

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Verzeichnis verwendeter Abkürzungen.....	IV
Zusammenfassung	1
1 Einführung und Aufgabenstellung	3
2 Schmierfette und ihre Bestandteile.....	7
2.1 Charakterisierung von Schmierfetten	7
2.2 Zusammensetzung von Schmierfetten.....	11
2.2.1 Grundöle	11
2.2.2 Eindicker.....	12
2.2.3 Additive	18
2.3 Herstellung von Schmierfetten.....	40
2.4 Alterung von Schmierfetten	42
2.5 Schmierfett-Recycling-Verfahren	44
3 Analyse der zu recycelnden Schmierfette.....	47
3.1 Probennahme und –zeitraum.....	48
3.2 Analysenmethoden	50
3.2.1 Konuspenetration gemäß DIN 51 804/ DIN ISO 2137.....	50
3.2.2 Bestimmung des Tropfpunktes	50
3.2.3 Oxidationsstabilität des Schmierfettes	51
3.2.4 Seifenanteil gemäß DIN 51 814.....	51
3.2.5 Bestimmung des Fremdstoffanteiles	52
3.2.6 FT-IR-Untersuchungen.....	53
3.2.7 NMR-Untersuchungen	53
3.2.8 AAS-Untersuchungen gemäß DIN 51 397.....	53
3.2.9 Röntgenfluoreszenzanalytische Untersuchungen	54
3.2.10 Neutralisationszahl gemäß DIN 51 809, Teil 1	54
3.2.11 DSC-Untersuchungen.....	54
3.2.12 Viskosität und Dichte	55
3.2.13 Schmierfähigkeit im Shell-Vierkugel-Apparat VKA, DIN 51 350, Teil 4.....	55
3.3 Untersuchungen am gebrauchten Schmierfett	55

3.4	Zustandsanalyse des Gebrauchttöles	61
3.5	Zustandsanalyse des Eindickers Lithium-12-hydroxystearat	70
3.6	Qualität und Quantität der Additive	78
3.7	Ergänzende Untersuchungen und Bewertung der Ergebnisse	79
3.7.1	Bestimmung der Induktionszeit des Grundöles	79
3.7.2	Charakterisierung der Produkte aus künstlichen Alterungsversuchen	81
4	Laborversuche zur Entwicklung des Aufbereitungs-Verfahrens	85
4.1	Schema zum Ablauf der Aufbereitung	85
4.2	Extraktion des Grundöles aus dem Schmierfett	87
4.3	Aufbereitung des Grundöles	88
4.4	Aufbereitung der gebrauchten Seife	91
4.5	Formulierung eines recyclichten Schmierfettes	93
5	Wiederaufbereitung von Schmierfetten	95
5.1	Versuchsstand	95
5.2	Erläuterung der Verfahrensstufen	101
5.2.1	Extraktion des Gebrauchttöles	101
5.2.2	Gewinnung der verschmutzten Seife	102
5.2.3	Reinigung der Seife	103
5.2.4	Gewinnung der gereinigten Seife	104
5.2.5	Aufreinigung des Grundöles	105
5.2.6	Rückspülung der Querstrom-Filtermodule	106
5.3	Kenndaten verwendeter Stoffe und Komponenten	107
5.3.1	Stoffdaten	107
5.3.2	Komponentendaten	107
5.4	Versuchsplan und Versuchsdurchführung	110
6	Ergebnisse	115
6.1	Optimierung der Extraktion des Grundöles aus dem Schmierfett	115
6.1.1	Querstrom-Filter und Membranen	116
6.1.2	Zyklische und kontinuierliche Operation der Grundöl-Extraktion	117
6.1.3	Verdampfer	121
6.1.4	Eigenschaften der extrahierten Grundöle	123
6.2	Optimierung der Seifen-Aufbereitung	128
6.2.1	Abdampfen des Lösemittels im Rührkessel	128

6.2.2	Bestimmung des Restölgehaltes in der Seife	129
6.2.3	Reinigung der Seifen	130
6.2.4	Abdampfen des Methanols im Rührkessel.....	131
6.2.5	Eigenschaften der gereinigten Seifen.....	132
6.3	Reinigung des Grundöles	134
6.4	Abschätzung der notwendigen Prozeß-Energien	136
6.5	Beurteilung des Trennverfahrens	139
7	Schmierfettformulierung aus den Recycling-Komponenten	141
7.1	Schmierfett-Rezeptur und Temperaturführung.....	141
7.1.1	Struktur/Eindickvermögen der aufbereiteten Seife in einem neuen Grundöl.....	142
7.1.2	Einfluß sich zersetzender Additive im Grundöl auf das Eindickverhalten.....	143
7.1.3	Einfluß von Lösemittel-Resten im Grundöl	143
7.1.4	Schmierfett-Formulierung unter Einbezug der gewonnenen Erkenntnisse	144
7.2	Qualität Massenzusammensetzung des Recycling-Fettes	145
7.2.1	Konuspenetration nach DIN 51 804, Teil 2/DIN ISO 2137	146
7.2.2	Bestimmung des Tropfpunkt	146
7.2.3	Schmierfähigkeit im Shell-Vierkugel-Apparat, VKA, DIN 51 350, Teil 4.....	147
7.2.4	Bestimmung der Oxidationsbeständigkeit	148
7.3	Bewertung der Ergebnisse	149
8	Technische Folgerungen	151
9	Literatur	155
Anlage	i