

Dipl.-Ing. Uwe Dieter Grebe, Trebur

# **Möglichkeiten zur ansaug- seitigen Querschnitts- steuerung und deren Analyse an einem Vierventil-Ottomotor**

Reihe **12**: Verkehrstechnik/  
Fahrzeugtechnik

Nr. **289**

*HLuHB Darmstadt*



**13245266**

## Inhalt

Formelzeichen, Abkürzungen und Indizes .....	VIII
Abstract .....	XI
<b>1 Einleitung</b> .....	1
1.1 Funktionsprinzip der ansaugseitigen Querschnittssteuerung .....	2
1.2 Aufgabenstellung .....	3
<b>2 Konzepte zur Verbrauchs- und Emissionsreduzierung beim Ottomotor</b> .....	5
2.1 Betriebspunktverlagerung .....	8
2.2 Ladungsverdünnung .....	10
2.2.1 Abgasrückführung .....	14
2.2.2 Magerbetrieb .....	16
2.2.3 Grenzen der Ladungsverdünnung .....	18
<b>3 Stand der Technik auf dem Gebiet der ansaugseitigen Querschnittssteuerung</b> ....	24
3.1 Prinzipielle Saugrohrgestaltung bei ansaugseitiger Querschnittssteuerung .....	24
3.2 Wirkungsweise der ansaugseitigen Querschnittssteuerung .....	25
3.2.1 Beeinflussung des Vollastbetriebs .....	26
3.2.2 Beeinflussung des Teillastbetriebs .....	31
3.2.3 Beeinflussung des instationären Motorbetriebs .....	35
3.2.4 Brennverfahrenssteuerung .....	36
3.3 Einordnung der Systeme zur ansaugseitigen Querschnittssteuerung .....	37
3.3.1 Ventildeaktivierung .....	38
3.3.2 Drosselement im Einlaßkanal .....	39
3.3.3 Kanalabschaltung .....	40
3.3.4 Saugrohrabschaltung .....	43
3.3.5 Ansaugseitige Querschnittssteuerung mit Zusatzkanal .....	44
3.3.6 Tumbelniveausteuerung .....	45
3.4 Maßnahmen zur Erhöhung des Dralls .....	46
<b>4 Bewertungskriterien für eine ansaugseitige Querschnittssteuerung</b> .....	50
4.1 Einflußgrößen auf Wirkungsgrad und Emission .....	51
4.2 Vorgehensweise für die Betriebspunktbezogene Bewertung von Motoren .....	55
4.2.1 Auswahl der Versuchsrandbedingungen .....	55
4.2.2 Kombinierte Anwendung von Messung und Berechnung .....	57
<b>5 Konstruktionsbeschreibung der Versuchsträger</b> .....	64
5.1 Zylinderkopf mit Ventildeaktivierung .....	65
5.2 Zylinderkopf mit Walzendrehschieber .....	66
5.3 Zylinderkopf mit ventilelektiven Ansaugleitungen .....	68
5.3.1 Kanalabschaltung mit siamesischen Einlaßkanälen .....	68
5.3.2 Vollständig getrennte Primäransaugleitung .....	70

5.4 Modifikationen im Motorumfeld .....	74
<b>6 Strömungseigenschaften bei ansaugseitiger Querschnittssteuerung .....</b>	<b>76</b>
6.1 Ergebnisse der stationären Strömungsversuche .....	79
6.1.1 Variation der Ventilhubhöhe an einem Vierventilzylinderkopf mit Doppelinlaßkanal ..	79
6.1.2 Doppelinlaßkanal mit Walzendrehchieber .....	85
6.1.3 Siamesische Einlaßkanäle mit Flachschieber .....	91
6.1.4 Vollständig getrennte Führung des Primäreinlaßkanals .....	93
6.1.5 Wirkungsgrad der Erzeugung von Ladungsbewegung .....	98
6.2 Ergebnisse der dreidimensionalen Strömungssimulation .....	102
6.2.1 Simulation des stationären Strömungsversuchs bei symmetrischer Einströmung ..	105
6.2.2 Simulation des stationären Strömungsversuchs bei exzentrischer Einströmung ...	109
6.2.3 Durchströmung eines Walzendrehchiebers .....	111
6.3 Schlußfolgerungen aus den Strömungsuntersuchungen .....	115
<b>7 Berechnung des Ladungswechsels in der Teillast bei ansaugseitiger</b>	
<b>Querschnittssteuerung .....</b>	<b>116</b>
7.1 Arbeitsbedarf des Ladungswechsels .....	117
7.1.1 Einfluß der Durchflußzahl des Ventilkanales auf den Ansaugdruckverlauf .....	120
7.1.2 Einfluß der Saugrohrgeometrie auf den Ansaugdruckverlauf .....	122
7.1.3 Ladungswechselwirkungsgrade der im Motorversuch verwendeten Varianten ...	125
7.2 Impuls und Energie der Ladungswechselströmung .....	125
7.3 Restgasgehalt bei ansaugseitiger Querschnittssteuerung .....	128
7.4 Einfluß des Betriebspunktes auf die Ladungswechsellast .....	129
<b>8 Wärmeübergang bei ansaugseitiger Querschnittssteuerung .....</b>	<b>130</b>
8.1 Ergebnisse der Schleppindizierung .....	131
8.2 Ergebnisse der Kreisprozeßrechnung .....	134
8.2.1 Einfluß des Verbrennungsablaufs auf den Wärmeübergang .....	136
8.2.2 Einfluß der Ladungsbewegung auf den Wärmeübergang .....	138
<b>9 Ergebnisse der Motorversuche .....</b>	<b>141</b>
9.1 Teillastuntersuchungen .....	141
9.1.1 Wirkungsgradeinfluß von ansaugseitigen Querschnittssteuerungen .....	143
9.1.2 Analyse von ansaugseitigen Querschnittssteuerungen bei Ladungsverdünnung ...	150
9.2 Leerlaufuntersuchungen .....	166
9.3 Vollastuntersuchungen .....	168
<b>10 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen .....</b>	<b>172</b>

**Anhänge**

<b>A Kenndaten des Versuchsmotors</b> .....	177
A.1 Basismotor .....	177
A.2 Motormanagementsystem .....	178
A.3 Reibungsverhalten des Gesamtmotors .....	179
<b>B Stationärer Strömungsversuch</b> .....	180
B.1 Aufbau des stationären Strömungsprüfstands .....	180
B.2 Kenngrößen des stationären Strömungsversuchs .....	184
B.2.1 Durchflußzahl $\alpha_k$ .....	184
B.2.2 Drallzahl D .....	185
B.2.3 Tumblezahl T .....	186
B.2.4 Mittlere Kennzahlen .....	187
B.2.5 Konstruktive Einflüsse auf die Kenngrößen des stationären Strömungsversuchs ..	188
B.3 Wirkungsgrade der Erzeugung von Ladungsbewegung .....	189
B.3.1 Drallwirkungsgrad .....	189
B.3.2 Tumblewirkungsgrad .....	190
<b>C PRINCE - Programmsystem zur Ladungswechsel- und Kreisprozeßrechnung</b> ..	193
C.1 Modellabbildung des Versuchsmotors .....	193
C.2 Rechnungs-Messungs-Vergleich .....	197
<b>D Motorprüfstand und Meßtechnik</b> .....	200
D.1 Aufbau des Motorprüfstands .....	200
D.2 Meßtechnische Ausrüstung .....	201
D.3 Motorbetriebsparameter .....	205
D.4 Kraftstoffeigenschaften .....	205
D.5 Thermodynamische Auswertung .....	206
D.6 Definition der Abgasrückführrate .....	206
<b>Literatur</b> .....	207