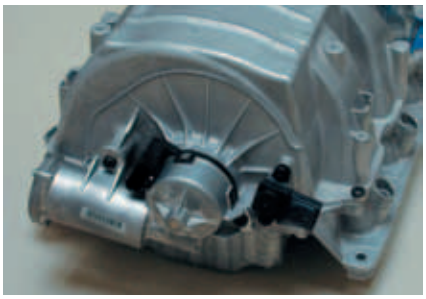
Klappen und Steller

Stellwerke

Neben der Drossel- oder Regelklappe gibt es inzwischen eine ganze Reihe weiterer Steller, die, elektrisch betätigt, Einfluss auf die Strömungsgeometrie des Saugrohrs nehmen. Ein Überblick.



Von Pierburg für BMW: stufenlos längenvariables Saugrohr

Bilder: Diehl

Gesamtverstellwinkel: 236 Grad, Verstellzeit: weniger als eine Sekunde

Über Jahrzehnte gab es in der Luftversorgung von Ottomotoren nur einen Steller: die Drosselklappe. Sie reguliert den angesaugten Luftstrom und beeinflusst so die Leistungsabgabe. Dieselmotoren benötigen, bedingt durch ihr Arbeitsprinzip, zwar keine Drosselklappe, besitzen aber dennoch eine, und zwar für die Abgasrückführung (AGR). Denn die Druckdifferenz zwischen Abgas- und Saugseite reicht nicht aus, um hohe AGR-Raten zu realisieren. Das gilt auch für Ottomotoren mit Direkteinspritzung, bei denen noch Diagnosezwecke für das Vorhandensein einer solche Klappe hinzukommen. In beiden Fällen heißt diese Klappe nicht Drossel-, sondern Regelklappe. Nach Erkenntnissen von MS Motor Service, der Ersatzteilmarkt-Sparte von KSPG (vormals Kolbenschmidt Pierburg), können Drossel- oder Regelklappen durch ölhaltige Ansaugluft verkleben oder verkoken und hierdurch schwergängig werden, was sich unter anderem in Form von Leistungsmangel oder Rückeln bemerkbar macht.

► **Regelklappe:** Druckdifferenz zwischen Abgas- und Saugseite reicht für hohe AGR-Raten nicht aus

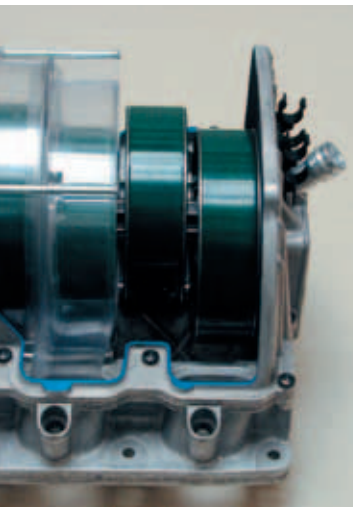
Inzwischen existieren neben der Drossel-/Regelklappe eine ganze Reihe weiterer Steller, die, elektrisch betätigt, Einfluss auf die Saugrohrströmungsgeometrie nehmen.

Einer dieser Steller ist der Leerlaufsteller, der auch als Leerlaufregler, Leerlauffüllungsregler, Leerlaufregelventil, Ventil für Leerlaufstabilisierung, Schritt- oder Stepp-Motor bekannt ist. Er sitzt am oder im Drosselklappenstutzen und dosiert über einen Bypass-Kanal die für den Leerlauf eines Ottomotors benötigte Luft, so dass die Leerlaufdrehzahl stets konstant

bleibt. Hinweis von MS Motor Service: Verschmutzung des Bypass-Kanals führt zu schlechtem, unrundem Leerlauf.

Knackpunkt Verwirbelungsachse

Weitere Steller, die Drall- und Tumble-Klappen, werden gelegentlich verwechselt. Unterscheidungskriterium ist die Verwirbelungsachse: Drallklappen erzeugen den Wirbel entlang der Zylinderachse. Meist bei Dieselmotoren eingesetzt, verbessern sie die Durchmischung von Kraftstoff und Luft bei niedrigen Drehzahlen, wozu die Luft für jeden Zylinder durch zwei getrennte Kanäle geführt wird. Je ein Kanal kann durch eine Drallklappe geschlossen werden, was die Luft verwirbelt. Um einen höheren Grad der Füllung zu erreichen, stehen die Drallklappen bei höheren Drehzahlen und Drehmomenten offen, ebenso bei Motorstart und Schubbetrieb. Eine Ottomotor-Anwendung ist Opels Twinport-Motor, wo Drallklappen im Teillastbereich Drosselverluste reduzieren sollen. Die Alternativbezeichnungen der Drallklappe lauten Swirl-Klappe und Einlasskanalabschaltung. Im Gegensatz zu den Drallklappen erzeugen Tumble-Klappen Wirbel senkrecht zur Zylinderachse. Sie heißen auch Ladungsbewegungsklappen und realisieren bei Ottomotoren mit direkter Einspritzung den Schichtladebetrieb. Zwei mögliche Umsetzungen: Trennung des Lufteinlasskanals in zwei Kanäle und Verschluss eines Kanals per Tumble-Klappe oder seitliches Einschwenken der Klappe in den Luftstrom. Auch Tumble-Klappen werden zur Erreichung eines höheren Füllungsgrads bei höheren Drehzahlen und Drehmomenten geschlossen (Homogenbetrieb wie beim konventionellen Saugrohreinspritzer). Ablagerungen an den Klappen, Drall- wie Tumble-, schränken deren Bewegung ein. Die Rußemission steigt, bei ständig offenen Klappen bei niedrigen und bei ständig geschlossenen Klappen bei hohen Drehzahlen. Diesen Fehler schreibt die Eigendiagnose meist zu Unrecht dem Klappenantrieb zu.



Acht Drehscheiber auf zwei gegenläufigen Wellen mit Antrieb und Sensorik

Hohe Schule: schaltbare Saugrohre

Die hohe Schule der Steller in der Luftversorgung von Verbrennungsmotoren sind schaltbare Saugrohre. Weil das als Liefergrad bezeichnete Verhältnis von praktischer und theoretischer Zylinderfüllung bei nicht aufgeladenen Viertakt-Ottomotoren bestenfalls 0,9 beträgt, greifen Motorenbauer und deren Zulieferer gern auf Saugrohrsysteme mit dynamischem Aufladeeffekt zurück. Bei der Nutzung der kinetischen Energie der Ansaugluft werden Schwing- und Resonanzsaugrohrsysteme sowie deren Kombination unterschieden. Schwingsaugrohre nutzen den Aufladeeffekt unterschiedlicher Saugrohrlängen und -breiten, indem zu geeigneten Zeitpunkten zwischen zwei oder drei Stufen umgeschal-

► **Unterschieden werden** Schwing- und Resonanzansaugrohrsysteme sowie deren Kombination

tet wird. Bei niedrigen Drehzahlen sind lange und schlanke Saugrohre vorteilhaft, kurze Saugrohre mit vergleichsweise großem Durchmesser begünstigen den Liefergrad bei hohen Drehzahlen.

Zur Liefergradsteigerung im mittleren Drehzahlbereich werden Reihensechszylinder mit Resonanzsaugrohrsystemen kombiniert. In diesem Fall bedeutet Resonanz Übereinstimmung von Ventilöffnungs- und Gasschwingfrequenz. Ein Resonanzsaugrohrsystem besitzt lange Saugrohre, einen oder mehrere Resonanzbehälter und meist eine Resonanzklappe, die ein zweites Verbindungsrohr zwischen den Resonanzbehältern öffnet. Letzteres verschiebt die Eigenfrequenz des Saugrohrsystems und vergößert den wirksamen Drehzahlbereich.

Den Idealfall eines schaltbaren Saugrohrs stellt das stufenlos variable System dar. Dabei synchronisiert die Motorsteuerung Motordrehzahl und Saugrohrlänge, woraus sich ein optimaler Drehmomentverlauf ergibt. Beispiel: Bis in den mittleren Drehzahlbereich wird die größte Saugrohrlänge beibehalten, darüber erfolgt die kontinuierliche Reduzierung. *Peter Diehl*

Leserservice

Kontakt zu MS

Sie haben Fragen zur oder ein Problem mit der Luftversorgung von Verbrennungsmotoren? Die Spezialisten von MS Motor Service, der Ersatzteilmarkt-Sparte von KSPG (vormals Kolbenschmidt Pierburg) helfen gern weiter. Kontakt per E-Mail:

technical.servicePG@
ms-motor-service.com

Definitionen

PWM und PFM

Im Zusammenhang mit der Ansteuerung von Klappen und Stellern der Luftversorgung von Verbrennungsmotoren ist oft von Pulsweiten- (PWM) und Pulsfrequenz-Modulation (PFM) zu lesen. Was versteht man darunter?

- ✔ in beiden Fällen wird die Spannung periodisch getaktet
- ✔ im Automobilbereich sind Frequenzen von 100 Hz üblich
- ✔ bei PWM ändert sich das Tastverhältnis (Impulsbreite), während die Frequenz konstant bleibt
- ✔ bei PFM ändert sich die Frequenz (die Signalkurve wird gestreckt oder gestaucht), während das Tastverhältnis konstant bleibt
- ✔ darstellbar sind getaktete Signale nur mittels Oszilloskop oder Motortester