



Lasse Schmidt (Autor)

**Wechselwirkungen zwischen Kraftstoffkomponenten in  
biodieselbasierten Mischkraftstoffen unter besonderer  
Berücksichtigung der Alterungsprodukte von  
Fettsäuremethylestern**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6645>

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

<b>0</b>	<b>KURZFASSUNG</b> .....	<b>13</b>
<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG</b> .....	<b>17</b>
1.1	Einleitung .....	17
1.2	Hintergrund und Motivation.....	20
<b>2</b>	<b>STAND DES WISSENS</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1</b>	<b>Kraftstoffe</b> .....	<b>25</b>
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
<b>2.2</b>	<b>Emissionen</b> .....	<b>33</b>
2.2.1	Emissionsmessungen	33
2.2.2	Kraftstoffeinfluss	35
<b>2.3</b>	<b>Autoxidation von Lipiden</b> .....	<b>37</b>
<b>2.4</b>	<b>Natürliche Antioxidantien</b> .....	<b>39</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b> .....	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Methoden</b> .....	<b>43</b>



<b>3.2</b>	<b>Analysen .....</b>	<b>49</b>
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
<b>3.3</b>	<b>Motoren .....</b>	<b>72</b>
3.3.1	Farymann 18W	72
3.3.2	Mercedes Benz OM906 LA	73
<b>4</b>	<b>PRAKTISCHER TEIL .....</b>	<b>75</b>
<b>4.1</b>	<b>Vorgehensweise .....</b>	<b>75</b>
<b>4.2</b>	<b>Untersuchung der Trübungsursache .....</b>	<b>76</b>
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



<b>4.3</b>	<b>Untersuchung des nichtlinearen Auftretens der Trübungen .....</b>	<b>125</b>
<b>4.4</b>	<b>Temperatur- und Matrixauswirkungen auf Trübungen.....</b>	<b>131</b>
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
<b>4.5</b>	<b>Abhilfemaßnahmen gegen Trübungen .....</b>	<b>141</b>
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
<b>4.6</b>	<b>Untersuchung der Emissionsauswirkung .....</b>	<b>149</b>
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
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>209</b>
<b>6</b>	<b>GLOSSAR.....</b>	<b>2</b>
<b>6.1</b>	<b>Abkürzungen.....</b>	<b>213</b>



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