

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	2
1.2	Über 100 Jahre wasserhaltige Kraftstoffe	3
1.3	Zielstellung – Ein möglicher Abschluss und Neubeginn	5
2	Grundlagen	7
2.1	Emulsionen	7
2.2	Tenside	8
2.3	Phasenverhalten	10
2.3.1	Binäre Mischungen	10
2.3.2	Phasenprisma und ternäre Systeme	12
2.3.3	T - γ -Schnitt	15
2.3.4	Einfluss technischer Tenside	19
2.3.5	Additive	20
2.3.6	Einfluss von Druck	20
2.4	Amphiphiler Film	21
2.5	Grenzflächenspannung	24
2.6	Mehrkomponenten Systeme	25
2.7	Nanoemulsionen	27
2.8	Dynamische Lichtstreuung	29
2.9	Stopped-Flow	31
2.10	Kraftstoffe	32
2.10.1	Dieseldieselkraftstoff	33
2.10.2	Grüne Alternativen zum Dieseldieselkraftstoff	34
2.11	Innermotorische Verbrennung im Dieselmotor	36
2.11.1	Kreisprozesse	37
2.11.2	Verbrennungsluftverhältnis	39
2.11.3	Wirkungsgrad	40
2.11.4	Heiz- und Brennwert	41
2.11.5	Gemischbildung und Einspritzung	41
2.11.6	Verbrennungsprozesse und Schadstoffreduktion	42
2.11.7	Maßnahmen zur Schadstoffreduktion	46

3	Experimentelle Methoden	49
3.1	Untersuchung des Phasenverhaltens	49
3.2	Dichtemessung	50
3.3	Dynamische Lichtstreuung	51
3.4	Stopped Flow-Messungen	52
3.5	Abgasuntersuchungen	53
3.5.1	Modifikationen im Testfahrzeug	54
3.5.2	Testzyklus und Prüfphasen	56
3.5.3	Rollenprüfstand des TÜV und Testfahrt	57
3.6	Rasterelektronenmikroskopie	59
3.7	Transmissionselektronenmikroskopie	60
3.8	Verwendete Chemikalien	61
4	Wasserhaltige Kraftstoffformulierungen im Dieselmotor	65
4.1	Bisherige Entwicklung von Kraftstoffmikroemulsionen	65
4.2	Nanoemulsionen – Der noch bessere Kraftstoff?	73
4.3	Systemoptimierung – Es geht auch einfacher	74
4.3.1	Einfluss der Tenside auf Dieseldieselkraftstoff	76
4.3.2	GtL als saubere Alternative zum Diesel	82
4.4	Der lange Weg zur Nanoemulsion	88
4.4.1	Der Anfang des Wegs zur Nanoemulsion	88
4.4.2	Weitere Schritte zur Nanoemulsion	91
4.4.3	Von <i>n</i> -Alkanen zu Kraftstoffen	96
4.4.4	Stabilitätstests	99
4.4.5	Bildungskinetik	109
5	Wer verbrennt am saubersten?	113
5.1	Gasphasenuntersuchung	115
5.1.1	Kraftstoffverbrauch	115
5.1.2	Kohlenstoffmonooxid und -dioxidemissionen (CO und CO ₂)	124
5.1.3	Kohlenwasserstoffemissionen (HC)	142
5.1.4	Stickoxidemissionen (NO _x)	151
5.2	Partikelphase	160
5.2.1	Gravimetrische Analyse	160
5.2.2	Partikelgrößenverteilung und -anzahl	162
5.2.3	Extraktionsverhalten	167
6	Zusammenfassung	169

7 Weiterführende Untersuchungen und Konzepte	173
7.1 Potentielle Weiterentwicklung von Kraftstoffemulsionen	173
7.1.1 Untersuchung synthetischer Kraftstoffe	173
7.1.2 Qualität und Quantität der eingesetzten Tenside	174
7.1.3 Emulsionstypen	174
7.2 Zukünftige Konzepte für wasserhaltige Kraftstoffe	175
7.2.1 Weiterentwicklung des <i>Krambschen</i> Systems	176
7.2.2 On-Injector-Verfahren	177
7.2.3 Verteiler-Einspritzpumpe mit „Wasser-Commonrail“	178
7.2.4 Wasserbereitstellung	179
7.3 Anwendungsbereiche	180
8 Ausblick – Nanoemulsionen als Treibstoff der Zukunft	183
Anhang A REM- und TEM-Aufnahmen	v
Anhang B Messprotokolle	ix
Anhang C Kraftstoffverbräuche	xxiii
Anhang D Verzeichnisse	xxvii
D.1 Abbildungsverzeichnis	xxvii
D.2 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	xxxiv
D.3 Tabellenverzeichnis	xxxix
D.4 Literaturverzeichnis	xli