

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	1
1 Einleitung und Aufgabenstellung.....	3
2 Stand des Wissens .....	5
2.1 Aufbau der Hydrauliköle.....	5
2.1.1 Grundöle.....	5
2.1.2 Öladditive.....	6
2.2 Alterung von Ölen.....	6
2.3 Oxidation von Kohlenwasserstoffen.....	8
2.3.1 Grundsätzliches .....	8
2.3.2 Radikalkettenreaktion .....	11
2.3.3 Kettenstartreaktion.....	12
2.3.4 Kettenfortpflanzungsreaktion.....	14
2.3.5 Abbruchreaktion .....	14
2.3.6 Harze, Schlämme und Säuren als Oxidationsprodukte .....	16
2.3.7 Katalytischer Einfluß der Metallionen und Metalloberflächen .....	17
2.3.8 Induktionsperiode .....	20
2.4 Antioxidantien.....	22
2.5 Lumineszenz .....	29
2.5.1 Fluoreszenz.....	30
2.5.2 Phosphoreszenz .....	31
2.5.3 Chemilumineszenz.....	32
2.5.4 Chemilumineszenz bei der Autoxidation von Kohlenwasserstoffen.....	34
2.5.5 Fluorophore .....	40
2.6 Meßverfahren zur Bestimmung der Alterung .....	42
2.6.1 IR-Spektroskopie .....	43
2.6.2 Differential Scanning Calorimetrie (DSC) .....	46
2.7 Bewertung der oxidativen Ölalterung.....	49
3 Modell zur Ölalterungssensorik mittels Chemilumineszenzmessung .....	51

3.1	Kreislauf der autokatalytischen Alterungsreaktion .....	51
3.2	Sauerstoffstimulation .....	53
3.3	Peroxidstimulation .....	54
3.4	Kontinuierliche Peroxidgehaltmessung .....	56
4	Versuchsstände, Versuchsdurchführung, Meßtechnik und Versuchsmaterialien.....	57
4.1	Versuchsaufbau zur Alterung der Öle .....	57
4.2	Referenzmeßverfahren zur Charakterisierung der Öle.....	60
4.2.1	Bestimmung der Oxidationsstabilität durch DSC Messung .....	60
4.2.2	Bestimmung der Ölalterung mittels FT-IR Messungen.....	61
4.2.3	Gehaltmessung phenolischer Antioxidantien .....	62
4.2.4	Bestimmung des Peroxidgehaltes .....	65
4.3	Chemilumineszenz Meßapparatur .....	66
4.3.1	Aufbau .....	67
4.3.2	Funktion .....	72
4.4	Meßverfahren.....	77
4.4.1	Diskontinuierlich.....	77
4.4.2	Kontinuierlich .....	77
4.5	Versuchsmaterialien.....	78
4.6	Versuchsplan .....	79
5	Ergebnisse.....	83
5.1	Chemilumineszenzmessung bei Alterungsstimulation durch Sauerstoff.....	83
5.2	Chemilumineszenzmessung der alterungsbedingten Peroxidbildung.....	88
5.3	Effizienzsteigerung durch Fluorophore .....	102
5.4	Bestimmung der Wirkkonzentration an Antioxidantien mittels Chemilumineszenz.....	105
6	Technische Folgerungen und Ausblick.....	115
6.1	Online-Sensor zur Überwachung des Ölzustandes .....	116
6.2	Meßgerät zur Bestimmung des antioxidativen Widerstandsvermögens von Ölen .....	116
7	Literaturverzeichnis.....	119
	Lebenslauf .....	125