

Inhalt

Ein Buch schreibt sich nicht (von) allein.....	11
Öl kann sprechen	13
Ein Buch - unterschiedliche Leser	15
1 Was Ölanalysen erfolgreich macht	17
1.1. Die erfolgreiche Ölanalyse	18
1.1.1. Fragestellung und Prüfumfang	19
1.1.2. Probenentnahme und Versand	22
1.1.3. Das Labor	23
1.1.4. Der Laborbericht	25
1.2. Ölanalysen erfolgreich organisieren	26
1.2.1. Schmierungsprogramm nach ICML 55.1	26
1.2.2. Integration von Ölanalysen ohne spezielles Programm	27
1.2.3. Checkliste zur Beauftragung von Ölanalysen	28
2 Probenentnahme und Versand	31
2.1. Wann: Zur rechten Zeit	32
2.2. Wo: Der richtige Ort	34
2.3. Wie: Die richtige Methode	35
2.4. Wo hinein: Der geeignete Probenbehälter	37
2.5. Welche Angaben: Informationen für das Labor	38
3 Das Öl in der Maschine	41
3.1. Grundölabbau	43
3.1.1. Oxidation	44
3.1.2. Thermische Zersetzung	46
3.1.3. Hydrolyse	47
3.2. Additiv-Abbau	47
3.2.1. Antioxidantien	49
3.2.2. Neutralisatoren (alkalische Reserve)	51
3.2.3. Detergent-/Dispersants	52
3.2.4. Verschleißschutz	52
3.2.5. VI-Verbesserer	53
3.2.6. Anti-Schaum-Zusätze	53

3.3.	Verunreinigungen	54
3.3.1.	Feste Verunreinigungen	55
3.3.2.	Luft im Öl	56
3.3.3.	Wasser	59
3.3.4.	Kraftstoff im Öl	61
3.3.5.	Soft Contaminants	61
3.4.	Schmierfähigkeit	61
4	Prüfverfahren	63
4.1	Prüfverfahren kurz und bündig	64
4.2.	Basisanalyse	72
4.2.1.	Elementanalyse	72
4.2.2.	PQ-Index	75
4.2.3.	Infrarot-Spektroskopie	76
4.2.4.	Viskosität und Viskositätsindex	80
4.2.5.	Visuelle Beurteilung	85
4.3.	Säuren und Basen	86
4.3.1.	pH-Wert	86
4.3.2.	Säurezahl (Neutralisationszahl, Acid Number AN)	87
4.3.3.	Strong Acid Number (SAN) und ipH-Wert	90
4.3.4.	Basenzahl (BN)	92
4.3.5.	Reservealkalität	95
4.4.	Partikel in Schmierölen und Hydraulikflüssigkeiten	95
4.4.1.	Reinheitsklassen	97
4.4.2.	Beschreibung wichtiger Prüfverfahren	101
4.5.	Flüssige Verunreinigungen	106
4.5.1.	Wasser	106
4.5.2.	Wasserabscheidevermögen (Dampfbehandlung)	112
4.5.3.	Wasserabscheidevermögen (Demulgiervermögen)	113
4.5.4.	Kraftstoffgehalt	114
4.5.5.	Frostschutzmitteleintrag	115
4.6.	Luft im Öl	116
4.6.1.	Luftabscheidevermögen	117
4.6.2.	Schaumverhalten	118
4.7.	Verfahren zur erweiterten Beurteilung des Ölzustands	119
4.7.1.	RULER-Test	121
4.7.2.	RPVOT-Test	123
4.7.3.	MPC-Test	124
4.7.4.	Flammpunkt	125
4.7.5.	Koksrückstand nach Conradson	126

4.7.6.	Farbzahl	127
4.7.7.	Dispergiervermögen	128
4.8.	Prüfverfahren für Isolierflüssigkeiten	129
4.8.1.	Durchschlagspannung	129
4.8.2.	Dielektrischer Verlustfaktor	130
4.8.3.	Grenzflächenspannung	131
4.8.4.	Gas-in-Öl-Analyse (DGA)	131
4.8.5.	Furfurol-Gehalt / Furane	133
4.8.6.	PCB-Gehalt	135
5	Prüfverfahren für Schmierfette im Überblick	137
5.1.	Prüfverfahren für Schmierfette kurz und bündig	137
5.2.	Beschreibung einzelner Prüfverfahren für Schmierfette	140
5.2.1.	Elementanalyse	140
5.2.2.	PQ-Index	142
5.2.3.	IR-Spektroskopie	142
5.2.4.	Wassergehalt	144
5.2.5.	Tropfpunkt	144
5.2.6.	Penetration und Konsistenzklasse	145
5.2.7.	Scherviskosität	149
5.2.8.	Ausblutverhalten („Restölgehalt“ mittels Siemens-Ring)	150
5.2.9.	Säurezahl AN	151
5.2.10.	Sulfatasche	151
5.2.11.	RULER	152
5.2.12.	Verunreinigungen (Visuelle Prüfung)	153
5.2.13.	Analytische Ferrographie	153
5.2.14.	Ölabscheidung	154
6	Analysen zur Überwachung von Kühlerfrostschutzmitteln	155
6.1.	Prüfverfahren für Kühlerfrostschutzmittel kurz und bündig	155
6.2.	Beschreibung einzelner Prüfverfahren für Kühlerfrostschutzmittel	157
6.2.1.	Brechungsindex	157
6.2.2.	Dichte	158
6.2.3.	Elementanalyse (ICP)	158
6.2.4.	Gehalt organischer Säuren (HPLC)	159
6.2.5.	Anionen-Gehalt (IC)	160
6.2.6.	pH-Wert	161
6.2.7.	Reserve-Alkalität	162
6.2.8.	Visuelle Kontrolle	163
7	Bewertung von Analyse-Ergebnissen	165
7.1.	Vorgehensweise	166

7.2.	Grenzwerte (Limitwerte)	168
7.2.1.	Typen von Grenzwerten	169
7.2.2.	Besonderheiten verschiedener Öl-Typen	171
7.2.3.	Muster-Erkennung	172
7.3.	Grenzwerte gewinnen	173
7.4.	Grenzwert-Beispiele für verschiedenen Anwendungen	174
7.4.1.	Hydrauliköl einer Spritzgießmaschine	175
7.4.2.	Hydrauliköl einer Umformpresse	176
7.4.3.	Konventionelles Hydrauliköl eines Mobilbaggers	177
7.4.4.	Bio-Hydrauliköl eines Mobilbaggers	178
7.4.5.	Getriebes des Hauptgetriebes einer Windkraftanlage	179
7.4.6.	Schneckengetriebe einer Kollermühle	180
7.4.7.	Getriebeöl des Achsgetriebes eines Radladers	181
7.4.8.	Getriebeöl des Endantriebs einer Planierdrape oder eines Baggers	182
7.4.9.	Motorenöl des Dieselmotors eines Radladers	183
7.4.10.	Motorenöl des Dieselmotors eines LKW im Fernverkehr	184
7.4.11.	Motorenöl des Dieselmotors eines Notstrom-Aggregates	185
7.4.12.	Motorenöl des Dieselmotors eines PKW	186
7.4.13.	Motorenöl des Ottomotors eines PKW	187
7.4.14.	Motorenöl des Bio-Gasmotors eines BHKW	188
7.4.15.	Motorenöl des Erdgas-Motors eines BHKW	189
7.4.16.	Schmieröl einer Dampfturbine	190
7.4.17.	Steuer-Hydrauliköl einer Dampfturbine	191
7.4.18.	Schmieröl eines Turboverdichters	192
7.4.19.	Schmieröl eines Schraubenverdichters zur Drucklufterzeugung	193
8	Ölanalysen praktisch	195
8.1.	Hydrauliköl eines Mobilbaggers	196
8.2.	Bio-Hydrauliköl aus einem Mobilbagger	198
8.3.	Hydrauliköl einer Spritzgießmaschine	200
8.4.	Hydrauliköl einer Umformpresse	202
8.5.	Getriebeöl des Fahrgetriebes einer Planierdrape	204
8.6.	Achsgetriebeöl eines Radladers	206
8.7.	Getriebeöl eines Rührwerk-Antriebs in der Lebensmittelproduktion ..	208
8.8.	Industriegetriebe eines Walzgerüsts	210
8.9.	Dieselmotor einer Lokomotive	212
8.10.	Dieselmotor einer Baumaschine	214
8.11.	Ottomotor eines PKW	216
8.12.	Bio-Gasmotor	218
8.13.	Erdgasmotor	220
8.14.	Schmieröl einer Dampfturbine	222

8.15.	Schmieröl einer Gasturbine	224
8.16.	Schmieröl eines Turbokompressors	226
8.17.	Schmieröl eines Luft-Schraubenkompressors	228
8.18.	Isolieröl aus einem elektrischen Leistungstransformator	230
8.19.	Kühlerfrostschutzmittel aus einem PKW-Ottomotor	232
9	Laboranalyse, Vor-Ort-Check oder Online-Sensor	235
9.1.	Online, On-Site oder In-Lab	235
9.1.1.	In-Lab-Ölüberwachung	236
9.1.2.	On-Site-Ölüberwachung	238
9.1.3.	Online-Ölüberwachung	240
9.2.	Sensor-Typen	241
9.2.1.	Partikel-Sensoren	242
9.2.2.	Wasser-Sensoren	243
9.2.3.	Ölzustands-Sensoren	244
9.3.	Online, On-Site, in-Lab: Was ist möglich	248
9.4.	Praktische Hinweise	249
9.4.1.	Welcher Kennwert soll überwacht werden	249
9.4.2.	Die zu überwachende Kenngröße im Fokus	250
9.5.	Big Data – Über den Tellerrand hinausschauen	252
9.6.	Schlussfolgerungen	253
10	Wissen von A bis Z	255
11	Verzeichnis der zitierten Standards und Normen	265
11.1.	DIN, DIN EN, DIN ISO, EN	265
11.2.	ISO	267
11.3.	ASTM	268
11.4.	Sonstige Normen	270
12	Literaturhinweise	271
12.1.	Literaturquellen	271
12.2.	Weiterführende Literatur	272
12.3.	Feedback und wie Sie auf dem Laufenden bleiben	273
	Register	
	Abbildungsverzeichnis	279
	Tabellenverzeichnis	283