

Thomas Hofer

Verteiler: Jenbacher Service
Töchter Service
Service Partner

GE Jenbacher GmbH & Co OHG
Achenseestr. 1-3
A-6200 Jenbach, Austria

T +435244 600-2720
thomas.hofer@ge.com

Service Techniker Anweisung ST-075

9. Juli 2007 | rev. 12. August 2010

Alle Baureihen: Klopfsignale und Ventilgeräusche Fehlersuche mittels separatem Klopfsensor und Oszilloskop

Klopfen im Brennraum entsteht, wenn es in Randbereichen zu einer Selbstentzündung des Gemisches kommt. Durch klopfende Verbrennung entstehen Druckspitzen, die den Wärmeübertrag vom Verbrennungsgas auf die Brennraumwände erhöhen, wodurch es zu Überhitzung einiger Bereiche (vor allem Kolben) kommen kann.

Die Klopfüberwachung wird aufgebaut, um den Zylinderraum des Motors vor Temperaturschäden zu schützen.

Siehe Beispiel eines durch Klopfen angeschmorten Kolbenrandes.



Die Klopfereignisse werden als Körperschall übertragen und mittels Klopfsensor piezoelektronisch ausgewertet. Dadurch werden leider auch andere „Geräusche“ die Körperschall auslösen, detektiert.

Um hier bei der Fehlersuche eine bessere Unterscheidungsmöglichkeit zu schaffen, bzw. die Signalursache zu finden, werden modifizierte Klopfensoren mit direktem mV – Signal eingesetzt. Es zeigte sich, dass damit eine gute Unterscheidungsmöglichkeit gegeben ist, wenn einige Kriterien beachtet werden.

Diese Meßmethode ist sehr einfach und rasch durchführbar.

Als Messgeräte werden benötigt:

1) Klopfsensor mit angeschlossenem Signalumformer zum direkten Messen des mV-Signals (gleich wie Klopfsensor mit Koax-Anschluss) TL 474234

Befestigungsschraube TL 100418

Adapter...

...TL 216446 für BR2+3

...TL 396976 für BR4

...TL 196470 für BR6 bis 2004 (danach kein Adapter)



2) Oszilloskop Fluke 123 TL 312359



3) Zündspannungs-Messzange TL 340369



Der (modifizierte) Klopfsensor wird wahlweise auf unterschiedliche Zylinder, an denen man eine mechanische Einstreuung vermutet, montiert. Die Position kann frei gewählt werden. Es muss dabei geachtet werden, dass dieser Sensor richtig montiert ist (mit 20 Nm angezogen und das Kabel muss einen Mindestabstand von 10 cm zum Zündkabel haben, da sonst zu starke elektrische Einstreuungen auftreten, die das Signal überlagern).

Getriggert wird am Kanal A mit dem Zündungssignal des zu kontrollierenden Zylinders über die Zündspannungs-Messzange.

Grundeinstellung und Triggerpegel Einstellung für das Zündungssignal Kanal A:

- Siehe Grundeinstellung für Zündspannungsmessung (Fluke 123) TA 1400-0151.

Grundeinstellung vom Körperschall - Signal Kanal B:

- „Probe von B“ sollte für diese Messung auf 1:1 eingestellt werden.
- Die Spannungsauflösung sollte mittels mV/V-Taste, je nachdem wie groß der Ausschlag des Klopfensorsignals ist, zwischen 200mV/div und 1V/div gewählt werden.

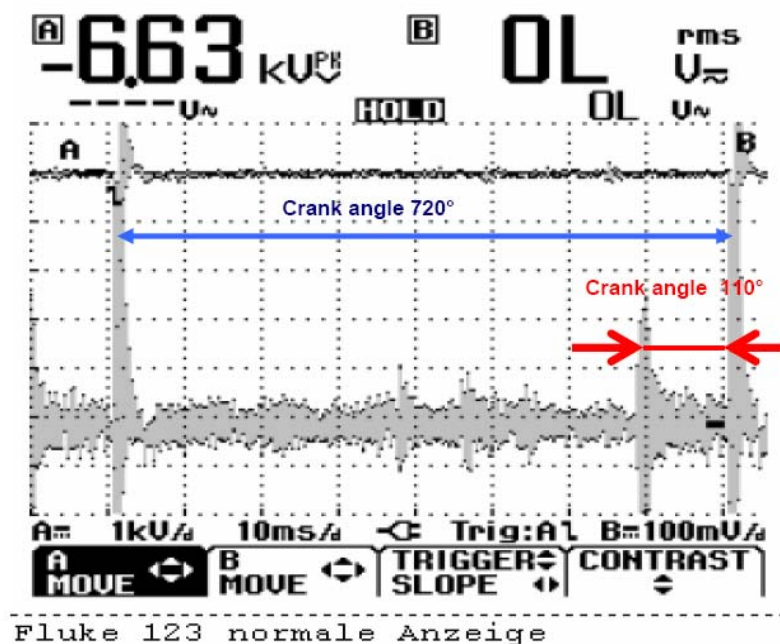
Die Zeiteinstellung sollte in der Regel 10ms/DIV betragen. Damit lassen sich 720° Kurbelwinkel (entspricht einem Motorzyklus) darstellen. Eine Div. entspricht dabei **etwa 90°** am Schwungrad (bei 1.500 U/min).

Es können zum besseren Überblick auch andere Zeitwerte eingestellt werden. Zu beachten ist die Umrechnung von ms in °Kurbelwinkel in Abhängigkeit der Drehzahl.

Bei 1.500 U/min entspricht 1ms 9° Kurbelwinkel
Bei 1.200 U/min entspricht 1ms 7,2° Kurbelwinkel
Bei 1.800 U/min entspricht 1ms 10,8° Kurbelwinkel

So sieht ein typisches Oszilloskop - Bild aus.

Hinweis: Man kann hier ein leichtes „Ventilgeräusch“ vom schließenden Einlassventil erkennen (ca. 110° vor Zündimpuls).



Relevante Gradwerte für Signalimpulse sind:

Verbrennungsklopfen: 30° Kurbelwinkel nach Zündimpuls.

Kolbenkippen durch Betrieb mit zu kaltem Motoröl bei hoher Kühlwassertemperatur. Hier sind Impulse bei 200° nach Zündimpuls und 560° nach (bzw. 160° vor) Zündimpuls.

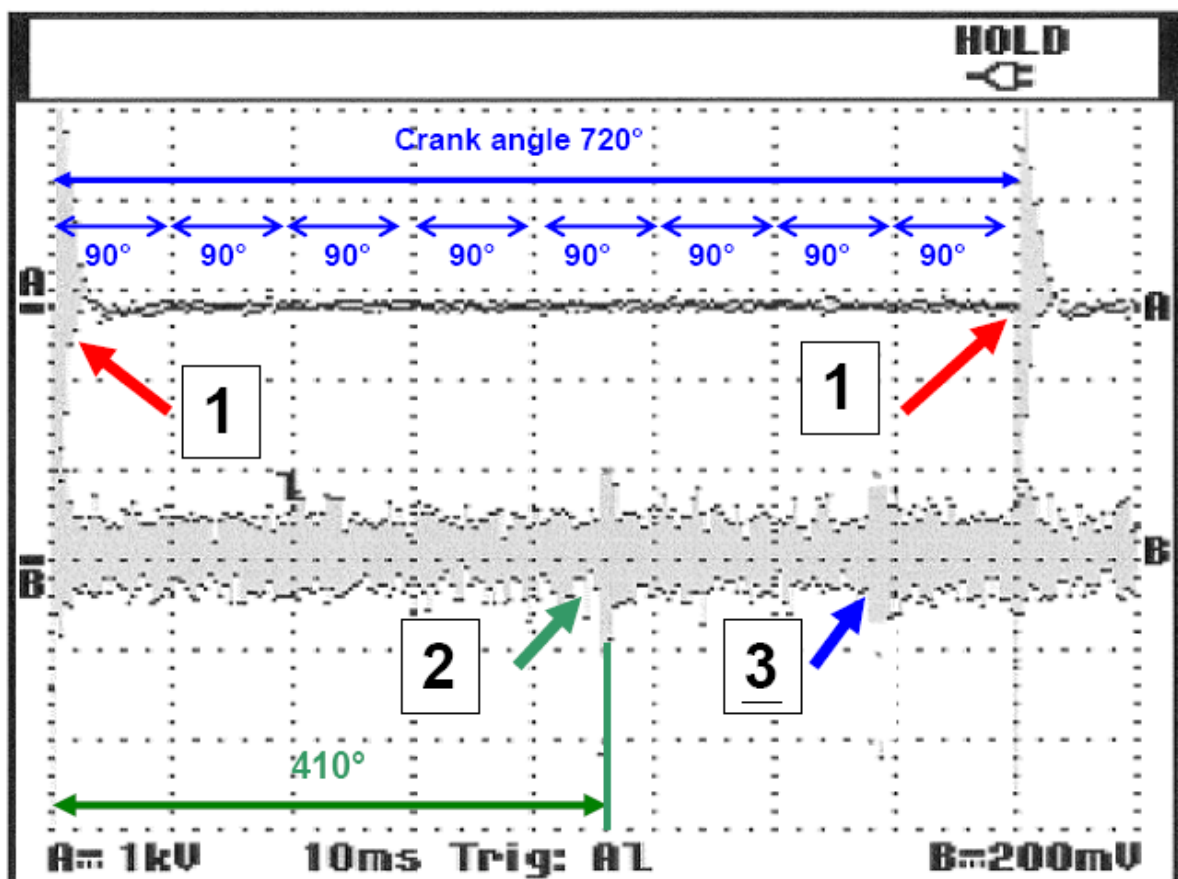
Auslassventil schließt: bei 410° nach (oder 310° vor) Zündimpuls.

Einlassventil schließt: 110° vor Zündimpuls.

BEMERKUNG: Steuerzeiten (Winkel) können variieren (abhängig von Motor, Nockenwelle,...).

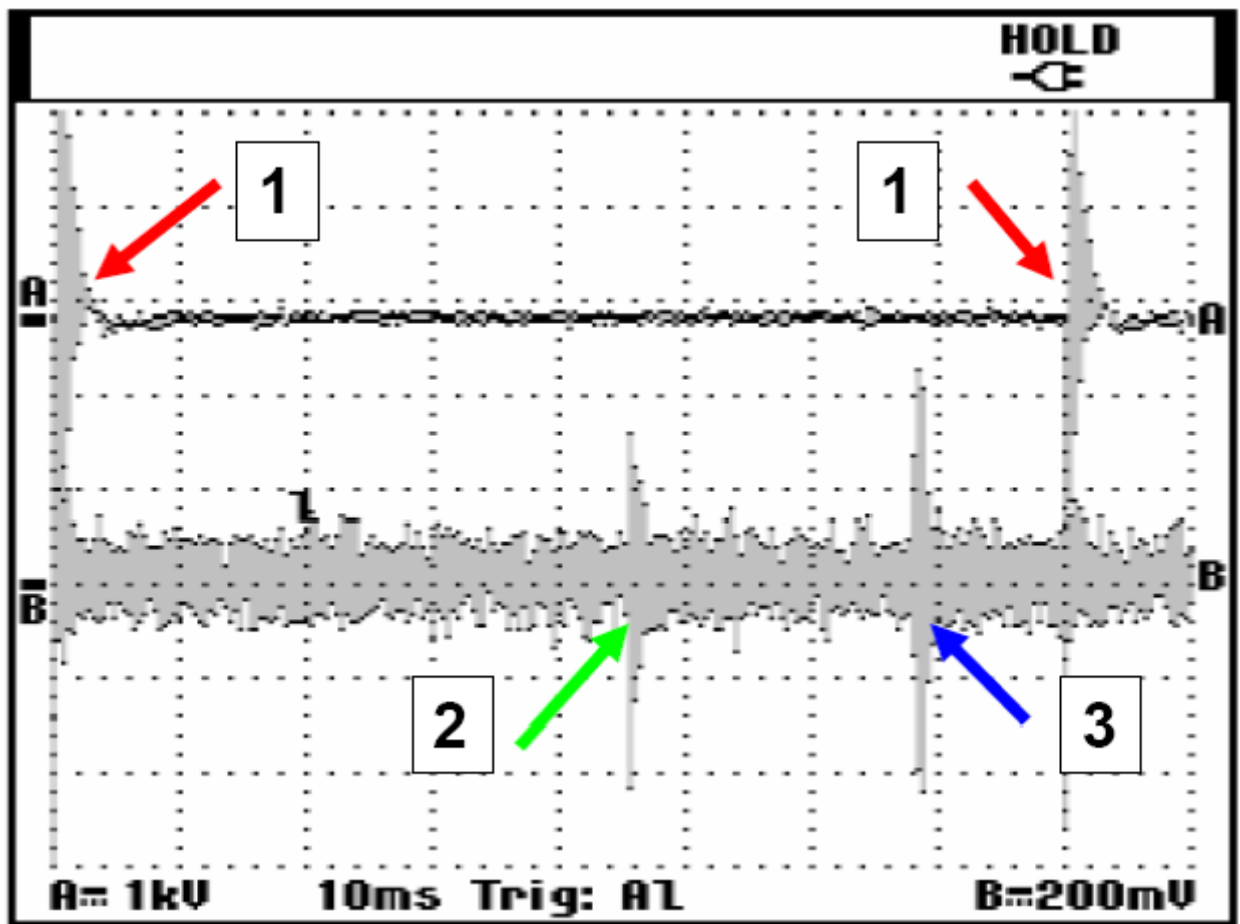
Beispiel für ein „einstreuungsfreies“ (normales) Bild:

Die Anzeigen an Kanal A (2 roten Pfeile [1]) sind die Zündimpulse des Zylinders. Der grüne Pfeil [2] zeigt ein geringes Signal vom schließenden Auslassventil, der blaue Pfeil [3] ein Signal des schließenden Einlassventils.



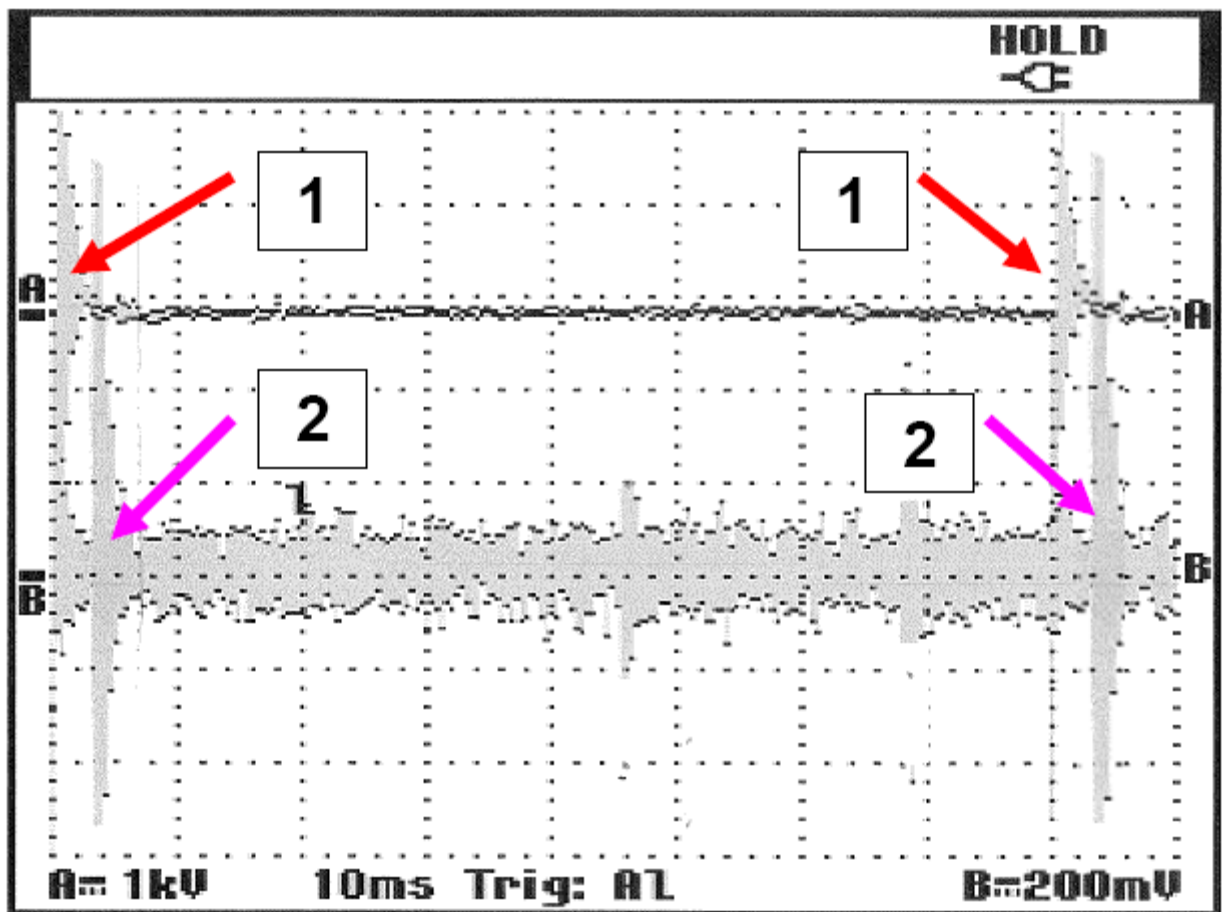
Beispiel eines „Kaltstart“. Durch das kalte Öl in den Stoßstangen dehnen sich diese weniger aus als der Motorblock, der mit warmem Wasser durchströmt wird. Dadurch erhöht sich das Ventilspiel und dies führt zu einem leichten „Ventilgeräusch“. Bei Erreichen der Betriebstemperatur wird dieses Signal schwächer. Falls das Signal nach längerer Betriebszeit noch vorhanden ist, muss das Ventilspiel kontrolliert werden.

Rote Pfeile [1] sind wiederum die Zündimpulse, grüner Pfeil [2] ist das schließende Auslassventil, blauer Pfeil [3] das schließende Einlassventil.



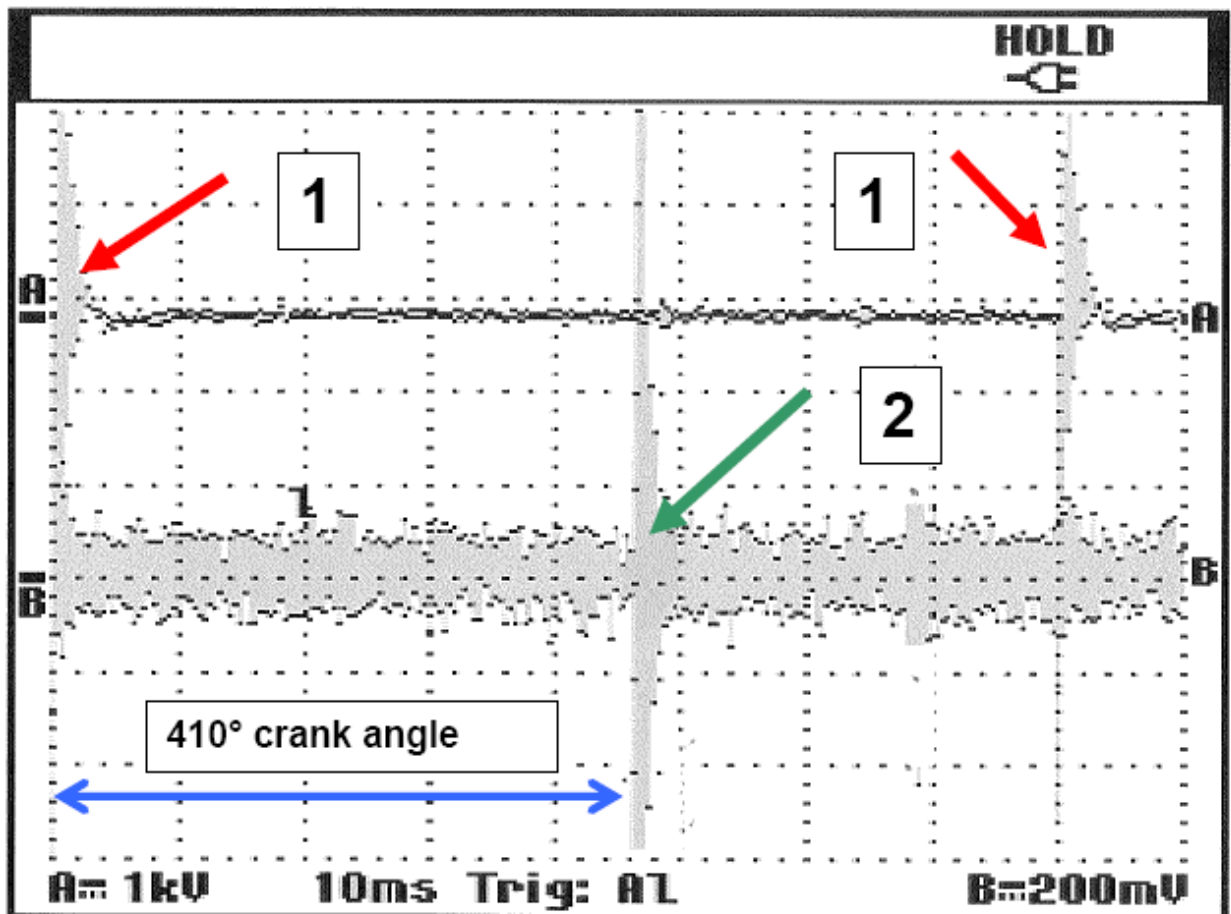
Beispiel eines tatsächlichen Klopfereignisses: Hier tritt ein Signal [2] ca. 30° Kurbelwinkel nach dem Zündimpuls [1] (also kurz nach dem Zünd O.T.) auf.

Da tatsächliches Verbrennungsklopfen sehr gut reproduzierbar ist, kann eine Reduktion der Signalstärke durch Verstellen des Zündzeitpunktes um ca. 2° Richtung O.T. oder durch Reduktion der Leistung um ca. 10% beobachtet werden.



Beispiel mit „Ventilgeräusch“ (grüner Pfeil [2]): Hier ist das Auslassventilspiel zu groß. Signal bei ca. 410° Kurbelwinkel nach (oder 310° vor) Zündimpuls.

Abhilfe: Auslassventilspiel an diesem Zylinder verkleinern.



Hier noch ein Bild aus der „Praxis“:

Achtung: Die Zeitauflösung beträgt hier **20 mS/DIV** (entspricht 180° Kurbelwinkel/DIV). Am Kanal **A** sind die Zündungsimpulse des Zylinders (markiert mit den beiden roten Pfeilen) gut zu erkennen. Am Kanal **B** ist unter Punkt **[1]** ein leichtes Klopfsignal bei ca. 30° nach Zündimpuls (etwa 10° nach Zünd O.T.) dieses Zylinder zu erkennen. Am Kanal **B** unter Punkt **[2]** ist eine Signal – Einstreuung zu sehen. Es handelt sich dabei um ein Klopfsignal eines benachbarten Zylinders. Unter Punkt **[3]** sieht man die (in diesem Fall sehr geringe) mechanische Einstreuung des schließenden Auslassventils. Unter Punkt **[4]** kann man das etwas stärkere Signal des schließenden Einlassventils erkennen. Zu erkennen ist auch, dass die Zündimpulse von Kanal A eine elektrische Einstreuung auf Kanal B verursacht (Sensorkabel zu nahe an der Zündleitung).

