

An Dieselmotoren, einer Brennkammer und an einem Prinzipprüfstand wurden Messungen der Druckverteilung in der Gasladung des Brennraumes vorgenommen, die die Bedeutung der Resonanz-Eigenschwingungen der Gasladung für die dieselmotorische Verbrennung und für die Motorakustik beschreiben. Dabei wurden folgende prinzipielle Zusammenhänge erkannt:

- Eigenschwingungen der Zylinderladung motorischer Brennräume sind durch lokale Druckmessungen nachzuweisen.
- Die lokale Druckamplitude von Brennraum-Eigenschwingungen ist das Maß für den örtlichen "Empfangswirkungsgrad" einer Eigenschwingung.
- Der örtliche "Anregungswirkungsgrad" bestimmt die Effizienz lokaler Druckanregung; räumlich ist er gleich dem "Empfangswirkungsgrad".
- Nach der Kombination mehrerer Teilbrennräume (z.B. Zylinder, Mulde) bilden sich in diesen weiterhin separate Schwingungsformen aus, die ihre Frequenz bewahren, aber hinsichtlich des Pegels gedämpft werden.
- Schwingungsformen ähnlicher Wellenlänge und räumlicher Phasenlage in benachbarten Teilbrennräumen ergeben eine kombinierte Schwingungsform; deren gemeinsame Frequenz kann als Funktion der Teilvolumina berechnet werden.

Mittels neuentwickelter digitaler Methoden, welche die Frequenzverschiebungen infolge der kontinuierlichen Änderungen in Zylinder-Ladungstemperatur und Brennraumgeometrie offenlegen, ergab die Analyse von Brennraum-Eigenschwingungen:

- Alle während der Verbrennungsphase herausragenden akustisch höheren Zylinderdruckfrequenzen können mit Brennraum-Eigenschwingungen erklärt werden.
- Eigenschwingungen der Zylinderladung werden durch die primäre Verbrennung nach dem Zündverzug angeregt und klingen im weiteren Verlauf der Verbrennung ab.

- Höhere Ordnungen der Schwingungsformen erhalten während der Abklingphase eine zusätzliche, phasentreue Anregung und erst damit einen Großteil ihrer Energie.
- Es gibt eine Wechselbeziehung zwischen Eigenschwingungen und Verbrennung in Motor und Brennkammer.
- Die Drehzahl hat keinen nennenswerten Einfluß auf die Brennraum-Eigenfrequenzen. Der Schwingungspegel steigt entsprechend der Verbrennungsgeschwindigkeit.
- Geringes Motordrehmoment erhöht den Zündverzug und damit die erste Brennstoff-Umsatzrate. Primäranregung und die unteren Eigenschwingungen werden dadurch verstärkt, insbesondere die Eigenschwingung 3/1.
- Frühverstellung der Einspritzung ergibt verstärkte Primäranregung, speziell der untersten Eigenschwingung 1/1. Mit zunehmender Spätverstellung gewinnt die Anregung aus der zweiten Brennstoff-Umsatzrate an Bedeutung, hauptsächlich für die höheren Eigenschwingungen.
- Brennraum-Eigenschwingungen sind gleichermaßen in Brennräumen mit zylindrischer Form, wie auch in zerklüfteten, optimierten nachweisbar. Verbesserte Gemischaufbereitung mit 4-Strahl Einspritzung begünstigt die Primäranregung.
- Körperschall in der Motorstruktur entsteht hauptsächlich beim Zusammentreffen von Brennraum- und Struktur-Eigenschwingungen. Frequenzfeste Struktur-Eigenschwingungen verschleiern die frequenzvariable Zylinderdruckanregung des Körperschallsignals.
- Im Luftschallspektrum sind Brennraum-Eigenschwingungen nachweisbar. Ihr Zeitsignal wird von Körperschallschwingungen und Abstrahlungseffekten überlagert, so daß sie im Verbrennungsgeräusch nicht mehr quantifizierbar sind.

Wegen ihrer kurzen Zeitdauer und wegen, teils dominanter Schwingungsenergie tragen Brennraum-Eigenschwingungen insbesondere zur Lästigkeit des Verbrennungsgeräusches bei. Da die erste Ordnung außerdem das Kolbenkippen beeinflussen kann, wirkt sie sich auch auf das mechanische Geräusch aus.