

Stickoxid- und Rußbildung bei dieselmotorischer Verbrennung

Von der Gemeinsamen Fakultät für Maschinenbau und Elektrotechnik
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina
zu Braunschweig

zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte

Dissertation

von

Dipl.-Ing. Michael Zillmer

aus Braunschweig

Eingereicht am:	08. Juni 1998
Mündliche Prüfung am:	04. November 1998
Berichterstatter:	Prof. Dr.-Ing. Eckart Müller
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. techn. Reinhard Leithner

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Versuchsaufbau	5
2.1 Versuchsträger	5
2.2 Motorprüfstand	6
2.3 Optische Meßtechnik	9
2.4 Schnelle Gasentnahmetechnik	11
2.5 Kraftstoffverdampfungseinrichtung	13
Betriebsverhalten des Versuchsmotors	14
3.1 Gemischbildung und Verbrennungsablauf	14
3.2 Wirbelströmung	16
3.3 Motorvorversuche	19
Berechnung der Energieumsetzung	22
4.1 Einzonenmodell	22
4.2 Einfluß unterschiedlicher Motorbetriebsparameter	27
4.3 Einfluß der Brennraumgasentnahme	29
4.4 Variation des Verdichtungsverhältnisses	30
Thermodynamische Prozeßsimulation	31
5.1 Verbrennungsmodell	31
5.2 Grundlegender Berechnungsansatz	35
5.3 Spezifische Stoffwerte	38
5.4 Zusammensetzung der Verbrennungsgase	40
5.5 Wärmeübergang	42
5.6 Berechnung der Verbrennungstemperaturen	44
Simulation der Stickoxidbildung	46
6.1 Stickoxidbildungsmechanismen	46
6.2 Reaktionskinetik	47
6.3 Berechnung der Stickoxidentstehung	49
6.4 Vergleich mit der Brennraumgasentnahme	50
6.5 Variation des Verdichtungsverhältnisses	52

7	Simulation der Rußbildung	54
7.1	Rußentstehung in Verbrennungsprozessen	54
7.2	Kraftstoffverdampfung -	56
7.3	Reaktionskinetik	63
7.4	Berechnung der Rußentstehung	68
7.5	Vergleich mit der Brennraumgasentnahme	70
7.6	Variation des Verdichtungsverhältnisses	72
8	Optische Untersuchung des Verbrennungsprozesses	73
8.1	Flammenstrahlung bei dieselmotorischer Verbrennung	73
8.2	Auswertung der Strahlungssignale	74
8.3	Multispektralpyrometrische Bestimmung der Flammentemperatur	75
9	Untersuchung des Potentials der Gemischhomogenisierung	77
9.1	Zündung und Verbrennung von Kraftstoff-Luft-Gemischen	77
9.2	Homogene Dieselverbrennung	80
9.3	Kombination von innerer und äußerer Gemischbildung	84
10	Zusammenfassung	86
11	Literaturverzeichnis	89
12	Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen	100
13	Bildteil	104