



Inhaltsverzeichnis

0	KURZFASSUNG.....	13
1	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG.....	17
1.1	Einleitung	17
1.2	Hintergrund und Motivation.....	20
2	STAND DES WISSENS.....	25
2.1	Kraftstoffe.....	25
2.1.1	Diesekraftstoff	25
2.1.2	Biodiesel	25
2.1.3	GtL-Kraftstoff	29
2.1.4	Alkohol in Kraftstoffen	30
2.1.4.1	Eingeschränkte Mischbarkeit mit Diesekraftstoff	30
2.1.4.2	Verdampfung von leichtflüchtigen Komponenten.....	32
2.1.4.3	Kavitationseffekte im motorischen Einsatz	32
2.1.4.4	Sicherheitstechnische Auswirkungen	33
2.2	Emissionen	33
2.2.1	Emissionsmessungen	33
2.2.2	Kraftstoffeinfluss	35
2.3	Autoxidation von Lipiden	37
2.4	Natürliche Antioxidantien	39
3	MATERIAL UND METHODEN	43
3.1	Methoden.....	43



3.2	Analysen	49
3.2.1	Abgasanalyse	49
3.2.1.1	Limitierte Abgaskomponenten	50
3.2.1.2	Nichtlimitierte Abgaskomponenten	52
3.2.2	Physikalisch-chemische Analysen	60
3.2.2.1	Elementaranalyse	60
3.2.2.2	Elektrosprayionisationsmassenspektrometrie (ESI-MS)	61
3.2.2.3	Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie (FTIR)	62
3.2.2.4	Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektor (GC-FID)	63
3.2.2.5	Gaschromatographie mit Massenspektrometriedetektor (GC-MS)	63
3.2.2.6	Gelpermeationschromatographie (GPC).....	66
3.2.2.7	Kernspinresonanzspektroskopie	68
3.2.2.8	Permittivitätsmessung	68
3.2.2.9	Simulierte Destillation	69
3.2.2.10	UV-Vis-Spektroskopie	69
3.2.2.11	Viskositätsbestimmung	71
3.3	Motoren	72
3.3.1	Farymann 18W	72
3.3.2	Mercedes Benz OM906 LA	73
4	PRAKTISCHER TEIL	75
4.1	Vorgehensweise	75
4.2	Untersuchung der Trübungsursache	76
4.2.1	Untersuchungen der Alterung von RME	77
4.2.1.1	Untersuchungen mittels UV-Vis-Spektroskopie	77
4.2.1.2	Untersuchungen mittels FTIR-Spektroskopie	86
4.2.1.3	Zusammenfassung Untersuchung der Alterung.....	91
4.2.2	Analyse gealterten Rapsölmethylesters	92
4.2.2.1	Untersuchung von gealtertem RME anhand von Fettsäurespektren	92
4.2.2.2	Untersuchung von gealtertem RME mittels Massenspektrometrie.....	95
4.2.2.3	Untersuchung von gealtertem RME mittels GC-MS	99
4.2.2.4	Zusammenfassung Analyse gealterten Rapsölmethylesters	103
4.2.3	Analyse isolierter Alterungsprodukte	103
4.2.3.1	Isolierung trübungsbildender Substanzen.....	103
4.2.3.2	Analysen der trübungsbildenden Substanz	104
4.2.3.3	Strukturaufklärung von Biodieseloligomeren.....	112
4.2.3.4	Zusammenfassung Analyse isolierter Alterungsprodukte	118
4.2.3.5	Literaturabgleich und Bildungsmechanismen	119
4.2.4	Alterung von Dieseldieselkraftstoff	123



4.3	Untersuchung des nichtlinearen Auftretens der Trübungen	125
4.4	Temperatur- und Matrixauswirkungen auf Trübungen.....	131
4.4.1	Temperatureinfluss	131
4.4.2	Matrixeinfluss	132
4.4.3	Temperatur- und Matrixeinfluss	133
4.4.4	Langzeitalterung	137
4.4.5	Zusammenfassung	140
4.5	Abhilfemaßnahmen gegen Trübungen	141
4.5.1	Oligomerlösungsmittel	142
4.5.2	Alterung mit Alkoholen	145
4.5.3	Einfluss der Dieselmotorkraftstoffkomponente in Blends	146
4.5.4	Zusammenfassung	149
4.6	Untersuchung der Emissionsauswirkung	149
4.6.1	Kraftstoffanalyse von RME und gealtertem RME	149
4.6.2	Nutzfahrzeugmotor: B20, B20alt, RMEalt	154
4.6.3	Nutzfahrzeugmotor: B15alt	159
4.6.4	Nutzfahrzeugmotor: GtL, GtL B15alt, GtL B15	168
4.6.5	Zusammenfassung Nutzfahrzeugmotor	174
4.6.6	Einzylindermotor: B10, B10alt, RMEalt	175
4.6.7	Einzylindermotor: Kraftstofffilter, B10, B10alt	181
4.6.8	Zusammenfassung Einzylindermotor	186
4.6.9	Direkte Mutagenität der Kraftstoffe	186
4.6.10	Zusammenfassung Zusammenhang zwischen Mutagenität und gealtertem RME	188
4.6.11	Einzylindermotor: Alkoholische Mischkraftstoffe	189
4.6.11.1	Emissionsauswirkungen einer Oligomerlösung durch Alkohole	189
4.6.11.2	Auswirkungen ausgewählter Alkohole auf die Emissionen	195
5	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	209
6	GLOSSAR.....	2
6.1	Abkürzungen.....	213



7	LITERATUR	217
8	ANHANG	237
8.1	Kraftstoffanalysen	237
8.2	Versuche	242
8.3	Massenspektren	243
8.4	FTIR-Spektren	244
8.5	¹H-NMR-Spektren	245
8.6	Sonstiger Anhang	245