

Markus Stumpf

Einfluss der Steuerzeiten, der
Brennraumgeometrie und des
Brennverfahrens auf den Wirkungsgrad
eines Gasmotors

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

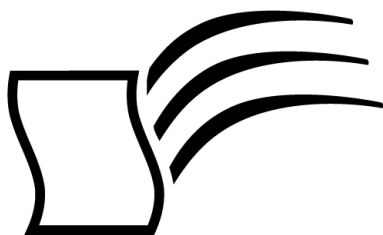
Copyright © 2000 Diplomica Verlag GmbH
ISBN: 9783832459307

**Einfluss der Steuerzeiten, der Brennraumgeometrie und
des Brennverfahrens auf den Wirkungsgrad eines Gas-
motors**

Markus Stumpf

Einfluss der Steuerzeiten, der Brennraumgeometrie und des Brennverfahrens auf den Wirkungsgrad eines Gasmotors

Diplomarbeit
an der Universität Kaiserslautern
Juli 2000 Abgabe



Diplom.de

Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 5930

Stumpf, Markus: Einfluss der Steuerzeiten, der Brennraumgeometrie und des Brennverfahrens auf den Wirkungsgrad eines Gasmotors

Hamburg: Diplomica GmbH, 2002

Zugl.: Kaiserslautern, Universität, Diplomarbeit, 2000

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2002

Printed in Germany

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Diplomandentätigkeit in der Versuchsabteilung für Gasmotoren der Deutz AG Werk Mannheim.

Mein Dank für das Entstehen und Ermöglichen dieser Arbeit sowie für die Korrektur und viele Anregungen zur Thematik gilt Herrn Dipl.-Ing. Karl Stellwagen.

Herrn Dipl.-Ing. Christian Drexel danke ich für die Unterstützung bei der notwendigen Kreisprozeßrechnung und für seine Hilfe und Anregungen bei der Auswertung der Meßdaten.

Des weiteren möchte ich den Kollegen am Versuchsprüfstand danken, die den Umbau des Motors ermöglichten.

Besonderer Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. Olaf Berger, der diese Arbeit wissenschaftlich und praktisch begleitete und mir mit seiner Unterstützung immer hilfreich zur Seite stand.

Besonderer Dank gilt auch Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Müller, der bereitwillig die Betreuung dieser Diplomarbeit übernahm.

I. Inhaltsverzeichnis

II. Abbildungsverzeichnis.....IV

1. Einleitung 1

2. Der Gasmotor 3

2.1. Allgemeines und Historisches [1, 2] 3

2.2. Arbeitsprozeß des Hubkolbenmotors [1, 3] 3

2.3. Arbeitsverfahren des Gasmotors 5

2.4. Aufladung 6

2.5. Regelung und Gemischaufbereitung 7

2.6. Kraftstoffe für Gasmotoren [2, 4] 8

2.7. Klopfen 9

2.8. Abgasemissionen [1, 4, 5] 10

2.8.1. Schadstoffarten 10

2.8.2. Schadstoffgrenzwerte 13

2.9. Kenngrößen des Verbrennungsmotors 14

2.9.1. Indizierter Mitteldruck 14

2.9.2. Leistungen 14

2.9.3. Wirkungsgrade 16

2.9.4. Spezielle Gleichungen für den Gasmotor 18

3. Der Versuchsmotor TBG 620 20

3.1. Typenbezeichnung und Benennungen [1, 7] 20

3.2. Technische Daten des Serienmotors [7] 22

3.3. Konstruktiver Aufbau [7] 23

3.4. Gas-Luft-Mischer zur Gemischbildung [4, 7] 24

3.5. Zündung [6, 7] 26

3.6. Die Regelung des Motors [6, 7] 26

4. Prüfstand und Meßtechnik [5, 8, 9, 10]	29
4.1. Aufbau des Prüfstands	29
4.2. Leistungsbremse [8]	30
4.3. Temperaturmeßeinrichtungen [5, 9, 10]	31
4.4. Druckmeßeinrichtungen [9]	32
4.5. Gasmengenmessung [11]	33
4.6. Schadstoffmeßeinrichtungen [2, 9]	35
4.7. Auswertung der Meßdaten	36
4.7.1. Druckindizierung	36
4.7.2. Meßwertverarbeitung	36
4.7.3. Kreisprozeßrechnung	37
5. Veränderungen am Versuchsmotor im Gegensatz zur Serie	39
5.1. Hintergründe [12]	39
5.2. Das Miller-Verfahren [12, 13, 14]	40
5.3. Änderungen am Versuchsmotor [3, 5]	41
5.3.1. Steuerzeiten/Nockenwelle	41
5.3.2. Kolben/Verdichtungsverhältnis [3, 5]	46
5.3.2.1. Allgemeines	46
5.3.2.2. Kolbenformen	48
5.3.3. Turbolader [5, 15]	49
5.3.4. Ventilstößel [15, 16]	52
5.3.5. Zündkerzen [3, 17]	53
6. Versuchsdurchführung, Auswertung und Ergebnisse	56
6.1. Versuchsprogramm	56
6.2. Versuchsziel und Durchführung	57
6.2.1. Miller-Steuerzeiten (Schritt 1)	57
6.2.2. Verdichtungsverhältnis ϵ_{14} (Schritt 2)	58
6.2.3. Kolbenformen (Schritt 3)	59
6.3. Randbedingungen zu den Versuchen	59
6.4. Voruntersuchung	61
6.5. Auswertung und Ergebnisse	63

7. Zusammenfassung und Ausblick.....	74
8. Anhang	76
9 Literaturverzeichnis.....	101

II. Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Vier-Takt-Verfahren.....
Abb. 2-2:	Motorischer Arbeitsprozeß
Abb. 2-3:	Gleichraumprozeß.....
Abb. 2-4:	Gas-Luft-Gemischaufbereitung
Abb. 2-5:	Lambda-Einfluß auf die Abgasemissionen.....
Abb. 2-6:	Indizierter Mitteldruck.....
Tab. 2-1:	Daten der wichtigsten Brenngas
Tab. 2-2:	Schadstoffgrenzwerte nach TA-Luft bezogen auf Normbedingungen (0° C, 1013 mbar), trockenes Abgas und 5% Sauerstoff im Abgas.....
Abb. 3-1:	Benennung der Motorseiten und Zylinder
Abb. 3-2:	Schnittzeichnung des Versuchsmotors
Abb. 3-3:	Zylinderkopf
Abb. 3-4:	Multi-Gas-Mischer
Abb. 3-5:	Schematische Darstellung des TEM-Systems
Abb. 3-6:	Sensoren und Anschlüsse am Motor
Abb. 3-7:	Sensoren und Anschlüsse am Motor
Tab. 3-1:	Typenbezeichnung.....
Tab. 3-2:	Technische Daten TBG 620 V12
Abb. 4-1:	Schematische Darstellung des Prüfstands.....
Abb. 4-2:	Darstellung der Wasserbremse SCHENK DYNABAR.....
Abb. 4-3:	Mantelthermoelement
Abb. 4-4:	Schema eines Quarzdrucksensors
Abb. 4-5:	Darstellung eines Turbinenradgaszählers.....

Abb. 5-1:	Darstellung der Einlaß-Schließzeitpunkte bei verschiedenen Ventilspielen, jeweils mit Kipphebelverhältnis 1,59
Abb. 5-2:	Ventilhubkurven der beiden Nockenvarianten.....
Abb. 5-3:	gerechnete Temperaturverläufe im Zylinder bei beiden Nockenvarianten
Abb. 5-4:	Kompressionsendtemperatur als Funktion von Verdichtungsverhältnis und Ansaugtemperatur.....
Abb. 5-5:	Kolbenformen.....
Abb. 5-6:	Darstellung eines Abgasturboladers mit Radialturbine.....
Abb. 5-7:	Vergleich der Verdichter kennfelder von Miller- (TPS 52) und Serienmotor (TPS 50)
Abb. 5-8:	Kreisbogennocken mit Flach- und Rollenstößel (konvexe bzw. konkave Anlaufflanke).....
Abb. 5-9:	Darstellung von Flach- und Rollenstößel
Abb. 5-10:	Champion Hakenkerze.....
Abb. 5-11:	Vorkammerkerze.....
Abb. 5-12:	Vorkammerzündprozeß.....
Tab. 5-1:	Steuerzeiten des Einlaßventils beim Serien- und beim Millernocken
Abb. 6-1:	Effektiver Wirkungsgrad in Abhängigkeit des Zündzeitpunktes.....
Abb. 6-2:	Wirkungsgradvergleich Haken- und Kammerkerze ϵ_{12}
Abb. 6-3:	Wirkungsgradvergleich Haken- und Kammerkerze ϵ_{14}
Abb. 6-4:	Versuchsprogramm am TBG 620 V12 K Miller
Abb. 7-1:	Generatorkurven Gesamtmaschine
Abb. 7-2:	Druckverläufe Schritte 1 und 2
Abb. 7-3:	Brennverläufe Schritte 1 und 2.....
Abb. 7-4:	durchschnittliche Brennraumtemperaturwerte für Schritt 3a) und 3b) ..
Abb. 7-5:	Wirkungsgrade aller Varianten nach der Kreisprozeßrechnung