Inhalt

1 Kurzfassung 14

2 Motivation 14

2.1 Exposition 2015 14

3 Zielsetzung 23

4 Dieselkraftstoffforschung: Theorie, Material und Methoden 24

4.1 Kraftstoffanalytik 24

4.1.1 Mischbarkeit und COSMO 26

4.1.2 Dichte und kinematische Viskosität 27

4.1.3 Kältestabilität (CFPP-Wert, Cloudpoint und Kältewechseltest) 28

4.1.4 Wassergehalt, Wasserlöslichkeit und Wasseraufnahmeverhalten 29

4.1.5 Siedeverhalten (atmosphärisch und SimDist) 29

4.1.6 Flammpunkt 31

4.1.7 Dampfdruckverhalten 31

4.1.8 Zündwilligkeit: Cetanzahl und Cetanindex 32

4.1.9 Zündtemperatur 34

4.1.10 Materialtest (Kunststoff) 34

4.1.11 Sonstige Parameter gemäß DIN EN 590 35

4.2 Kraftstoffkomponenten 37

4.2.1 Dieselkraftstoff (fossil) 38

4.2.2 Additive 40

4.2.3 Fettsäuremethylester (FAME) 41

4.2.4 HVO 45

4.2.5 Fischer-Tropsch-Kraftstoffe (XtL) 46

4.2.6 Alkohole und n-Alkane (Literaturstudie) 49

4.2.7 Citratester: Triethylcitrat und Tributylcitrat 60

4.3 Kraftstoffalterung (spezielle Kraftstoffanalytik) 63

4.3.1 Alterung ungesättigter Fettsäuremethylester (Literaturstudie) 64

4.3.2 Parameter und Verfahren mit Bezug zur Oxidationsstabilität 78

4.3.3 Alterung im Einspritzprüfstand (Methodenentwicklung) 79

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

4.3.4 Alterung im Batch-Reaktor (Methodenentwicklung) ... 82
4.3.5 Nachweis der Alterung mit UV/Vis-Spektroskopie (Methodenentwicklung) ... 85
4.3.6 Präzipitat-Test (optisch und spektroskopisch) ... 86
4.3.7 Präzipitat-Test (gravimetrisch) (Methodenentwicklung) ... 87
4.3.8 Lagerstabilität (UV) ... 88
4.4 Motoren und Betrieb ... 88
4.4.1 Dieselmotorische Verbrennung ... 88
4.4.2 Farymann-Einzylindermotor (Farymann 18 W) ... 89
4.4.3 Euro III (Daimler OM 906 LA) ... 91
4.4.4 Euro IV (Daimler OM 904 LA) ... 92
4.5 Emissionsanalytik ... 94
4.5.1 Kohlenstoffmonoxid (CO) ... 97
4.5.2 Stickoxide (NO_X) ... 97
4.5.3 Kohlenwasserstoffe (HC) ... 99
4.5.4 Partikel- und Teilchenmasse (PM/TM) ... 100
4.5.5 Partikelgrößenverteilung ... 103
4.5.6 Ammoniakschlupf (NH_3) ... 104
4.5.7 Carbonyle (Aldehyde und Ketone) ... 105
4.5.8 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ... 106
4.5.9 Mutagenität (Bakterieller Rückmutationstest, Ames-Test) ... 110
5 Ergebnisse und Diskussion ... 113
5.1 Einleitung ... 113
5.2 Kraftstoffanalytik ... 115
5.2.1 Mischbarkeit ... 117
5.2.1.1 Citratester: Triethylcitrat (TEC) und Tributylcitrat (TBC) ... 117
5.2.1.2 Langkettige Fettalkohole: 1-Dodecanol, Cetyl-, Stearyl- und Oleylalkohol ... 117
5.2.1.3 Zusammenfassung ... 119
5.2.2 Kältefestigkeit (CFPP-Wert, Cloudpoint, Kältewechseltest) ... 119
5.2.2.1 Langkettige Fettalkohole in binären Blends (Tieftemperaturlagerung) ... 119
5.2.2.2 Alkohole und Alkane in ternären Blends (CFPP-Wert) ... 121
5.2.2.3 Fließverbesserer in RME und binären Blends bei Kältewechsel ... 124

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

5.2.2.4 Zusammenfassung ... 127
5.2.3 Wasseraufnahmeverhalten ... 127
5.2.3.1 FAME-Kraftstoffe und binäre Blends ... 128
5.2.3.2 Alkohole und Alkane in ternären Blends ... 130
5.2.3.3 Zusammenfassung ... 132
5.2.4 Siedeverhalten (atmosphärische Destillation) ... 132
5.2.4.1 FAME-Kraftstoffe ... 133
5.2.4.2 Einfluss von RME und Alkoholen auf den Siedeverlauf ... 134
5.2.4.3 Zusammenfassung ... 136
5.2.5 Flammpunkt ... 136
5.2.5.1 Reinkraftstoffe und Kraftstoffkomponenten ... 137
5.2.5.2 Alkohole und Alkane in ternären Blends ... 137
5.2.5.3 Zusammenfassung ... 140
5.2.6 Dampfdruckverhalten ... 140
5.2.6.1 Alkohole in binären und ternären Blends ... 141
5.2.6.2 Zusammenfassung ... 143
5.2.7 Zündtemperatur ... 144
5.2.7.1 Reinkraftstoffe und ternäre Blends mit Alkoholen und Alkanen ... 144
5.2.7.2 Zusammenfassung ... 146
5.2.8 Materialuntersuchung (Kunststoff) ... 146
5.2.8.1 Ausgewählte Alkohole in ternären Blends ... 147
5.2.8.2 Zusammenfassung ... 150
5.2.9 Zusammenfassung ... 150
5.3 Kraftstoffalterung (spezielle Kraftstoffanalytik) ... 153
5.3.1 Präzipitatbildung und Lösungsvermittlereffizienz von Alkoholen und TBC ... 153
5.3.1.1 COSMO-Oberflächen und Sigma-Profile von TBC und 1-Octanol ... 153
5.3.1.2 Lösungsvermittlereffizienz von ausgewählten Alkoholen und TBC ... 156
5.3.1.3 Einfluss der Kraftstoffpolarität auf das Präzipitatbildungsmaximum ... 160
5.3.1.4 Auswirkung veränderter Alterungsparameter ... 162
5.3.1.5 Charakteristische Zeitabhängigkeit der Präzipitatbildung ... 163
5.3.1.6 Zusammenfassung ... 165
5.3.2 Alterung im Einspritzprüfstand ... 166
5.3.2.1 Ausgewählte Kraftstoffe mit und ohne Oxidationsstabilisator ... 166
5.3.2.2 Einfluss der Betriebsmoden bei RME-20 und RME-100 ... 170
5.3.2.3 Zusammenfassung ... 173
5.3.3 Alterung im Batch-Reaktor (UV/Vis-Spektroskopie) ... 173

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

5.3.3.1 Einfluss von 1-Decanol auf einen RME-10-Blend mit n-Hexadecan 175
5.3.3.2 RME-100 (Schutzgasatmosphäre) und Carotinoidabbau..... 179
5.3.3.3 Einfluss von 1-Decanol auf einen RME-10-Blend mit DK 183
5.3.3.4 Zusammenfassung..... 186
5.3.4 Lagerstabilität (Lichtbox-UV)..... 186
5.3.4.1 Ausgewählte FAME-Kraftstoffe und binäre Blends mit DK..... 186
5.3.4.2 Zusammenfassung..... 190
5.3.5 Zusammenfassung..... 190
5.4 Emissionsanalytik am Einzylindermotor (limitierte)..... 192
5.4.1 Cetanzahl-Betrachtung der Kraftstoffkomponentenauswahl 195
5.4.2 Kettenlänge und Verzweigung: Alkane in ternären Blends 197
5.4.3 HVO und GtL in ternären Blends 201
5.4.4 KME, RME und LME in ternären Blends mit HVO und DK..... 205
5.4.5 1-Octanol als Kraftstoffkomponente in binären Blends..... 207
5.4.6 1-Octanol und TBC: Multikomponentenblends mit RME, HVO und DK 210
5.4.7 1-Decanol und Oleylalkohol in ternären Blends 213
5.4.8 Zusammenfassung..... 217
5.5 Emissionsanalytik am Einzylindermotor (nicht limitierte)..... 217
5.5.1 Carbonyle: 1-Decanol und Oleylalkohol in ternären Blends 218
5.5.2 PAK: 1-Decanol und Oleylalkohol in ternären Blends..... 219
5.5.3 Zusammenfassung..... 223
5.6 Kraftstoffdesign und -analytik von REG50 223
5.6.1 Kraftstoffanalytik von REG50 gemäß DIN EN 590 225
5.6.2 Siedeverhalten 227
5.6.3 Wasseraufnahmeverhalten 228
5.6.4 Zündtemperatur 229
5.6.5 Alterung im Einspritzprüfstand und Lagerstabilität (Lichtbox-UV)..... 230
5.6.6 Zusammenfassung..... 232
5.7 REG50 am Nutzfahrzeugmotor (limitierte Emissionen) 233
5.7.1 Limitierte Emissionen (CO, NO_X, HC, PM)..... 235
5.7.2 Zusammenfassung..... 238
5.8 REG50 am Nutzfahrzeugmotor (nicht limitierte Emissionen) 239

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

5.8.1 Ammoniak-Emissionen 240
5.8.2 Partikelgrößenverteilung 240
5.8.3 Carbonyl-Emissionen 241
5.8.4 PAK-Emissionen 243
5.8.5 Mutagenität (Ames-Test) 245
5.8.6 Zusammenfassung 248
6 Zusammenfassung 250
7 Ausblick 259
8 Anhang 263
8.1 Literaturverzeichnis 263
8.2 Abkürzungsverzeichnis 280
8.3 Kraftstoffanalysen 283
8.4 Kraftstoffanalytik (technische Details) 287
8.5 Motorbetriebsdaten (technische Details und Prüfzyklen) 288

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.