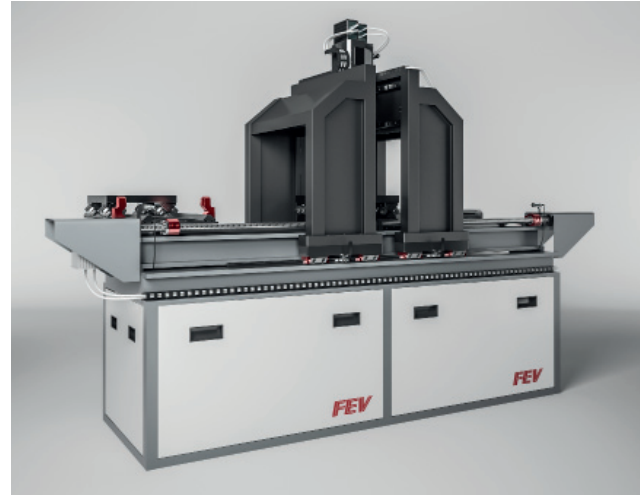


# FLOW TEST BENCH - FEV Special Test Benches

## » FEV CUSTOMIZED TEST BENCH FOR FLOW INVESTIGATION



The automotive industry is facing stricter carbon regulations and emission standards. Modern combustion processes place increasing demands on charge motion in the cylinder. For example, requirements differ significantly for a turbo-charged, direct-injection gasoline engine as compared to a naturally-aspirated engine with port-fuel injection. Novel combustion processes with early or late intake valve closing extend the parameter space even further.

A needs-based assessment of the charge motion is made possible with flow test rigs that are developed at FEV, both for the development process as well as for end-of-line testing.

FEV flow test benches enable the analysis and assessment of cylinder-head flow, tumble, and swirl performance under steady-flow conditions. This represents an indispensable tool for port development and quality assurance. The fundamental concept and detailed solutions are based on many years of experience in FEV's flow laboratory. When linked to the FEV database, the measured ports can be evaluated in scatter bands and, from this, basic correlations of the combustion behavior can be derived.

### The testing setup

The test bench consists of four major components:

- > Frame with cylinder head pick-up and automatic valve adjustment
- > Blower unit with flow measurement system
- > Measurement system for determining charge motion (swirl and tumble paddle wheel; swirl and tumble honeycomb)
- > Control box with integrated measurement instrumentation and special measuring software

# FLOW TEST BENCH - FEV Special Test Benches

Various types of paddle wheel and honeycomb measurement devices can be combined for testing, depending upon customer requirements. The measuring tubes feed into a generously-sized expansion tank that ensures defined flow conditions and compensates for flow pulsations. The blower unit is designed to be a stand-alone system and consists of one or two side channel blowers, frequency converters for the automatic regulation of flow rate, and a rotary gas meter to measure the volume flow. The data acquisition card is housed in a separate control cabinet that also contains the controls for the valve actuators and connectors for the frequency inverter and sensors. Combined with the software (LabVIEW), automatic adjustment of the valve lift allows for fully automatic flow measurement.

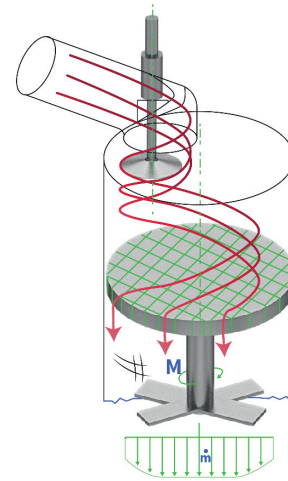
## Precise measurements

For measurement, the cylinder head is connected to a replaceable cylindrical tube with the same diameter as the bore in the engine. The charge motion (tumble or swirl) is recorded using the rotational velocity of the paddle wheel or the torque of the honeycomb.

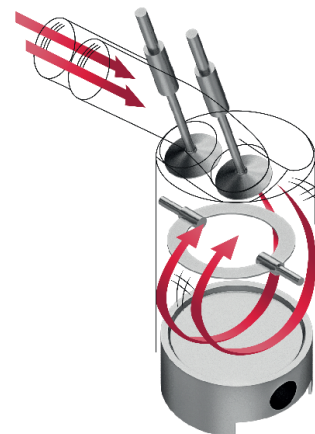
The steady-flow test bench facilitates testing of engine-like flow conditions at the inlet and outlet ports under steady-flow conditions and thus allows for the targeted assessment of the flow, tumble, and swirl performance of the cylinder head, which are typically presented as dimensionless numbers. The FEV database is used to design and assess intake and exhaust ports based on scatter bands.

## Technical data of the flow test bench

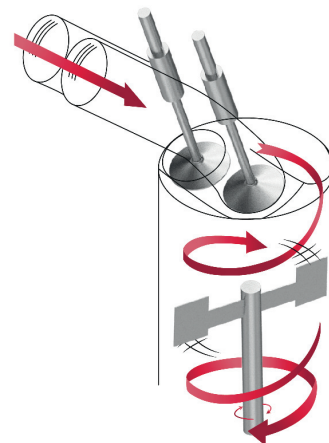
- > End-of-line testing
- > Fully automatic change of testing object
- > Customizing: design, soft- and hardware
- > Valve actuator design for hard springs
- > Measurement method:
  - > Paddle wheel swirl and tumble
  - > Honeycomb swirl and tumble
- > Bore range from 60 mm to >190 mm
- > Flow rate up to 1,600 m<sup>3</sup>/h



Measurement: Swirl Honeycomb



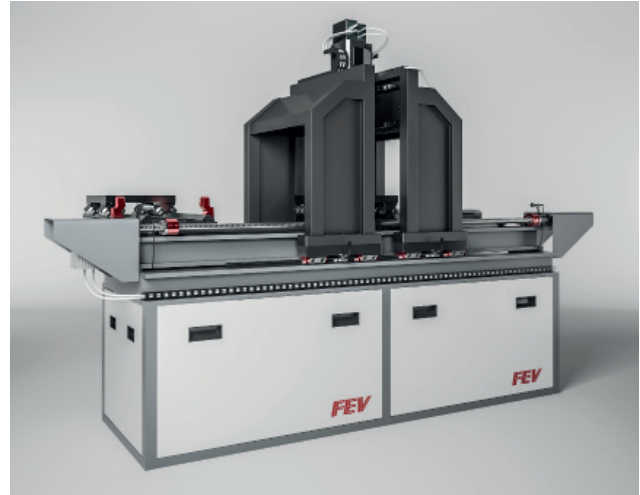
Measurement: Tumble Paddle Wheel



Measurement: Swirl Paddle Wheel

# STRÖMUNGSPRÜFSTAND - FEV Sonderprüfstände

## » FEV SONDERPRÜFSTAND ZUR STRÖMUNGSANALYSE



Die Automobilindustrie ist mit strengeren CO-Vorgaben und Emissionsrichtlinien konfrontiert. Moderne Brennverfahren stellen zunehmend höhere Ansprüche an die Ladungsbewegung im Zylinder. So unterscheiden sich zum Beispiel die Anforderungen des direkt einspritzenden aufgeladenen Ottomotors deutlich von einer Saugmotorvariante mit Kanaleinspritzung. Neuartige Brennverfahren mit frühem oder spätem Einlassschluss erweitern den Parameterraum zusätzlich.

Eine bedarfsgerechte Bewertung der Ladungsbewegung ist mit Strömungsprüfständen, die bei FEV sowohl für den Entwicklungsprozess als auch für End-of-Line-Tests entwickelt werden, möglich.

FEV Strömungsprüfstände ermöglichen die Analyse und Charakterisierung von Zylinderkopf-Strömungen. Hierdurch wird der Prüfstand zu einem wertvollen Werkzeug bei der Entwicklung und Qualitätskontrolle. Das fundamentale Konzept und die besonderen Funktionen basieren auf jahrelanger Erfahrung, welche in den Labors der FEV gesammelt wurde. Durch eine Verknüpfung mit der FEV Datenbank können die untersuchten Ports in Streubändern bewertet werden. Somit kann eine Basis-Korrelation des Brennverhaltens abgebildet werden.

### Der Testaufbau

Grundsätzlich besteht der Prüfstand aus vier Hauptkomponenten:

- > Rahmen mit Zylinderkopfaufnahme und autom. Ventilverstellung
- > Gebläseeinheit mit Durchflussmesssystem
- > Messsystem zur Bestimmung der Ladungsbewegung (Drall- und Tumble-Flügelrad, Drall- und Tumble-Wabe)
- > Schaltschrank mit integrierter Messtechnik und spezieller Messsoftware

# STRÖMUNGSPRÜFSTAND - FEV Sonderprüfstände

Zur Auswahl stehen verschiedene Flügelrad- und Waben-Messverfahren, die nach Kundenwunsch miteinander kombiniert werden können. Die Messrohre münden in großzügig dimensionierte Ausgleichsbehälter, die definierte Strömungsbedingungen sicherstellen und Strömungspulsationen kompensieren. Die Gebläseeinheit ist als Stand-Alone-System konzipiert und umfasst ein bzw. zwei Seitenkanalverdichter, Frequenzumrichter zur automatisierten Regelung der Fördermenge und ein Drehkolbengaszähler zur Messung des durchgesetzten Volumenstroms. In einem separaten

Schaltschrank befinden sich die Messkarte, die Steuerung der Ventilaktuatoren und Anschlüsse für die Frequenzumrichter und Sensoren. Eine automatische Ventilhubverstellung ermöglicht in Verbindung mit der Software (LabVIEW) eine vollautomatische Strömungsvermessung.

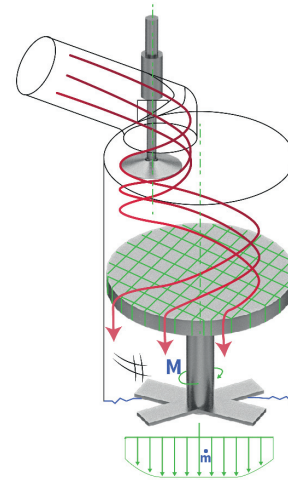
## Konkrete Messungen

Zum Messen wird der Zylinderkopf auf eine austauschbare zylinderförmige Röhre mit identischem Durchmesser zu der Motorbohrung angeschlossen. Die Ladungsbewegung (Tumble oder Swirl) wird über die Rotationsgeschwindigkeit des Flügelrads oder über das Drehmoment der Wabe aufgenommen.

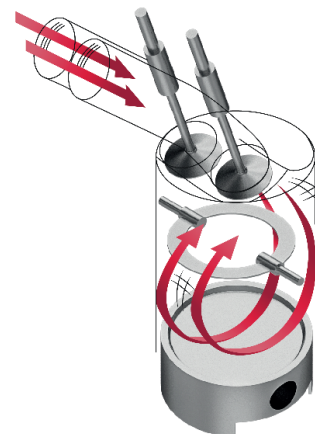
Der stationäre Strömungsprüfstand ermöglicht die Untersuchung motornaher Strömungszustände an Ein- und Auslasskanälen bei stationärer Durchströmung und erlaubt so eine gezielte Bewertung des Durchfluß-, Drall- und Tumble-Verhaltens der Ladungswechselorgane, die typischerweise als dimensionslose Kennzahlen dargestellt werden. Auslegung und Bewertung von Kanälen erfolgt auf Basis der FEV-Datenbank anhand von Streubändern.

## Technische Daten des Strömungsprüfstands

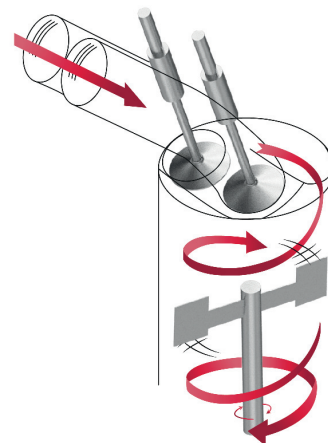
- > End-of-line-Tests
- > Vollständig automatischer Wechsel des Prüflings
- > Customizing des Prüfstandes und der Software nach Kundenwunsch
- > Ventiltrieb-Design für harte Federn
- > Messmethode:
  - > Drall- und Tumble-Flügelrad
  - > Drall- und Tumble-Wabe
- > Bohrung von 60 mm bis > 190 mm
- > Durchflussrate bis 1.600 m<sup>3</sup>/h



Messsysteme: Drall-Wabe



Messsysteme: Tumble-Flügelrad



Messsysteme: Drall-Flügelrad