

Entwicklung eines 4-Takt Ottomotors mit Kurbelgehäuseaufladung

Der Markt der Zweiradklassen mit 50 cm³ Hubraum wird zurzeit von Zweitaktmotoren als Antriebseinheit dominiert. Aus Kundensicht haben konventionelle Zweitaktmotoren deutliche Vorteile gegenüber Viertaktmotoren aufgrund geringerer Herstellungskosten und besserer Leistungscharakteristika. Dazu genießen die Zweitakter den Vorteil der jahrelangen Beständigkeit in diesem Marktsegment.

Ein konventioneller Zweitaktmotor verwendet für die Kraftstoffgemischzubereitung eine günstige Vergasertechnologie, die aber die Vorteile von Benzindirekteinspritz- oder Gemischeinspritzsystemen, mit welchen die hohen zweitakttypischen Kohlenwasserstoff-Emissionen gesenkt werden können, nicht erreichen kann.

Die für das Jahr 2009 geplante Einführung einer neuen verschärften Abgasgesetzgebung (Euro III) stellt eine technische Herausforderung an die Motorenentwicklung dar.

Um die Vorteile von Zweitaktmotoren (die gewünschte Drehmoments- bzw. Leistungscharakteristik) mit den Vorteilen von Viertaktmotoren (Abgasverhalten, Verbrauch, Image) verknüpfen zu können, wurde am Institut für

Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik ein Projekt initiiert, welches beide Arbeitsprinzipien kombiniert. Vom Viertaktprinzip stammt der Ladungswechsel über Ventile, was eine Reduktion der Spülverluste (und somit geringe Schadstoffemissionen) ermöglicht. Vom Zweitaktarbeitsprinzip stammt die Vorverdichtung der Ansaugluft im Kurbelgehäuse, was zur Leistungssteigerung des Motors beiträgt. Die Kurbelgehäuseaufladung des Viertaktmotors wurde mit einem patentierten Ölabscheidersystem kombiniert, um so die Emissionen, noch zusätzlich verbessern zu können.

Das Gesamtprojekt gliederte sich in drei Teilschritte. Um die Wirkungsweise der Technologie zu erforschen, wurden in den beiden ersten Teilschritten bestehende (Serien-) Motoren mit der Aufladung bestückt und die Testergebnisse ausgewertet. Im ersten Entwicklungsschritt erfolgte die Erprobung der Grundfunktion der Kurbelgehäuseaufladung an einem geschleppten Prüfstand. Im zweiten Entwicklungsschritt wurde der Motor am Prüfstand

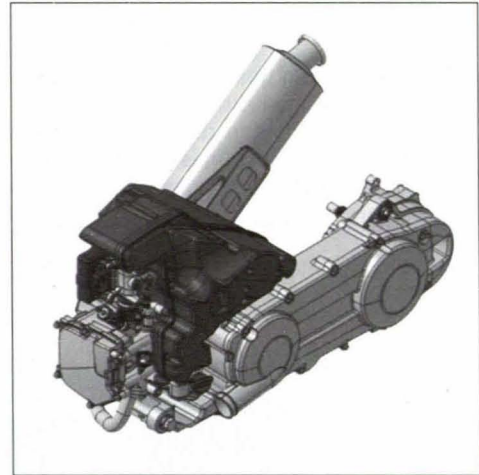


Abb. 1: Kurbelgehäuseaufgeladener 4-Takt Motor

mit einer Kraftstoffeinspritzung und einem Ölabscheidersystem ausgerüstet. Mit Hilfe einer thermodynamischen Motorprozessrechnung wurden die Einflüsse der verschiedenen Parameter des Aufladekonzepts erforscht und optimiert. Anschließend wurde anhand der Erkenntnisse aus der Simulationsrechnung ein aufgeladener Prototypenmotor hergestellt, welcher zuerst an einem Strömungsprüfstand und danach im gefeuerten Betrieb am Motorprüfstand hinsichtlich optimaler Leistungscharakteristik bei gleichzeitig niedrigem Emissionsausstoß entwickelt wurde. Mit Hilfe der Synergieeffekte aus Simulationsrechnung und Prüf-

standsentwicklung konnte am Prototypenmotor eine Leistungssteigerung von 50% gegenüber einem frei ansaugenden Vergleichsmotor realisiert werden. Zusätzlich konnte der Kraftstoffverbrauch um ca. 20% im Vergleich zu herkömmlichen Zweitaktmotoren gesenkt werden, wobei die gemessenen Abgasemissionen bereits in der derzeitigen Entwicklungsphase die gültigen Grenzwerte deutlich unterschreiten.

Im dritten Schritt folgte auf Basis der Forschungsergebnisse eine vollständige Neuentwicklung eines mit Kurbelgehäuseaufladung versehenen Viertaktmotors, in welche die Ergebnisse der Schritte 1 und 2 einfließen. Der neuentwickelte Motor ist für die Serienproduktion vorgesehen. Durch die schrittweise Vorgehensweise wurden die Entwicklungsrisiken (und die Entwicklungskosten) möglichst gering gehalten. Zwischen den drei Entwicklungsschritten waren Abbruchmeilensteine vorgese-

hen, die über ein Bewertungssystem den Entwicklungserfolg festhielten und die nächsten Projektschritte freigaben. Nach Abschluss der Motorprüfstandserprobung wurde der aufgeladene Motor in einen am Institut entwickelten Rahmen verbaut. Es wurden zwei straßentaugliche Fahrzeuge aufgebaut und am Rollenprüfstand nach EURO III homologiert. Die zukünftig vom Gesetzgeber erlaubten Grenzwerte wurden um 50% unterboten.



Abb.2: Fahrzeug (links: Konstruktion mit CATIA V5; rechts: straßentaugliches Fahrzeug)

Im Zuge dieses umfassenden Forschungsprojektes, das die Entwicklung eines kurbelgehäuseaufgeladenen Motors von der Layoutphase bis hin zur Vorseerienreife umfasste, entstanden zwei Dissertationen (Dipl.-Ing. Dr. techn. Mario Hirz; Dipl.-Ing. Dr. techn. Matjaz Korman) und 9 Diplomarbeiten von denen zwei besonders ausgezeichnet wurden

(Dipl.-Ing. Tanja Göber; Dipl.-Ing. Michael Lang).

Die zahlreichen Preise und Auszeichnungen reichen vom Puch Award, den Preisen der Fahrzeugverband Jubiläumsstiftung (<http://vkm-thd.tugraz.at/news.html>), Auszeichnungen durch SAE (SETC) bis hin zum Dr. Wolfgang Houska

Anerkennungspreis der B&C Privatstiftung (www.bcprivatstiftung.at).

*Dipl.-Ing. Dr. Techn. Roland Kirchberger
Dipl.-Ing. Niko Brettertklieber*