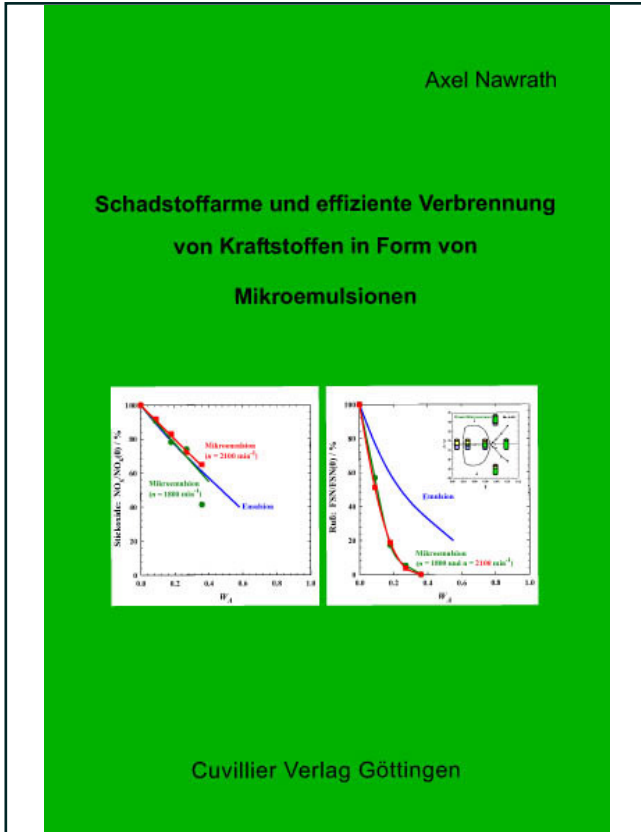




Axel Nawrath (Autor)

# Schadstoffarme und effiziente Verbrennung von Kraftstoffen in Form von Mikroemulsionen



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1723>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG .....	1
1.1	Wasserhaltige Treibstoffe .....	2
1.2	Thermodynamisch stabile Mikroemulsionen .....	4
1.3	Zielstellung .....	5
2	DER WEG ZU MIKROEMULSIONS-TREIBSTOFFEN - DIE STORY .....	7
2.1	Die ersten Schritte .....	7
2.1.1	Systematische Entwicklung von Wasser-Diesel-Mikroemulsionen .....	7
2.1.1.1	<i>Die erste Diesel-Mikroemulsion</i> .....	7
2.1.1.2	<i>Variation des Wasseranteils</i> .....	10
2.1.1.3	<i>Einsatz technischer nichtionischer Tenside</i> .....	11
2.1.1.4	<i>Diesel-Mikroemulsionen mit ionischen Tensiden</i> .....	16
2.1.1.5	<i>Technische ionische Tenside</i> .....	18
2.1.1.6	<i>Temperatur - Invarianz</i> .....	19
2.1.1.7	<i>Zusammenfassung des Entwicklungsstandes</i> .....	22
2.1.2	Erster Verbrennungsversuch an einem Motorenprüfstand.....	23
2.1.2.1	<i>Das Messprogramm</i> .....	23
2.1.2.2	<i>Die Temperatur des Abgases</i> .....	24
2.1.2.3	<i>Kraftstoff - Verbrauch</i> .....	24
2.1.2.4	<i>Schadstoff-Emissionen</i> .....	25
2.1.2.5	<i>Erstes Resümee</i> .....	28
2.2	Diesel-Mikroemulsionen mit variierenden Wasseranteilen .....	30
2.2.1	Systematische Entwicklung temperaturinvarianter Diesel-Mikroemulsionen. 30	
2.2.1.1	<i>Abhängigkeit des komplexen Phasenverhaltens von dem Salzgehalt</i> .....	30
2.2.1.2	<i>Variierenden Wasseranteilen mit Hilfe von Salz-Titrationsen</i> .....	32
2.2.2	Systematische Verbrennungsversuche mit einem modernen VW-TDI-Motor 36	
2.2.2.1	<i>Das Messprogramm der ersten Messreihe</i> .....	36
2.2.2.2	<i>Die erste Messreihe</i> .....	37
2.2.3	Technische Diesel-Mikroemulsionen mit kleineren Wasseranteilen .....	38
2.2.3.1	<i>Verwendung von technischem AOT</i> .....	38
2.2.3.2	<i>Temperaturinvariante Mikroemulsionen mit geringen Wasseranteilen</i> .....	40
2.2.3.3	<i>Mikroemulsionen mit Wasseranteilen oberhalb von 10 %</i> .....	41
2.2.3.4	<i>Auswirkung verschiedener Elektrolyte auf das Phasenverhalten</i> .....	42
2.2.4	Verbrennung von Mikroemulsionen mit variierenden Wasseranteilen.....	44
2.2.4.1	<i>Das Messprogramm der 2. Messreihe</i> .....	44
2.2.4.2	<i>Verlauf der 2. Messreihe</i> .....	44
2.2.4.3	<i>Die Ergebnisse beider Messreihen</i> .....	45
2.2.5	Zwischenbilanz.....	52

2.3	Umweltfreundliche Tenside .....	54
2.3.1	Das Phasenverhalten von Mikroemulsionen mit geeigneten Tensidsystemen.	54
2.3.1.1	<i>Erprobung verschiedener Tensidsysteme</i> .....	54
2.3.1.2	<i>Ammoniumoleat als umweltfreundliches ionisches Amphiphil</i> .....	56
2.3.1.3	<i>Einfluss von Ethanol auf das Phasenverhalten</i> .....	59
2.3.1.4	<i>Elektronenmikroskopische Untersuchung der Diesel-Mikroemulsionen</i> .....	60
2.3.1.5	<i>Durchstimmung des Wasseranteils für Verbrennungsversuche</i> .....	63
2.3.1.6	<i>Zusammenfassung der Untersuchungen zum Phasenverhalten</i> .....	65
2.3.2	Ein Verbrennungsversuch mit einer ausgewählten Mikroemulsion .....	66
2.3.2.1	<i>Die Messung</i> .....	66
2.3.2.2	<i>Der Kraftstoff - Verbrauch</i> .....	67
2.3.2.3	<i>Schadstoffe</i> .....	68
2.3.2.4	<i>Bilanz dieser Messreihe</i> .....	69
2.3.3	Verbrennung von Mikroemulsionen mit systematisch variierendem Wasseranteil .....	70
2.3.3.1	<i>Umfangreiche Untersuchungen in Trier</i> .....	70
2.3.3.2	<i>Leistung</i> .....	71
2.3.3.3	<i>Energie - Verbrauch</i> .....	71
2.3.3.4	<i>Die CO<sub>2</sub> - Bilanz</i> .....	76
2.3.3.5	<i>NO<sub>x</sub> - Emissionen</i> .....	78
2.3.3.6	<i>Ruß - Emissionen</i> .....	81
2.3.3.7	<i>Beschleunigungsversuche mit transientem Motoren-Betrieb</i> .....	84
2.3.3.8	<i>Verbrennung von Mikroemulsionen bei gleichzeitiger Abgasrückführung</i> ..	85
2.3.3.9	<i>Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Verbrennungsversuchen</i> .....	89
2.4	Erprobung von Diesel-Mikroemulsionen in Praxistesten .....	91
2.4.1	Praxistest mit einem PKW .....	91
2.4.1.1	<i>Phasenverhalten von Mikroemulsionen mit Haltermann-diesel</i> .....	91
2.4.1.2	<i>Untersuchung an einem Rollenprüfstand beim TÜV</i> .....	92
2.4.2	Praxistest im Stadtverkehr in Kooperation mit AWB .....	94
3	MIKROEMULSIONEN AUF BASIS VON BTL - KRAFTSTOFFEN .....	97
3.1	Entwicklung von Bio-Par-Mikroemulsionen .....	97
3.1.1	Charakterisierung von Bio-Par.....	97
3.1.2	Zur Verbrennung geeignete Bio-Par-Mikroemulsionen .....	99
3.2	Verbrennungsversuche mit Bio-Par - Mikroemulsionen .....	102
3.2.1	Vergleich von Bio-Par- und Diesel-Mikroemulsionen (Messprogramm).....	102
3.2.2	Ergebnisse der Verbrennungsexperimente.....	103
3.2.2.1	<i>Der Kraftstoffverbrauch</i> .....	103
3.2.2.2	<i>Schadstoff-Entwicklung</i> .....	104
3.3	Resümee zu den Untersuchungen von Bio Par-Mikroemulsionen.....	105
4	DISKUSSION .....	107

4.1	Der Einfluss wasserhaltiger Mikroemulsionen auf die Verbrennung .....	107
4.2	Praktische Lösungen für die anwendungsbezogene Nutzung von Mikroemulsionen als Kraftstoff.....	114
4.3	Ausblick und Perspektiven.....	117
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	119
6	ANHANG.....	122
6.1	Grundlagen .....	122
6.1.1	Das Phasenverhalten von Mikroemulsionen .....	122
6.1.1.1	<i>Definitionen</i> .....	122
6.1.1.2	<i>Das Phasenprisma</i> .....	123
6.1.1.3	<i>Das Fischdiagramm</i> .....	125
6.1.1.4	<i>Effizienz nichtionischer Tenside und der Einfluss verschiedener Öle</i> .....	128
6.1.1.5	<i>Quaternäre und Multikomponentensysteme</i> .....	129
6.1.1.6	<i>Technische Tenside</i> .....	130
6.1.1.7	<i>Einfluss von Additiven</i> .....	131
6.1.1.8	<i>Ionische Tenside</i> .....	131
6.1.1.9	<i>Mischungen aus nichtionischen und ionischen Tensiden</i> .....	132
6.1.2	Chemie der motorischen Verbrennung .....	134
6.1.2.1	<i>Verbrennungsmotoren</i> .....	134
6.1.2.2	<i>Thermodynamik von Kreisprozessen</i> .....	136
6.1.2.3	<i>Diesel-Kraftstoffe</i> .....	140
6.1.2.4	<i>Verbrennungsmechanismen</i> .....	142
6.1.2.5	<i>Schadstoffbildung</i> .....	145
6.2	Experimentelles .....	149
6.2.1	Verwendete Substanzen .....	149
6.2.2	Bestimmung des Phasenverhaltens .....	153
6.2.3	Motorenprüfstandsmessungen.....	156
6.3	Tabellen .....	158
6.4	Symbol- und Abkürzungsverzeichnis .....	165
6.5	Literatur.....	169