

Frank Traxel

Literaturrecherche zur Bewertung von
dieselmotorischen Phänomenen der
Einspritzung, Gemischbildung und
Verbrennung

Studienarbeit

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.

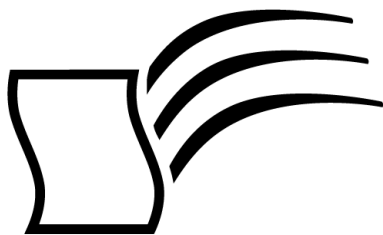
Copyright © 2003 Diplom.de
ISBN: 9783832471972

Literaturrecherche zur Bewertung von dieselmotorischen Phänomenen der Einspritzung, Gemischbildung und Verbrennung

Frank Traxel

Literaturrecherche zur Bewertung von dieselmotorischen Phänomenen der Einspritzung, Gemischbildung und Verbrennung

**Studienarbeit
Universität Hannover
Fachbereich Maschinenbau
Abgabe Juli 2003**



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 7197

Traxel, Frank: Literaturrecherche zur Bewertung von dieselmotorischen Phänomenen der Einspritzung, Gemischbildung und Verbrennung

Hamburg: Diplomica GmbH, 2003

Zugl.: Universität Hannover, Universität, Studienarbeit, 2003

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 2003

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Kraftstoffeinbringung	3
2.1 Dieseleinspritzsysteme	3
2.1.1 Pumpe Düse (PD) und Pumpe Leitung Düse (PLD)	4
2.1.2 Common Rail (CR)	5
2.1.3 Funktionsweise des Common Rail Injektors	7
2.1.4 Systemcharakteristika der Einspritzsysteme	8
2.2 Düsengeometrie	9
2.2.1 Unterschiede Sitzloch-Sacklochdüse	9
2.2.2 Hydroerosive Verrundung	11
2.3 Kavitation	11
2.3.1 Allgemeine Kavitationsentstehung	11
2.3.2 Kavitationsentstehung im Nadelsitzbereich	13
2.3.3 Kavitationsentstehung am Spritzlocheinlauf	14
2.3.4 Definition der Kavitationszahl	15
2.3.5 Geometrieinflüsse auf die Kavitation	15
2.3.6 Kavitationsformen	17
3. Gemischbildung	19
3.1 Strahlaufbruch	19
3.1.1 Primärer und sekundärer Strahlzerfall	19
3.1.2 Zerfallsbereiche	19
3.1.3 Einfluss der Kavitation auf den Strahlaufbruch	22
3.1.4 Einfluss der Spritzlochkantenwinkel	25
3.2 Tropfengrößenverteilung und Tropfengeschwindigkeit	25
3.2.1 Einfluss des Kompressionsdrucks	27
3.2.2 Einfluss des Raildrucks	29
3.3 Strahlkegelwinkel und Eindringtiefe	31
3.3.1 Einfluss des Raildrucks auf den Strahlkegelwinkel	31
3.3.2 Einfluss des Raildrucks auf die Eindringtiefe	33
3.3.3 Einfluss des Kompressionsdrucks	34
3.3.4 Einfluss der Kompressionstemperatur	34
3.4 Lokales Luft/Kraftstoffverhältnis	34
4. Dieselmotorische Zündung, Verbrennung und Schadstoffentstehung	37
4.1 Zündung, Zündverzug	37
4.1.1 Zündverzug	37
4.1.2 Zündorte	39

4.2 Verbrennungsablauf	40
4.2.1 Premixed Verbrennung	40
4.2.2 Hauptverbrennung	41
4.2.3 Nachverbrennung	41
4.3 Schadstoffbildung	42
4.3.1 Stickoxide	42
4.3.2 Partikelbildung	42
5. Innermotorische Schadstoffsenkung durch Mehrfacheinspritzung und Einspritzverlaufsformung	45
5.1 Potential der Voreinspritzung	45
5.2 Potential der geteilten Haupteinspritzung	47
5.3 Potential der Nacheinspritzung	62
5.4 Potential der Einspritzverlaufsformung	64
6. Zusammenfassung	76
Literaturverzeichnis	79

Verwendete Formelzeichen

D:	Bezugslänge	[m]
D _{außen} :	Außendurchmesser Spritzloch	[mm]
D _{innen} :	Innendurchmesser Spritzloch	[mm]
K:	Kavitationszahl; Konizitätsfaktor	[-]
OH:	Ohnesorge-Zahl	[-]
p _D	Dampfdruck	[MPa]
p _e :	Einspritzdruck	[MPa]
p _K :	Kammerdruck	[MPa]
Re:	Reynolds-Zahl	[-]
t _i :	Einspritzzeit	[s]
T _L :	Lufttemperatur	[K]
We:	Weber-Zahl	[-]
γ _{OK} :	Spritzlochwinkel Oberkante	[°]
γ _{UK} :	Spritzlochwinkel Unterkante	[°]
η:	dynamische Zähigkeit	[Ns/m ²]
ρ:	Dichte	[kg/m ³]
σ:	Oberflächenspannung	[N/m]

1. Einleitung

"Es wird Wagen geben, die von keinem Tier gezogen mit unglaublicher Gewalt daherfahren." Leonardo da Vinci, 1452 - 1519

Neben seiner vorherrschenden Stellung im Nutzfahrzeug- und Off-Highway-Bereich nimmt die Bedeutung des Dieselmotors als Pkw Antrieb stetig zu. Wurde er noch vor 20 Jahren eher als Arbeitsaggregat mit geringer Leistung aber dafür hoher Rußemission angesehen, stößt er heutzutage kontinuierlich in Bereiche vor, die bisher nur dem Otto-Motor vorbehalten waren, wie z. B. den Rennsport.

Sein Vormarsch im Pkw-Sektor liegt vor allem in seiner Wirtschaftlichkeit begründet.

Die Defizite in den Fahrleistungen konnte der Dieselmotor in den letzten Jahren durch die Entwicklung der thermodynamisch günstigeren Direkteinspritztechnologie weitgehend wett machen und seinen Verbrauchsvorteil ebenfalls noch weiter ausbauen. Nachdem die Forschung und Entwicklung lange Zeit eine Steigerung der Fahrdynamik bei gleichzeitiger Senkung des Verbrauchs als Ziel verfolgte, zwang die Abgasgesetzgebung zu einem Umdenken. Primäres Ziel der heutigen Forschung und Entwicklung ist die Verbesserung der Abgasemissionen, um die zukünftigen strengen Abgasrichtlinien einzuhalten (Abb. 1.1).

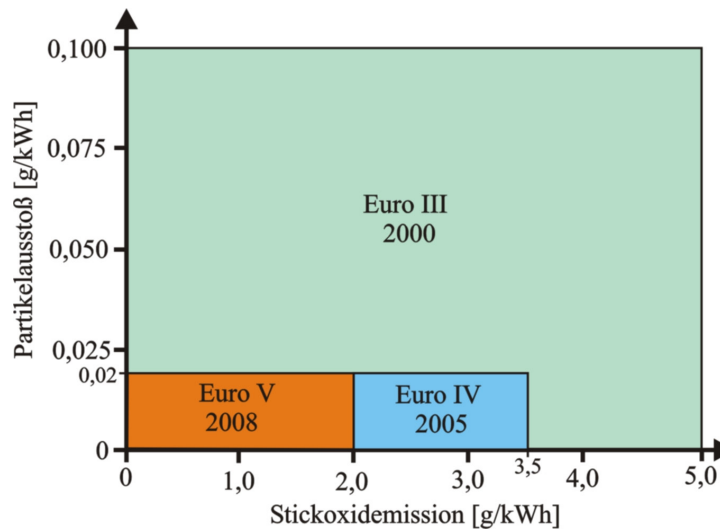


Abb. 1.1: Entwicklung der Abgasgrenzwerte für Stickoxide und Ruß nach EU-Richtlinie für Nutzfahrzeuge

Beim Dieselmotor sind hauptsächlich die Reduzierung von Partikelaußstoß und Stickoxidemission zwingend notwendig. Das im Abgas auftretende NO ist ein starkes Blutgift, NO₂ bildet unter Sonnenlichteinwirkung bodennahes Ozon. Ruß steht im Verdacht, krebserzeugend zu sein. Vor allem Feinstpartikel wurden bei der Untersuchung der Auswirkungen auf den menschlichen Organismus als kanzerogen eingestuft. Es ist auch noch heute ein Diskussionsthema unter Wissenschaftlern, inwieweit die Verminderung des Dieselußausstoßes der letzten Jahre auch eine Senkung der Gesundheitsgefährdung bewirkt hat, da hauptsächlich die Emission großer Partikel abnahm. Hingegen steht gerade der Feinststaub in Verdacht, Lungenkrebs hervorzurufen,