alle Bauteile des Schaltventils genauestens aufeinander abgestimmt sein.

Neben dem Schaltventil bestimmen aber auch die Systemarchitektur und die Bauteilgeometrien die Charakteristik der Ventilhubkurve. Dazu gehört auch

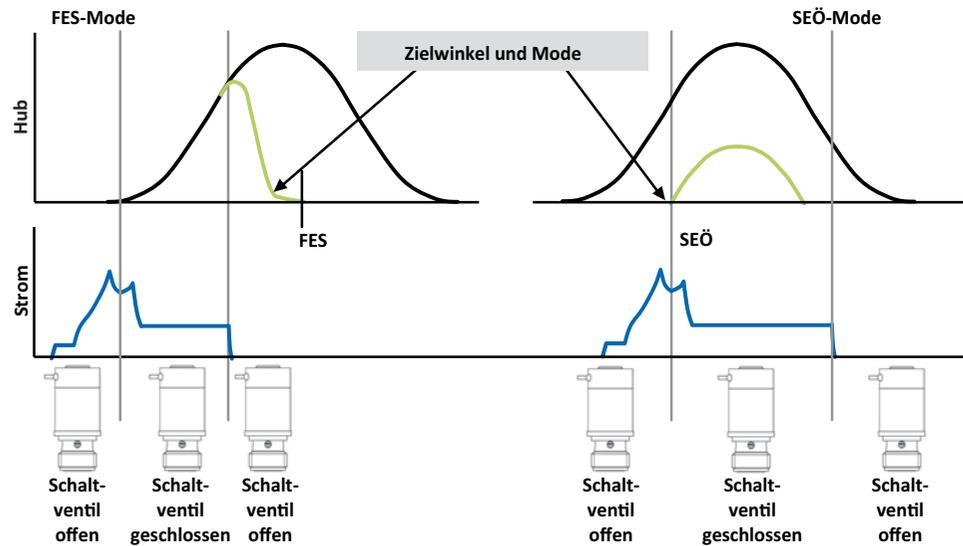


Bild 12 Zielwinkel und Modi

die Bremseneinheit. Hierbei handelt es sich um die Nehmereinheit, die den hydraulischen Druck über ein hydraulisches Ventilspiel-Ausgleichselement in die Bewegung des Motorventils umsetzt. Da das Schließen des Motorventils stets losgelöst von der Nockenkontur erfolgt, wird dieses vor dem Aufsetzen nicht mechanisch gebremst. Um zu hohe Aufsetzgeschwindigkeiten zu vermeiden, die neben der Geräuschentwicklung zu Ventilschäden führen können, wird mit Hilfe von hydraulischen Steuergeometrien in der Bremskolbenführung das Motorventil am Ende seiner ballistischen Flugphase heruntergebremst. Im Gegenzug werden hohe Öffnungsgeschwindigkeiten erreicht, indem die Bremse hierbei durch ein spezielles Rückschlagventil kurzgeschlossen wird. Durch entsprechende Auslegung aller dieser Komponenten werden sowohl ein rechtzeitiges Schließen des Motorventils unter kalten Bedingun-

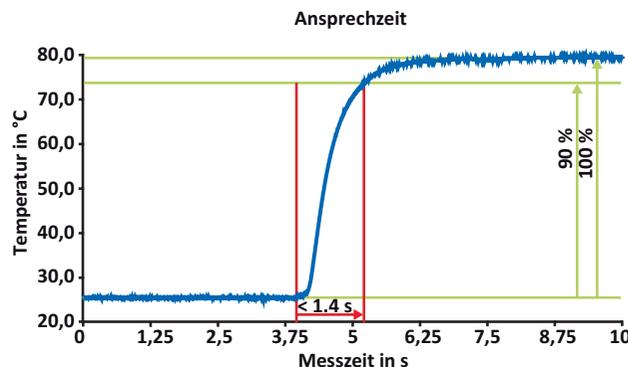
gen (-30 °C) als auch niedere Aufsetzgeschwindigkeiten bei heißem Motoröl gewährleistet.

Neben solchen geometrie- und architekturabhängigen Einflüssen werden die Ventilbewegung und insbesondere die Bremsfunktion aber auch durch Umgebungs- und Betriebsparameter wie z. B. die Motordrehzahl oder die Ölviskosität bestimmt. Zur Berücksichtigung dieser Größen benötigt das Steuerungssystem somit auch diese Informationen.

Insbesondere bei einem Kaltstart und der darauf folgenden inneren Systemerwärmung ist es notwendig, die Ölviskosität zu verfolgen. Ein wichtiges Bauteil stellt in diesem Zusammenhang der Temperatursensor (Bild 13) als einzige zusätzliche Sensorik für dieses System dar. Der Sensor misst die Öltemperatur in Echtzeit und liefert eine wichtige Größe für das Steuergerät zur Bestimmung der Öl-



Bild 13 Temperatursensor



viskosität. Hierfür ist die am Motor vorhandene Temperaturmessung von Kühlwasser und Motoröl nicht schnell genug.

Der Sensor mit NTC-Element (Negative Temperature Coefficient) ist für die Anwendung besonders auf niedrige Temperaturen (höchste Genauigkeit bei 0 °C) abgeglichen und hat eine Ansprechzeit (τ_{90} in Wasser) von max. 1,4 Sekunden.

Funktions- und Qualitätssicherung

Am Ende von Fertigung und Montage des UniAir Aktuators wird sichergestellt, dass das System im Zusammenspiel mit der Ansteuerungssoftware von fehlerloser Qualität ist und sich die gewünschten Funktionen darstellen lassen. Dazu wurde ein End of Line (EOL) Prüfstand (Bild 14) entwickelt, der weitestgehend den Entwicklungsprüfständen entspricht. In einem speziellen EOL-Testprogramm werden die wesentlichen Funktionen wie Vollhub, SEÖ und FES für bestimmte Ansteuerwinkel und -drehzahlen überprüft. Speziell beim SEÖ-Modus werden die Schaltzeiten getestet, da hier die Präzision sehr wichtig ist. Die Bremseneinheit wird ebenfalls gezielt überprüft. Dies alles passiert im EOL-Prüfstand durch einen entsprechend automatisierten Ablauf. Jeder Aktuator wird auf dem Prüfzylinderkopf fixiert und bezüglich der geforderten Präzision der Öffnungs- und Schließwinkel sowie der maximalen Hubhöhe kontrolliert.



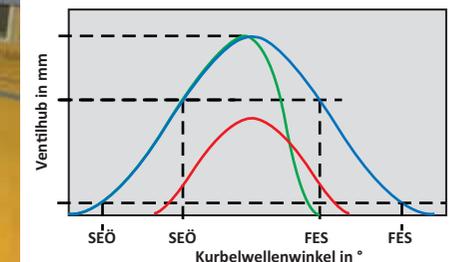
Bild 14 End of Line Prüfstand / Prüfkriterien

Zusammenfassung

Zur Einhaltung der aktuellen und zukünftig strikter werdenden gesetzlichen Emissions- und Verbrauchsziele und zur Erfüllung der Kundenbedürfnisse ist die Ventiltriebsvariabilität ein wichtiger Baustein, auch im Kontext zukünftiger Verbrennungsmotortechnologien. UniAir, das vollvariable elektrohydraulische Ventiltriebssystem, hilft die Potenziale der bisherigen variablen Ventilsteuermechanismen zu erweitern und trägt insbesondere zur Optimierung des Verbrennungsprozesses bei. Der Schaeffler Gruppe ist es in Zusammenarbeit mit Fiat gelungen, mit der Entwicklung des UniAir Systems ein neuartiges Ventiltriebssystem auf den Markt zu bringen. Den Fahrzeugherstellern, wie auch den Endkunden werden durch dieses System viele Vorteile gegenüber herkömmlichen Ventiltrieben geboten. Bereits im September 2009 erfolgte mit dem Alpha Romeo MITO (Motor: Fire 1,4 I 4 V 135 PS Turbo Variante) unter der Bezeichnung MultiAir die Einführung des ersten vollvariablen, elektrohydraulischen Ventilsteuerungssystems weltweit. Inzwischen ist die UniAir Technologie, die einlassseitig eingesetzt wird, auch im Punto EVO verfügbar. Bild 15 zeigt die für den Alpha Romeo MITO gemessenen Vorteile.

UniAir bietet neben einem Beitrag zur Leistungssteigerung bzw. Verbrauchsreduzierung noch eine Vielzahl weiterer Vorzüge. Durch den sehr flexibel zu gestaltenden Aufbau, kann es verschiedenste Kundenanforderungen erfüllen und ist auf fast jeden Motor adaptierbar. Zum Betrieb eines UniAir Motors wird herkömmliches Motorenöl verwendet. Die Regelungssoftware, die auch von Schaeffler kommt,

- Modus: Abprüfkriterien:
- Vollhub - Durchfluss Überwachung (max. Hub+Schließwinkel)
 - Öffnungs- und Schließwinkel Vollhub
 - Ölfluss
 - FES - Bremsfunktionstest (Aufsetzgeschwindigkeit)
 - Schließverhalten Schaltventil
 - SEÖ - Öffnungsverhalten Schaltventil (Öffnungswinkel)
 - Schaltzeiten Schaltventil



ist in das Motorsteuergerät integriert. Schaeffler versteht sich als Systempartner der Automobilindustrie und liefert das komplette UniAir System, bestehend aus Hardware, Software und Kalibrierdatensatz (Bild 16). Für die Automobilhersteller ist es vorteilhaft, ein geprüftes Modul aus einer Hand zu bekommen, das dann im Motorenwerk einfach in den Zylinderkopf integriert werden kann.



- bis zu 10 % Reduktion CO₂ Emission / Verbrauch
- bis zu 10 % mehr Leistung
- bis zu 15 % mehr Drehmoment im unteren Drehzahlbereich

(im Vergleich zu einem Motor mit konventionellem Ventiltrieb ohne Nockenwellenversteller)

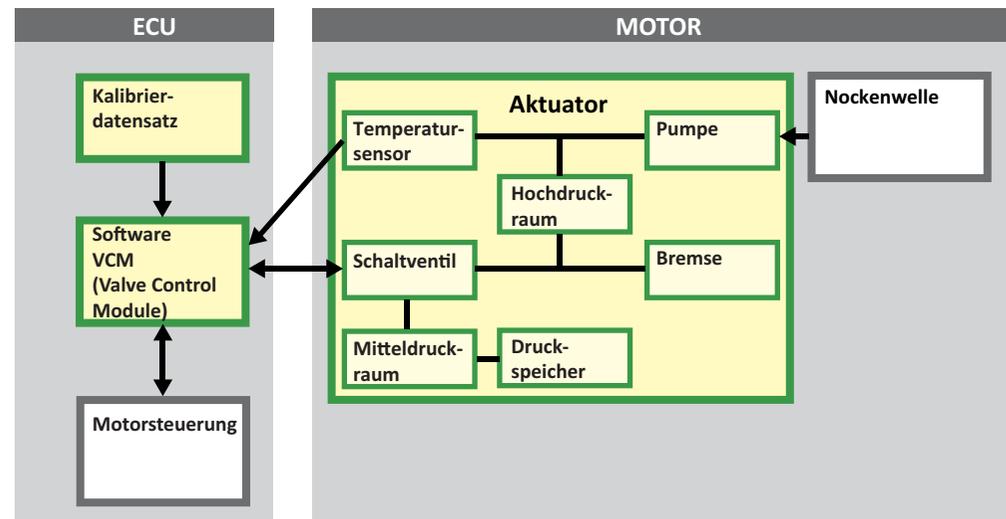
Bild 15 Erste Serienanwendung UniAir im im FIAT Fire 1,4I MultiAir – Vorteile

Die ersten Anwendungen des UniAir Systems beziehen sich speziell auf den Bereich der Benzinmotoren und dort auf die Einlassseite. Prinzipiell ist der Systemeinbau jedoch nicht alleine der Einlassseite vorbehalten.

UniAir ist auch interessant für den Einsatz in Dieselmotoren für PKW. Mit Hilfe dieses äußerst flexiblen Systems lassen sich Strategien wie interne Abgasrückführung, Einlassdrallerzeugung und auch die Variabilität des effektiven Verdichtungsverhältnisses (effective compression ratio) verwirklichen. PKW-Dieselmotorprototypen werden bereits mit UniAir betrieben.

Erste Entwicklungen im Nutzfahrzeug laufen bereits mit gutem Erfolg. Im Großmotorenbereich gibt es eine Kooperationsvereinbarung zwischen Schaeffler und ABB um dieses Ventiltriebssystem auch für Off-Highway-Motoren (Schiff, Bahn und zur Energieerzeugung) einzusetzen.

Um den hohen Anforderungen der zukünftigen Brennverfahren wie z. B. CAI/HCCI bzgl. Luft- und Abgaspfad gerecht zu werden, arbeitet Schaeffler bereits heute mit Partner an entsprechenden Systemen in der Vorentwicklung.



□ Schaeffler-Lieferumfang

Bild 16 UniAir System - Systemablauf