



Liebe Leserinnen, liebe Leser,
ein Rückblick auf das vergangene
Jahr und das erste Quartal 2003
zeigt einmal mehr, dass aus-
schlaggebende Impulse im Kraft-
fahrzeugbau von der Motoren-

entwicklung ausgingen. Die Ingenieure der
Motorenhersteller und der Zulieferindustrie haben
erneut unter Beweis gestellt, dass das Entwick-
lungspotenzial des Verbrennungsmotors noch
lange nicht ausgeschöpft ist.

Wir als Dienstleister sehen uns mit unserer Ziel-
setzung – innovative Beiträge für die Motoren-
entwicklung zu leisten – bestätigt und möchten
Ihnen in unserer neuesten TEC INFO einige in-
teressante Ergebnisse aus Untersuchungen am
Motorkühlsystem vorstellen.

Zum Thema „Bedarfsabhängige Kühlung des Motors mit Hilfe integrierter Temperatursensorik in der Zylinderkopfdichtung“

Der Kühlkreislauf moderner Motoren ist eines
der wenigen Systeme im Kraftfahrzeug, die auch
heute noch weitgehend mechanisch gesteuert
werden. Das Kühlmittel wird von der Wasserpumpe
ins Kurbelgehäuse und von dort zum Zylinder-
kopf geleitet. Die Durchflussmenge wird von der
Pumpen- bzw. Motordrehzahl bestimmt. Die
Förderleistungen der Pumpen sind auf niedrige Mo-
tordrehzahlen bei hoher Last ausgelegt, um
Motorschäden durch Überhitzung zu vermeiden.
Dies hat zur Folge, dass über große Bereiche
des Drehzahl-Lastkollektivs die durchgesetzte Kühl-
mittelmenge den tatsächlich erforderlichen
Bedarf weit übersteigt. Zukünftige Anforderungen
wie Verbrauchs- und Reibleistungsreduzierungen,
Wirkungsgradoptimierung, bei gleichzeitiger
Verschärfung der Abgasnormen, können mit Hilfe
neuer Wärmemanagementsysteme gelöst werden.

Unter dem Begriff „Motor-Wärmemanagement“
versteht man die dynamische Regelung des
Wärmehaushalts unter Verwendung einer elektri-
schen Kühlmittelpumpe, Regelventile, in die Zylin-
derkopfdichtung integriertem Temperatursensor,
elektrische Kühlgebläse und Kühlerjalousie. Diese
Systeme arbeiten unabhängig von der Motordreh-
zahl und können deshalb die Motortemperatur
besser regeln als thermostatgeregelte Ausführungen.

Besonderer Wert wird auf eine kurze Aufheizzeit
nach dem Kaltstart gelegt, um die Emissionen
zu reduzieren. Bei Verwendung einer elektrischen
Wasserpumpe wird in dieser Phase der Kühl-
mitteldurchfluss stark reduziert oder sogar unter-
brochen. Je nach Belastung erwärmt sich der
Motor unterschiedlich schnell. Um örtliche Bauteil-
überhitzungen zu vermeiden, muss das Kühl-
system in der Lage sein, auf schnelle Temperaturan-
stiege reagieren zu können. Hier empfiehlt sich
die Temperaturmessung in der Zylinderkopfdich-
tung in unmittelbarer Umgebung des Brennraums.
Eine neu konzipierte Zylinderkopfdichtung mit
integrierter Temperatursensorik erlaubt ohne
Eingriffe in die Motorkonstruktion, die Temperatur
in Brennraumnähe zu erfassen und ans Motor-
steuergerät zur Regelung des Kühlkreislaufs wei-
terzuleiten.

Am Motorprüfstand hat ElringKlinger Motortechnik
an einem 1,4-l-Ottomotor Untersuchungen
durchgeführt und folgende wichtige Erkenntnisse
gewonnen.

Die ElringKlinger Motortechnik – ein Tochterunter-
nehmen der ElringKlinger AG – bietet der internationalen
Automobilindustrie Entwicklungs- und Motortest-
Dienstleistungen für eine schnelle und wirtschaftliche
Motorenentwicklung.

Die ElringKlinger AG ist weltweit führender Entwick-
lungspartner und Systemlieferant der Automobilindus-
trie für Motor-Dichtsysteme. Die ElringKlinger-Gruppe
ist mit 20 Werken, Tochter- und Beteiligungsgesell-
schaften und über 3.000 Mitarbeitern in allen wesent-
lichen Fahrzeugmärkten der Welt präsent.

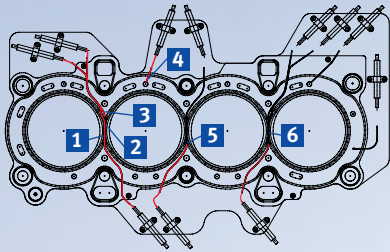
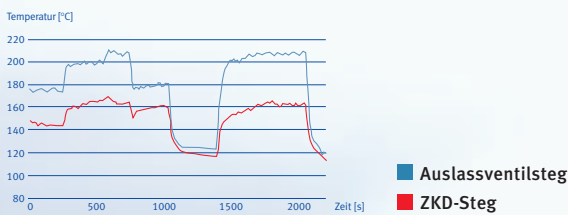


Abbildung 1

Im Dichtspalt zwischen Kurbelgehäuse und Zylinderkopf gibt es Messpositionen, die sehr gut geeignet sind, um Bauteiltemperaturen zu messen und diese zur Regelung des Kühlkreislaufs heranzuziehen. In Abb. 1 sind Messstellen zu sehen, die diese Anforderungen erfüllen.

In Diagramm 1 ist ein Auszug aus einem Fahrzyklus mit serienmäßigem Fahrzeugkühlkreislauf dargestellt, bei dem die einzelnen Drehzahl- und Laststufen mit minimal möglicher Kühlmittel-Durchsatzmenge unter Verwendung einer elektrisch betriebenen Wasserpumpe gefahren wurden.

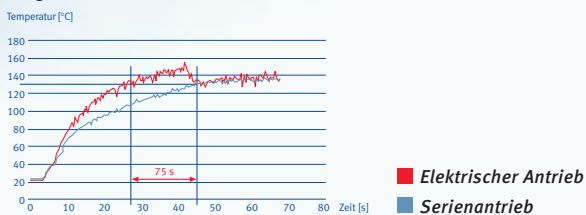
Diagramm 1



Die Untersuchungen zeigen, dass über die Temperatur in der Zylinderkopfdichtung auf die kritischen Temperaturen im Motor geschlossen werden kann. Aus den Kurvenverläufen ist außerdem zu erkennen, dass die Messstelle in der ZKD (rote Kurve) sehr schnell der kritischen Temperatur am Auslassventilsteg folgt.

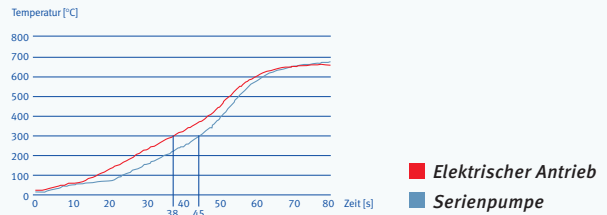
Diagramm 2 zeigt den Temperaturverlauf an der repräsentativen Messstelle in der Zylinderkopfdichtung nach Kaltstart und Hochlauf des Motors auf $n = 2000 \text{ 1/min}$ bei Volllast. Besonders im Bereich zwischen 60 °C und 80 °C lässt sich der Vorteil in der Aufwärmgeschwindigkeit des Motors beobachten. Nach Erreichen der maximal zulässigen Temperatur in der ZKD von 148 °C wird die elektrisch betriebene Kühlmittelpumpe eingeschaltet. Die Aufheizzeit bis zu der unter Serienbedingungen ermittelten Temperatur von 130 °C verkürzt sich um ca. 75 Sekunden, dies bedeutet einen Zeitgewinn von mehr als einem Drittel vom Ausgangszustand.

Diagramm 2



In Diagramm 3 ist die Aufheizgeschwindigkeit des Vorkatalysators nach einem Startvorgang bei 20 °C aufgezeichnet. Der Motor wurde nach dem Start 30 Sekunden im Leerlauf betrieben und anschließend mit 50 % Last auf 2500 1/min hochgefahren. Dieser Last-/Drehzahlpunkt hatte eine Laufzeit von 50 Sekunden. Der Vergleich der beiden Kurven zeigt, dass mit der elektrisch betriebenen Wasserpumpe (Fördermenge ca. 15 l/min) die Katalysatorstarttemperatur von 300 °C innerhalb von 38 Sekunden erreicht wird, während unter Serienbedingungen 45 Sekunden benötigt werden.

Diagramm 3



Die Ergebnisse machen deutlich, dass mit einer elektrisch betriebenen Wasserpumpe und der Temperatursensorik in der Zylinderkopfdichtung der Kühlkreislauf besser geregelt werden kann als mit herkömmlichen Systemen. Aus der Verkürzung der Warmlaufphase um bis zu 30–40% resultieren wesentliche Vorteile in Bezug auf Kraftstoffverbrauch, Abgasemission und Bauteilverschleiß. Hinzu kommen die zusätzlichen Vorteile beim Kraftstoffverbrauch, die dadurch entstehen, dass in allen Betriebspunkten eine bedarfsgezielte Motorkühlung erfolgt und so die Antriebsleistung der Kühlmittelpumpe reduziert werden kann. In Verbindung mit höheren Kühlmitteltemperaturen im Teillastbetrieb werden Kraftstoffeinsparungen von ca. 3 – 5 % geschätzt, dies war aber nicht Gegenstand der Untersuchungen. Insgesamt verdeutlichen die Untersuchungsergebnisse das Entwicklungspotenzial, das in einem Nebenaggregatesystem enthalten sein kann. Um zukünftig Motoren hinsichtlich Verbrauch und Abgasemissionen auf den niedrigst möglichen Stand zu bringen, werden wir nicht umhin kommen, auch solche Systeme weiterzuentwickeln und „intelligent“ zu machen. Die ElringKlinger Motortechnik GmbH steht ihren Kunden auch bei solchen Fragestellungen mit ihrem Engineering zur Verfügung und kann auch hier insbesondere ihr Know-how auf dem Gebiet der Motorkaltstartentwicklung einbringen.

Dieter Eckert
Dieter Eckert