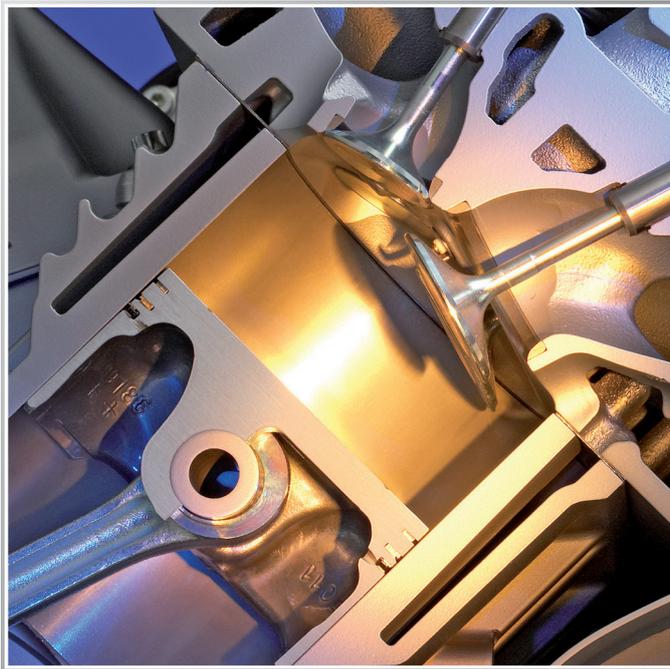


Klopfende Verbrennung



Quellen: Mercedes, MSI

© A. Lerch / ESA

Erstellt: 8/2012

Gemischbildung

Verbrennungsmotoren verarbeiten das angesaugte Benzin-Luft-Gemisch besser, wenn es homogen im Verbrennungsraum verteilt ist. Für das Erreichen einer möglichst homogenen Verteilung steht aber sehr wenig Zeit zur Verfügung: im besten Fall der ganze Ansaugtakt und ein Teil des Verdichtungstaktes.

Ansaugen

Während sich der Kolben von OT nach UT bewegt, herrscht im Verbrennungsraum ein Unterdruck. Dies bewirkt, dass die Siedetemperatur des Treibstoffes sinkt und dieser durch die Wärmeenergie aus der Umgebung rasch verdampfen kann. Erst wenn die Treibstoffteilchen den Aggregatzustand von flüssig nach gasförmig geändert haben können sie sich mit der Luft vermischen.

Verdichten

35° bis 90° nach UT schliessen die Einlassventile und die Gase sind jetzt im Verbrennungsraum eingeschlossen. Der Kolben strebt mit viel Energie dem OT zu und verdichtet die Gase. Die dabei entstehenden Gasströmungen helfen mit, dass sich die Homogenität des Gemisches verbessert.

Homogenes Gemisch

Das Gemisch muss im Zündzeitpunkt seine grösste Homogenität erreicht haben. Befinden sich noch fette Gemischnester im Verbrennungsraum, führen diese zu unvollständig verbrannten Abgasbestandteilen. Gibt es magere Gemischnester, kann sich Stickstoff mit Sauerstoff zu NO_x verbinden. Dass eine 100-prozentige Homogenität erreicht wird, ist unwahrscheinlich und die Gemischnester werden sich «wolkenförmig» im Verbrennungsraum verteilen.

Legende: a normale Verbrennung - b Glühzündung - c klopfende Verbrennung - d Bildung der Druckschwingungen

Leistungsziele:

AM-4.2.7 klopfende Verbrennung im Ottomotor erklären(p)

Klopfen

Jedes Gemisch entzündet bei einer bestimmten Temperatur und einem dazugehörigen Druck. Enthält der Verbrennungsraum eine Gemischwolke, welche genau das entsprechende Gemisch enthält, welches bei den vorherrschenden Bedingungen entzündet, spricht man von «Klopfender Verbrennung». Da neben der Druckausdehnung infolge der eigentlichen Zündung auch die zweite Druckwelle durch das Klopfen entsteht, ergibt sich ein grösserer Druckanstieg als vorgesehen und zusätzlich ergeben sich anschliessend heftige Druckschwankungen, welche als mechanisches Geräusch wahrgenommen werden können.

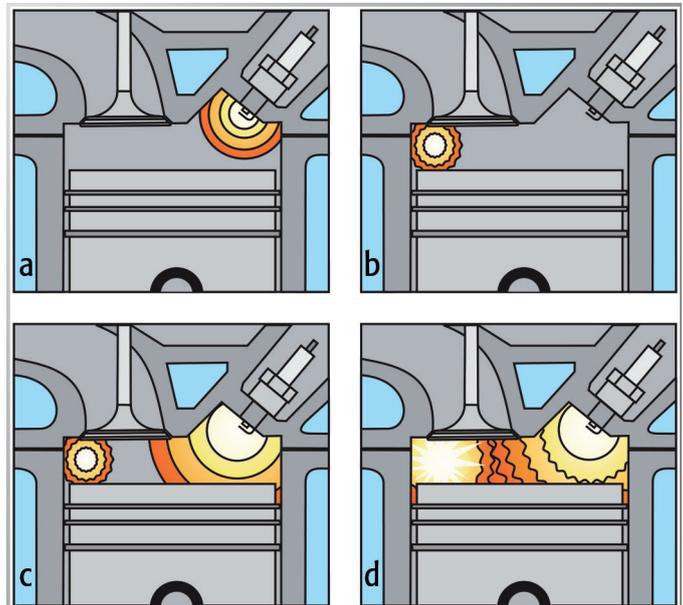
Die Entflammung von Gemischnestern kann auch durch glühende Teile im Verbrennungsraum erfolgen.

Klopfen verhindern

Durch die bekannten Klopfensensoren oder durch die Ionenstrommessung des Zündfunkens können klopfende Verbrennungen sensiert werden. Wird die Zündungsauslösung daraufhin später eingeleitet, ergeben sich im Verbrennungsraum in den gleichen Kolbenstellungen andere Temperatur- und Druckbedingungen, was ein weiteres Klopfen unwahrscheinlich macht.

Schäden

Wird dem Klopfen keine oder zuwenig Beachtung geschenkt, können die Kolbenoberflächen aufgeraut werden (wie sandgestrahlt). Diese Schädigung kann auch noch verstärkt werden und äussert sich dann in Form von trichter- oder furchenförmigen Beschädigungen. Im Extremfall kann es durch die Glühzündungen zum Anschmelzen von Kolben, Zündkerzen oder Ventilen kommen. Die Druckspitzen führen in extremen Fällen sogar zu Ringstegbrüchen.



Das Klopfen wird hauptsächlich durch das Verdichtungsverhältnis, die Treibstoffqualität und die Brennraumtemperaturen beeinflusst