

FORTSCHRITT-
BERICHTE

VDI

Dipl.-Ing. Jörg Theobald, Beienrode

**Untersuchung des Betriebs-
und Abgasemissionsverhaltens
eines Wirbelkammer-Diesel-
motors mit Oxidationskataly-
sator bei Verwendung von
Rapsöl-Methyl-Ester (REM)
verschiedener Qualitätsstufen
als Kraftstoff**

Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **329**

HLuHB Darmstadt



13899932

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Versuchskraftstoffe	3
2.1	Kraftstoffanalytik	4
2.2	Eigenschaften der untersuchten Kraftstoffe	6
2.2.1	Physikalische und chemische Kennwerte	6
2.2.2	Aromaten-Gehalt	10
2.2.3	Glyzerid-Zusammensetzung der Rapsölmethylester	11
3	Abgase von Dieselmotoren	13
3.1	Chemische Grundlagen der Schadstoffentstehung	14
3.2	Limitierte Abgaskomponenten	20
3.2.1	Limitierte gasförmige Abgaskomponenten	20
3.2.2	Partikelförmige Abgaskomponenten	22
3.3	Nicht limitierte Abgaskomponenten	25
3.3.1	Differenzierte Kohlenwasserstoffe	25
3.3.2	Aldehyde und Ketone	28
3.3.3	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAH	31
3.4	Angewandte Methoden zur Minderung der Abgasemissionen	38
3.4.1	Abgasrückführung	38
3.4.2	Oxidationskatalysator	39
4	Rechnerische Modellierung der Verbrennung	43
4.1	Druckindizierung der Einspritzleitung	43
4.2	Kenngrößen zur Beurteilung der Verbrennung	45
4.3	Rechenmodell zur Brennverlaufbestimmung	47
4.3.1	Vorstellung des Zwei-Zonen-Modells	47

4.3.2	Thermodynamische Bestimmungsgleichungen	49
4.3.3	Motorischer Wärmeübergang	52
4.3.4	Kraftstoffsimulation	53
4.4	Programmablaufplan zur Brennfunktionsrechnung	54
5	Versuchsaufbau, Versuchsdurchführung und Analyseverfahren	56
5.1	Systematik	56
5.2	Motorprüfstand	57
5.3	Bestimmung der Emissionen gesetzlich limitierter Abgaskomponenten	60
5.3.1	Limitierte gasförmige Abgaskomponenten	60
5.3.2	Partikel und deren organisch löslicher Anteil	61
5.4	Bestimmung der Emissionen gesetzlich nicht limitierter Abgaskomponenten	63
5.4.1	Differenzierte Kohlenwasserstoffe	63
5.4.2	Aldehyde und Ketone	64
5.4.3	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAH	65
5.5	Fehler bei der Bestimmung der Abgasemissionen	66
5.5.1	Fehler bei der Bestimmung der gesetzlich limitierten Abgaskomponenten	67
5.5.2	Fehler bei der Bestimmung der gesetzlich nicht limitierten Abgaskomponenten	67
5.6	Aufbau und Signalkette der elektronischen Meßdatenerfassung	68
5.6.1	Druckindizierung von Wirbelkammer und Einspritzleitung	68
5.6.2	Fehlerbetrachtung zur Druckindizierung und Brennverlaufsrechnung	72
6	Ergebnisse aus Druckindizierung und Prozeßrechnung	75
6.1	Druckverläufe	75
6.2	Rechnerische Simulation der Verbrennung	78
6.3	Variation des statischen Förderbeginns	81
7	Ergebnisse der Motoruntersuchungen	85
7.1	Betriebsverhalten	85
7.1.1	Vollastkennlinien von Mitteldruck-, Wirkungsgrad- und Verbrennungsluftverhältnis	85
7.1.2	Analyse des Schmieröls	87
7.2	Ergebnisse der Abgasemissionsanalyse	88
7.2.1	Limitierte gasförmige Abgaskomponenten	88

7.2.2	Partikel und deren organisch löslicher Anteil	91
7.2.3	Differenzierte Kohlenwasserstoffe	92
7.2.4	Aldehyde und Ketone	94
7.2.5	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAH	95
7.2.6	Relative Emissionen im integralen Überblick	99
8	Zusammenfassung	101
	Literaturverzeichnis	103