

## Maschinenlaborpraktikum

### **Thema: Dieseleinspritzung mittels des offenen Steuergerätes „FI<sup>2</sup>RE“**

#### 1. Einleitung:

In Dieselmotoren hat der Einspritzverlauf den entscheidenden Einfluss auf das Betriebsverhalten. Ziele wie minimaler Verbrauch, maximale Brennstoffausnutzung und Einhaltung der Abgasgesetzgebung erfordern eine umfangreiche Anpassung der Einspritzung zur Realisierung optimaler Brennverläufe.

Im folgenden Versuch werden den Studierenden die Auswirkungen der Einspritzstrategien auf den Brennverlauf und die Abgasemissionen verdeutlicht. Hierbei werden die Messverfahren Brennraumindizierung und Abgasmessung eingesetzt, um die Veränderungen im Motorinnenprozess aufzuzeigen.

#### 2. Orientierungsfragen

Hinweis: Aus pädagogischen Gründen sind alle Zeichnungen und Bilder per Hand mit Bleistift, Buntstift und Lineal zu erstellen. Der Einsatz von Copy und Paste ist didaktisch nicht sinnvoll.

1. Wie ist beim Dieselmotor der Zündverzug definiert, wovon ist er abhängig und wie wirkt er sich auf die Verbrennung und Emissionen aus?
2. Aus welchen Phasen besteht der dieselmotorische Verbrennungsablauf?
3. Nennen Sie die beiden Hauptschadstoffkomponenten des Dieselmotors und erläutern Sie die Rahmenbedingungen zu ihrer Entstehung.
4. Welche Aufgaben hat die Voreinspritzung?
5. Wies sollte der optimale dieselmotorische Verbrennverlauf aussehen, auf Basis des Seiliger-Kreisprozesses?
6. Wie ist ein Magnet Common-Rail-Injektor aufgebaut?
7. Wie wird der Raildruck in CR-Systeme der 1. und 2. Generation geregelt?
8. Wo drin besteht der Unterschied zwischen Heizverlauf und Brennverlauf?
9. Welcher Stromverlauf liegt am Injektor an?
10. Wie wird dieser Injektorstromverlauf generiert und gesteuert?

### 3. Versuchsziel:

Die Studenten erarbeiten, welchen Einfluss die Einspritzung auf die Vorverbrennung, auf den Gesamtbrennverlauf (Druckanstieg) und die Emissionen hat. In diesem Praktikum werden konkret die Einflüsse der Parameter Einspritzzeitpunkt, Raildruck und Voreinspritzung untersucht.

### 4. Versuchsaufbau

Zur Versuchsdurchführung ist ein 4 Zylinder Common-Rail–Dieselmotor VW CBAC mit dem Entwicklungssteuergerät FI<sup>2</sup>RE ausgerüstet worden.

Das Entwicklungssteuergerät erlaubt eine freie Variation des Raildrucks und ermöglicht bis zu 5 Einspritzungen pro Arbeitsspiel und Zylinder. Einspritzlage und –dauer können dabei beliebig variiert werden.

Während des Versuches wird der Zylinderinnendruck mittels des Indiziersystems Kistler KIBOX aufgezeichnet. Zur Abgasmessung dient ein einfaches chemoelektrisches Abgasmesssystem der Firma ABB eingesetzt.

Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 1 dargestellt.

### 5. Motordaten Motor VW Passat Kennbuchstabe CBAC

Bauart/Zylinderzahl	Reihenmotor/4	-
Ventiltrieb	4-Ventil DOHC	-
Hubraum	1.968	cm <sup>3</sup>
Zylinderabstand	97	mm
Bohrung	81	mm
Hub	95,5	mm
Hub/Bohrungsverhältnis s/d	1,17	-
Pleuellänge	144	mm
Kurbelwellenhauptlagerdurchmesser	58	mm
Nennleistung	103 (bei 4200 U/min)	KW
max. Drehmoment	320 (bei 1.750-2.500 U/min)	Nm
Verdichtungsverhältniss	16,5	-
max. Mitteldruck	17,5	bar
max. Zünddruck	140	bar
Einlass schließt	172.5	[°KW vor OT]
Auslass öffnet	142.5	[°KW nach OT]

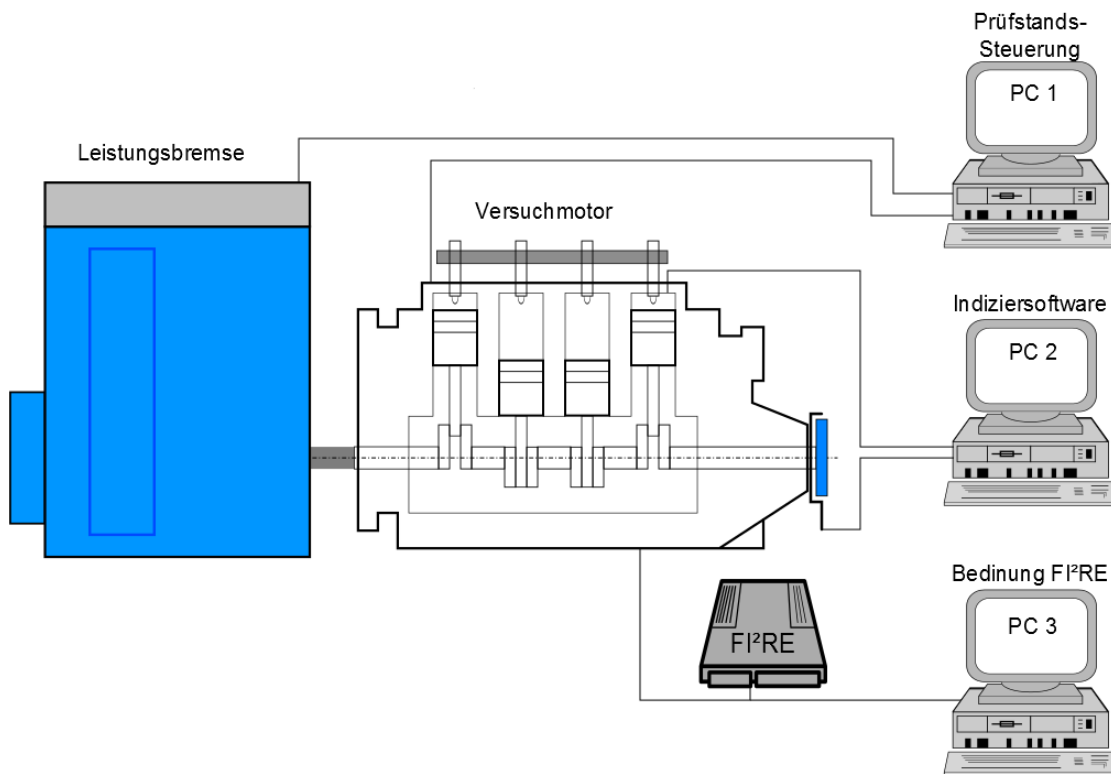


Abbildung 1: Versuchsaufbau

## 6. Versuchsdurchführung

Die Versuche werden in dem Lastpunkt 2000 U/min und ca. 100 Nm durchgeführt. Die Bestromung der CR-Injektoren wird über „FI<sup>2</sup>RE“ realisiert. Im Praktikum werden bei einer konstanten Drehzahl von 2000 1/min drei Messreihen aufgenommen, bei denen jeweils ein Einspritzparameter verändert wird.

Die erste Messreihe dient zur Untersuchung des Einflusses des Einspritzzeitpunktes. Zu Beginn werden bei einem Raildruck von 1000 bar eine Einspritzdauer der Haupteinspritzung von 500  $\mu$ s und eine Einspritzdauer der Voreinspritzung von 170  $\mu$ s eingestellt. Die Voreinspritzung beginnt 16,3 °KW vor OT und die Haupteinspritzung 3°KW vor OT. Ausgehend von diesem Startpunkt werden die Voreinspritzung und die Haupteinspritzung in 1°KW Schritten gemeinsam nach spät verschoben. Auf diese Weise werden 8 Messpunkte vermessen.

Die zweite Messreihe dient zur Untersuchung des Einflusses der Vorverbrennung. Zu Beginn werden bei einem Raildruck von 1000 bar eine Einspritzdauer der Haupteinspritzung von 500  $\mu$ s und eine Einspritzdauer der Voreinspritzung von 170  $\mu$ s eingestellt. Die Voreinspritzung beginnt 16,3°KW vor OT und die Haupteinspritzung 3°KW vor OT. Ausgehend von diesem Betriebszustand wird die

Voreinspritzung abgeschaltet und die Einspritzdauer der Haupteinspritzung auf 580  $\mu\text{s}$  verlängert. Die Verlängerung erfolgt mit dem Ziel, die eingespritzte Kraftstoffmenge pro Arbeitsspiel konstant zu halten.

Die dritte Messreihe dient zur Untersuchung des Einflusses des Einspritzdruckes (Raildruckes). Zu Beginn werden bei einem Raildruck von 900 bar eine Einspritzdauer der Haupteinspritzung von 500 $\mu\text{s}$  und eine Einspritzdauer der Voreinspritzung von 170  $\mu\text{s}$  eingestellt. Die Voreinspritzung beginnt 16,3°KW vor OT und die Haupteinspritzung 3°KW vor OT. Ausgehend von diesem Betriebszustand wird der Raildruck in 100 bar Schritten stufenweise auf 1300 bar erhöht.

Zu jedem Messpunkt werden eine Aufnahme des Zylinderinnendruckes mittels des Indiziersystems und eine Abgasmessung (Stickoxidmessung) durchgeführt. Hierbei sind die Auswirkungen der Parameteränderungen zu ermittelt und die dafür zuständigen Zusammenhänge zu finden. Besonderes Augenmerk sind auf die Leistungsabgabe, die Spitzenwerte für Temperatur und Brennraumdruck, Wirkungsgrad, Verbrennungsschwerpunkt und Laufkultur des Motors zu legen. Weiterhin soll versucht werden, die Auswirkungen der Parameteränderungen auf die Geräusch- und Schadstoffemissionen näher zu erläutern.

## 7. Versuchsauswertung

Für jede der drei Versuchsreihen sind die Leistungsabgabe, die Spitzenwerte für Zylinderinnendruck, maximaler Druckerhöhung, Wirkungsgrad, Verbrennungsbeginn der Vorverbrennung, Maximale Brenngeschwindigkeit der Vorverbrennung, Verbrennungsbeginn der Hauptverbrennung, Maximale Brenngeschwindigkeit der Hauptverbrennung und die Stickoxidemissionen über dem Einspritzparameter darzustellen und zu diskutieren.

Für den ersten und achten Messpunkt der ersten Versuchsreihe (Einspritzbeginnvariation) sind die Brennverläufe über dem Kurbelwinkel in einem Diagramm zu skizzieren.

## 8. Literaturempfehlungen

[1.] Rudolf Pischinger, Manfred Kell, Theodor Sams: Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine, 2. Auflage, Springer, 2002

- [2.] Richard van Basshuysen, Fred Schäfer: Handbuch Verbrennungsmotor, 4. Auflage , Vieweg 2007
- [3.] Karl Wübbeke: Einfluss des Einspritzverhaltens auf das Wirkungsgrad- und Schadstoffemissionsverhalten eines direkteinspritzenden NFZ-Diselmotors, Dissertation, 1991
- [4.] Günter P. Merker, Christian Schwarz: Grundlagen Verbrennungsmotoren, 4. Auflage Vieweg+Teubner, 2009