



**FLENDER**  
SERVICE

*Dipl.- Chem. Mark Zundel*

*FLENDER AG Service International*

## ***Condition Monitoring am Maschinenelement Getriebeöl***

*EasyFairs INSTANDHALTUNG  
14. Und 15. Februar 2007*

*Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen*

© FLENDER AG GB Service International

---



### *Inhalt*

**FLENDER**  
SERVICE

- ***Anforderungen an Hochleistungsgetriebeöle***
- ***Zusammensetzung***
- ***Möglichkeiten der Qualitätsüberwachung***
- ***Grenzen***
- ***Neue Meßmethode durch Überwachung des Dampfraumes***
- ***Serviceerfahrungen mit der neuen Methode***
- ***Zusammenfassung***

*Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen*

© FLENDER AG GB Service International

---



## Anforderungen an Hochleistungsgetriebeöle (Auswahl)

**FLENDER SERVICE**

- Verschleißminderung und Herabsetzung des Reibungskoeffizienten
- Freßtragfähigkeit durch Aufbau eines Filmes zur Verhinderung von Metall/Metallkontakten
- Abfuhr von Wärme
- Graufleckentragfähigkeit



Bildquelle: ExxonMobil

*Grundöle alleine erfüllen diese Anforderungen nicht, sie müssen durch entsprechende Additivierung verändert werden*

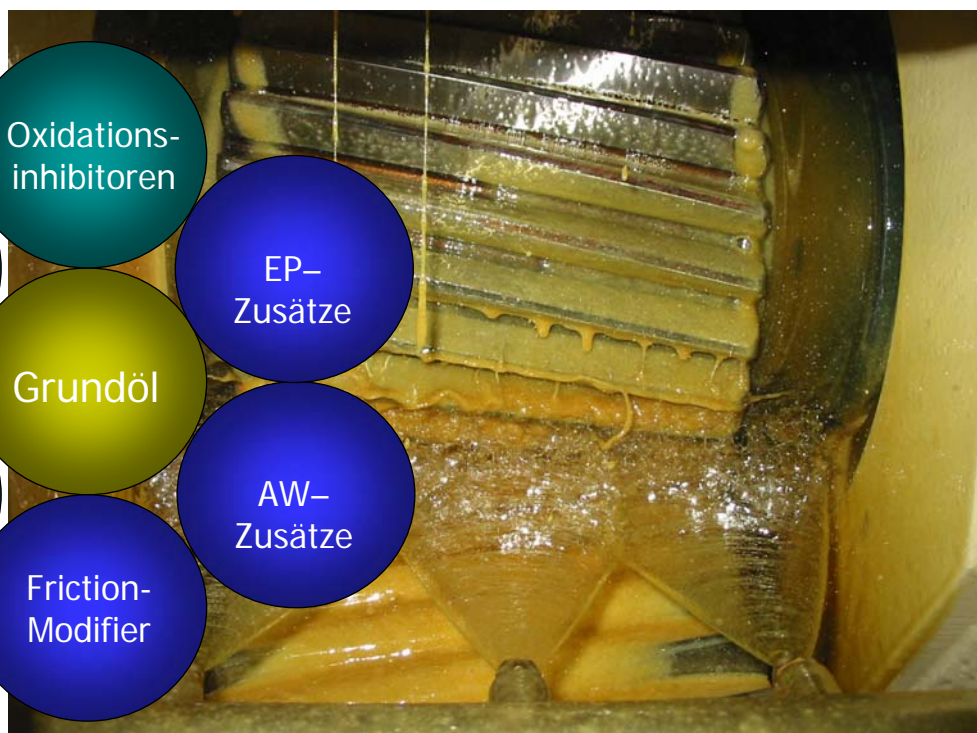
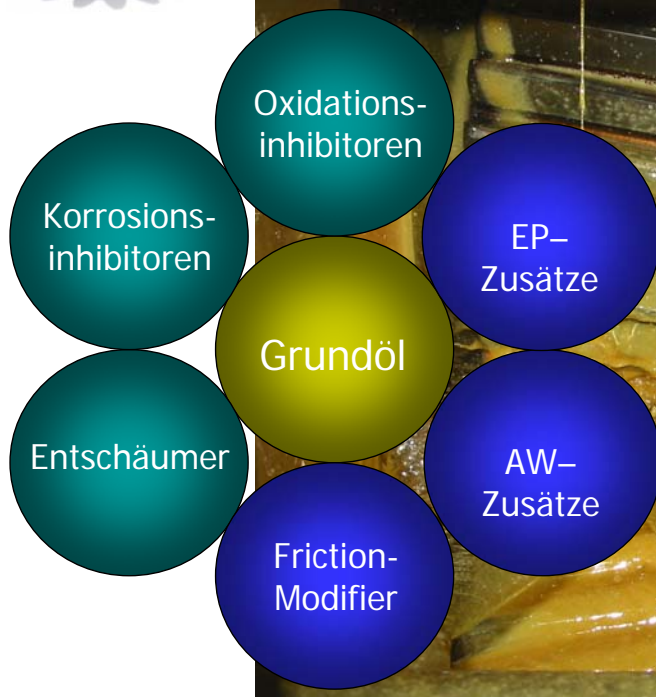
Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International



## Zusammensetzung von Hochleistungsgetriebeölen

**FLENDER SERVICE**



Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

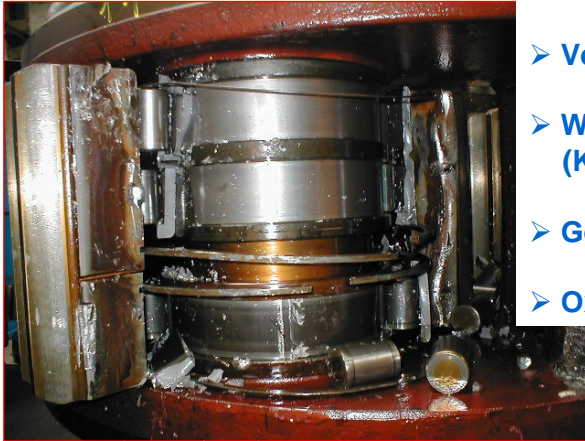
© FLENDER AG GB Service International



## Möglichkeiten der Ölqualitätsüberwachung

**FLENDER**  
SERVICE

- Viskosität
- Neutralisationszahl NZ nach DIN 51 558
- Verseifungszahl VZ nach DIN 51 559
- Wassergehalt nach DIN 51 777 (Karl-Fischer-Bestimmung)
- Gehalt an Additivmetallen und Zusätzen
- Oxidation über Infrarotspektroskopie



*Alle Untersuchungsmethoden erfordern eine Ölprobe mit anschließender Laboruntersuchung*

Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International



## Grenzwerte für Alterungsparameter

**FLENDER**  
SERVICE

Parameter	Grenzwert
Viskosität	max. $\pm 15$ % des Ausgangswertes
Abfall des Viskositätsindexes	max. 20 % des Ausgangswertes
Verseifungszahl VZ	max. 5 mg KOH / g
Neutralisationszahl NZ	max. 3 mg KOH / g
Additivelemente aus Tabelle 2	max. $\pm 20$ %
Verschleißmetalle	siehe Tabelle 1
Wassergehalt	max. 0,2 %

Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International



## Grenzwerte für Abriebmetalle

**FLENDER**  
SERVICE

Metall	Mögliches Vorkommen in Getrieben	Grenzwerte in mg/kg (ppm) für		
		Mobile Industrie-getriebe	Stationäre Industrie-getriebe	Schnecken-getriebe
Eisen (Fe)	Zahnräder, Wälzlager, Ölpumpe, Führungen, Gussgehäuse, Rohrleitungen, Schweißrückstände	15 - 850	50 - 1500	10 - 220
Chrom (Cr)	Wälzlager, Lamellenkupplungen, Legierungsbestandteil (hochfeste Zahnräder)	2 - 40	4 - 60	2 - 35
Aluminium (Al)	Schneckenräder (Alubronze), Kupplungen, Ölpumpen, Reibbelag von Kupplungen oder Bremsen	5 - 250	8 - 300	5 - 600
Kupfer (Cu)	Schneckenräder (Bronze), Gleitlager, Wälzlagerkäfig, Kupplungsbeläge, Rohrleitungen, Ölkühler, Synchronringe, Dichtringe	10 - 180	5 - 360	5 - 600
Blei (Pb)	Gleitlager-Laufsicht, Bronzeabrieb, Synchronringe, bei alten Ölen selten auch EP-Additiv	3 - 80	6 - 145	15 - 90
Zinn (Sn)	Gleitlager, Beschichtungen, Lötstellen, bei Esterölen Ölbestandteil	2 - 40	2 - 60	2 - 35
Nickel (Ni)	Zahnräder, Legierungsbestandteil von Spezialstahl, hochfeste Zahnräder	2 - 25	2 - 35	2 - 15
Molybdän (Mo)	Synchronringe, EP-, AW-Zusätze auf molybdänorganischer Basis, MoS <sub>2</sub> Zusätze, Sonderstähle	3 - 500	10 - 500	5 - 25
Zink (Zn)	Stützkern von Filtern, verzinkte Rohrleitungen, Farbanstriche, Additive auf zinkorganischer Basis	15 - 400	18 - 450	40 - 600

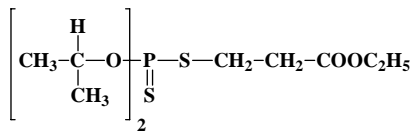
Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International

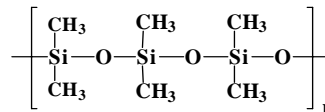


## Die Bestimmung von Additiven ist entscheidend

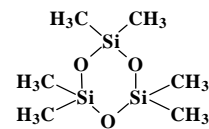
**FLENDER**  
SERVICE



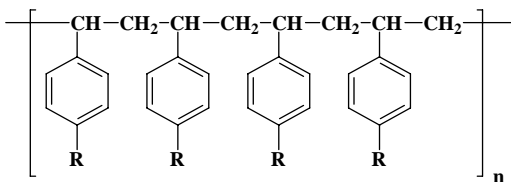
Dithiophosphat (ADTP) (EP/AW Zusatz)



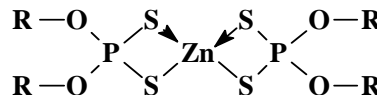
Polymethylsiloxan (Entschäumer)



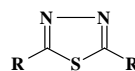
cyclisches Methylsiloxan



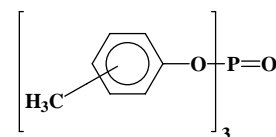
alkylierter Polystyrole (Pour Point Verbesserer)



Grundstruktur der Zink-Dialkyldithiophosphate (EP/AW Zusatz)



substituiertes 1,3,4-Thiadiazol (EP/AW Zusatz)



Tricresylphosphat (TCP) (EP/AW Zusatz)

**Der Gehalt an Additivelementen lässt sich zwar, wie der Gehalt an Fremdstoffen, über spektroskopische Methoden bestimmen, es lassen sich aber keine Aussagen über die Wirksamkeit der Additivierung machen**

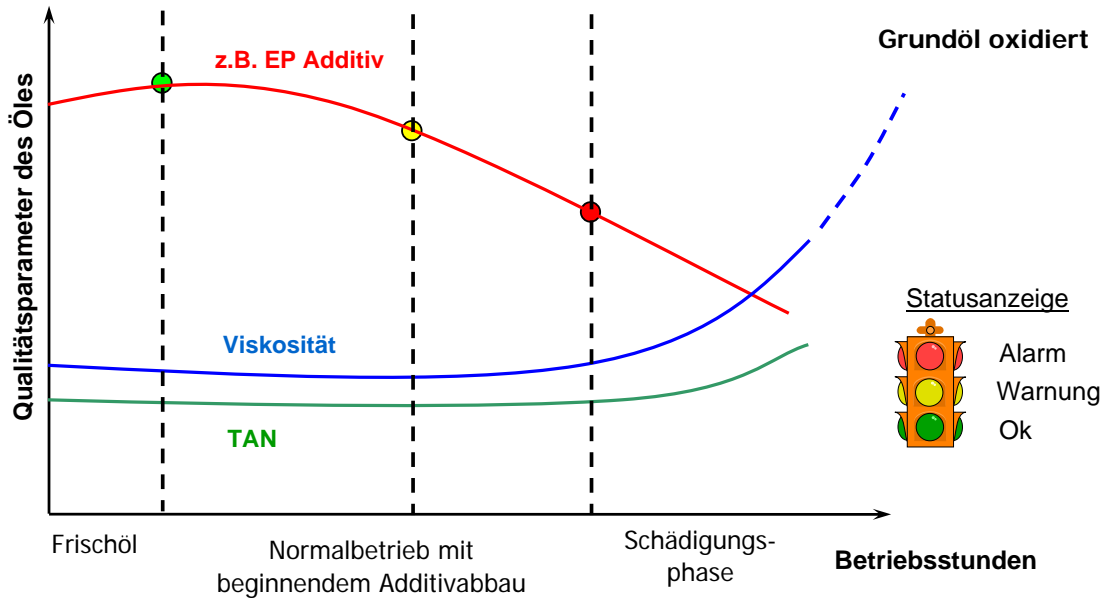
Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International



## Qualitativer Verlauf von Ölparametern

**FLENDER**  
SERVICE



Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International



## Bestimmung der Frische durch Riechen

**FLENDER**  
SERVICE

**Der Geruch von Getriebeölen verändert sich mit der Zeit –  
altes Öl riecht anders als Frischöl**



*Was man riechen kann,  
kann man auch messen !*



Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

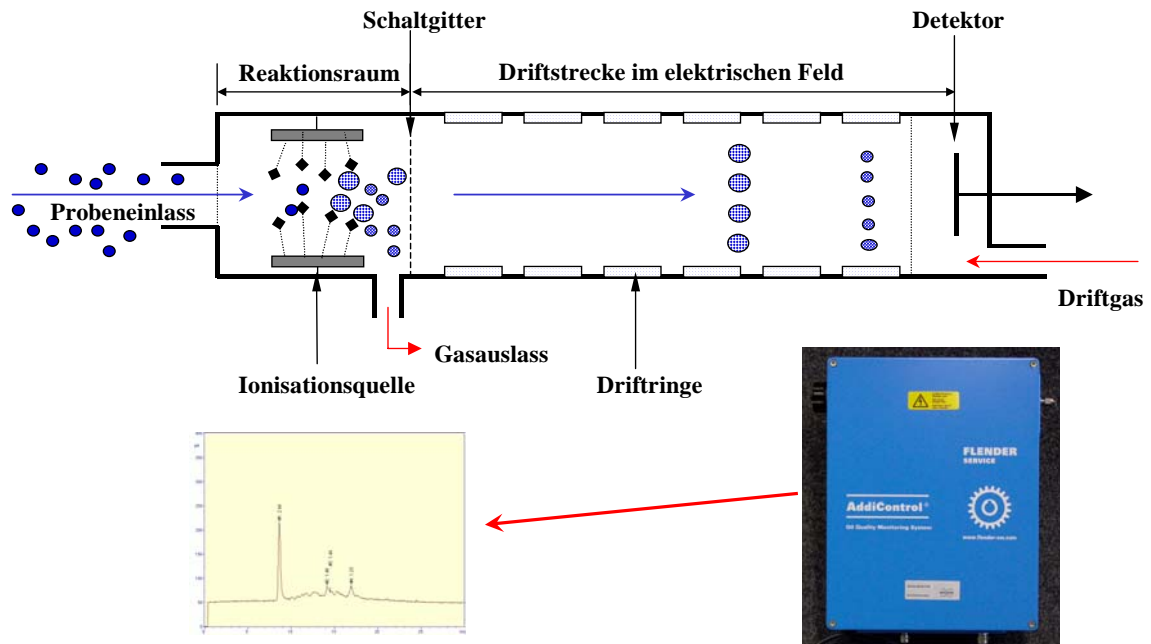
© FLENDER AG GB Service International





# Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS)

**FLENDER SERVICE**



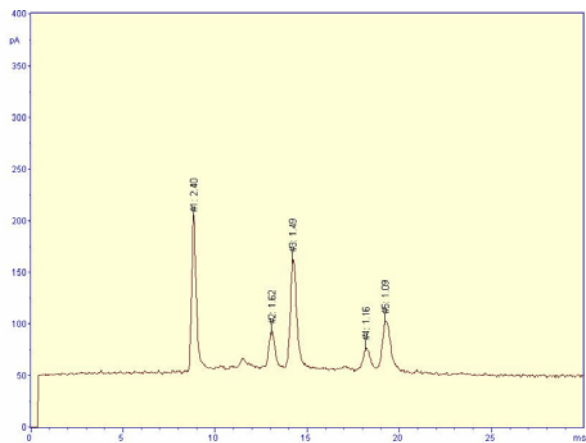
Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International

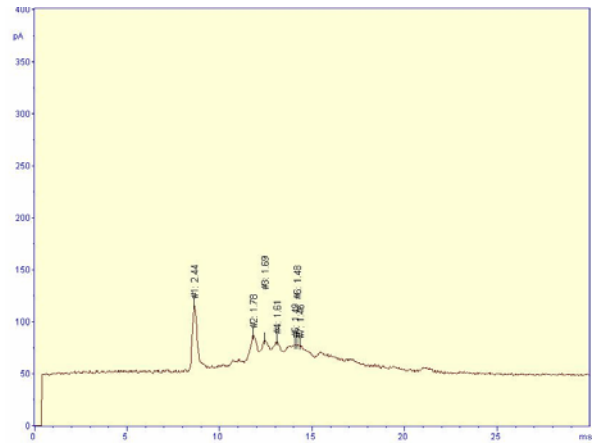


# Verschiedene Neuöle verschiedener Hersteller

**FLENDER SERVICE**



Poly-alpha-Olefin Hersteller A



Poly-alpha-Olefin, Hersteller B

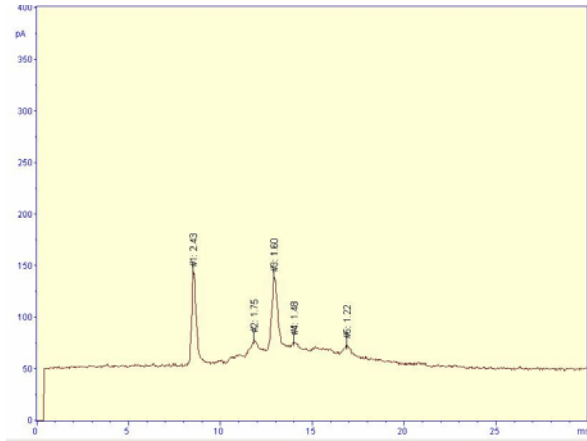
Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International

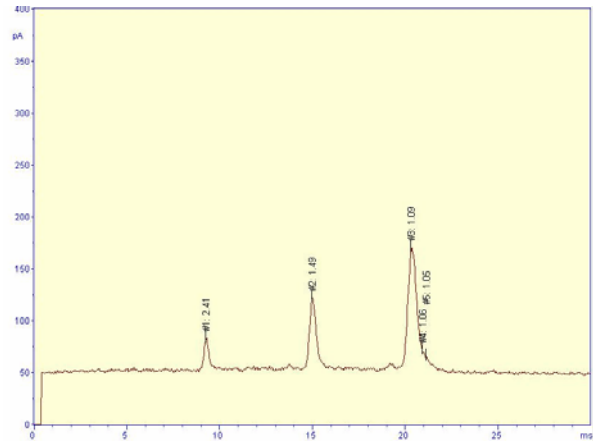


## Verschiedene Neuöle verschiedener Hersteller

**FLENDER  
SERVICE**



Mineralisch, Hersteller A



Mineralisch, Hersteller B

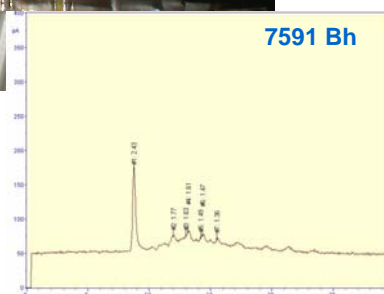
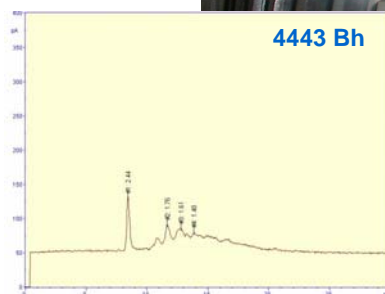
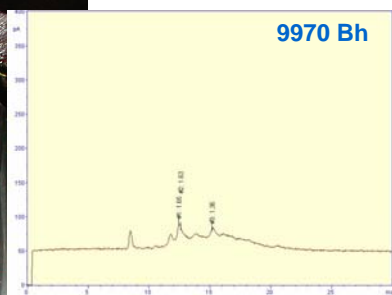
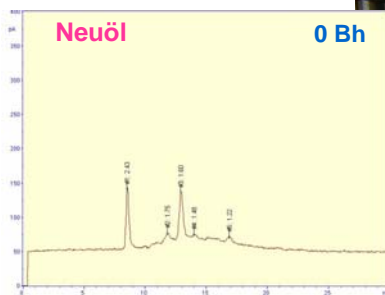
Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International



## Serviceerfahrung: Verfolgung der Ölalterung während des Gebrauches

**FLENDER  
SERVICE**



Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

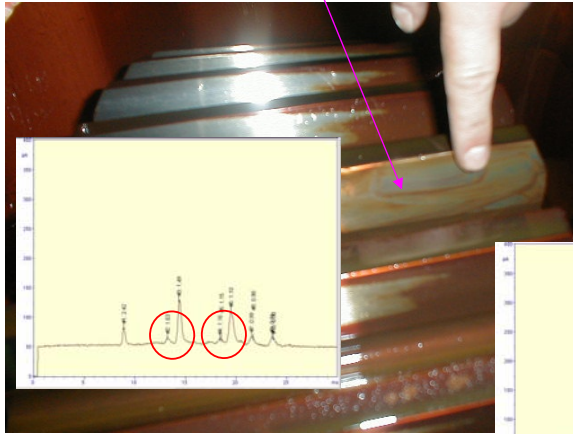
© FLENDER AG GB Service International



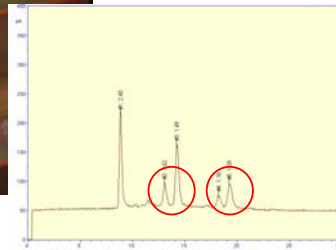
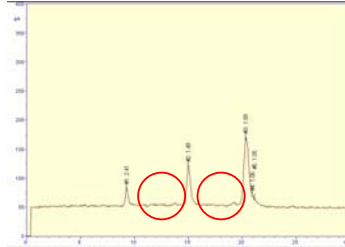
# Serviceerfahrung: Vermischung zweier Ölarten

**FLENDER**  
SERVICE

Ablagerung lässt Ölvermischung vermuten



Spektrum des Reinöles I



Spektrum des Reinöles II

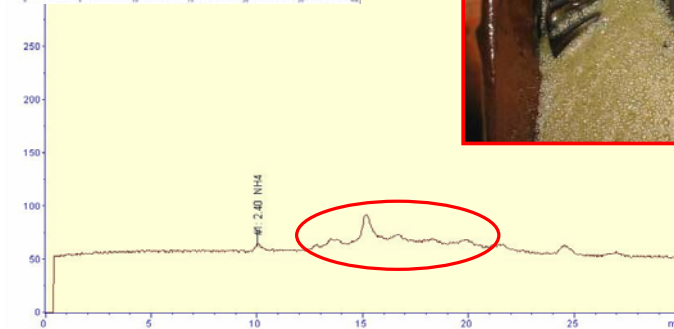
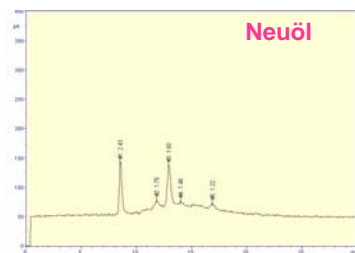
Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International



# Serviceerfahrung: Öle mit sehr langen Standzeiten

**FLENDER**  
SERVICE



Letzter Ölwechsel 1987 – Spektrum arm an Signalen

Spektrum lässt stark geschädigtes Öl vermuten

Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

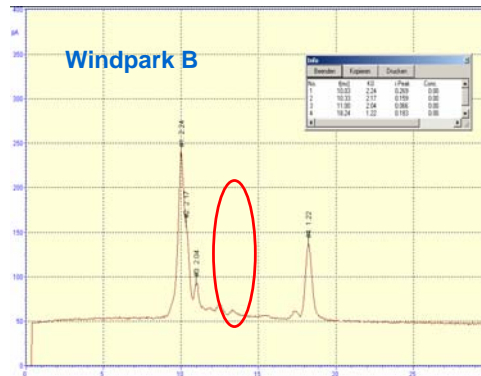
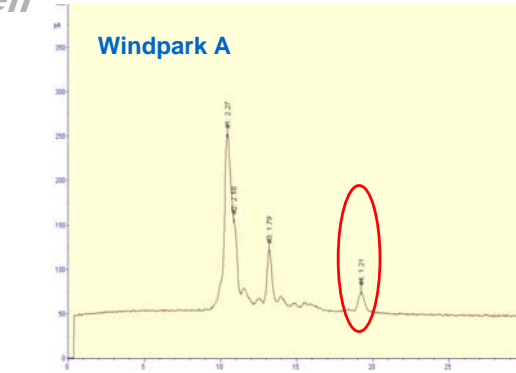
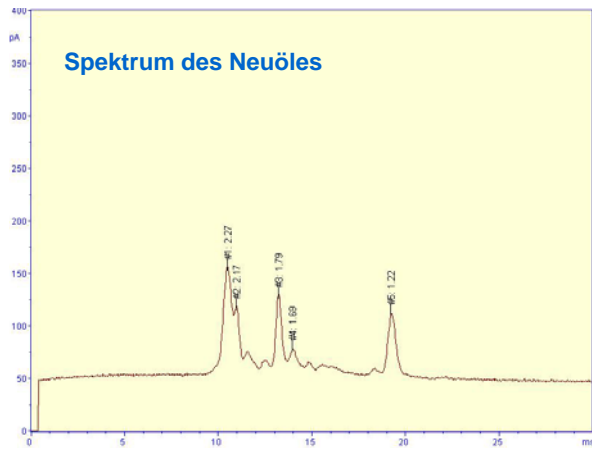
© FLENDER AG GB Service International





*Serviceerfahrung: Additive  
verbrauchen im Einsatz unterschiedlich  
schnell*

**FLENDER  
SERVICE**



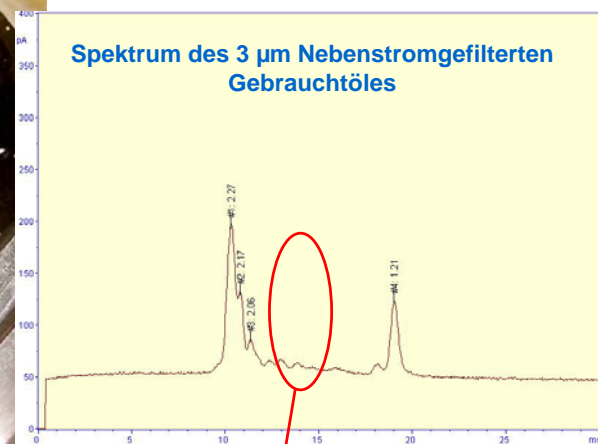
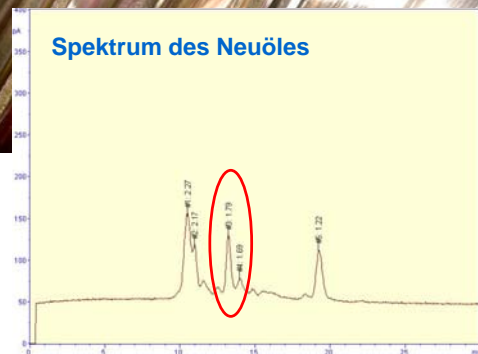
Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International



*Serviceerfahrung:  
Additivauswaschung durch 3 µm  
Nebenstromfilterung*

**FLENDER  
SERVICE**



**Zu feine Nebenstromfilter führen  
offenbar zu Additivauswaschungen**

Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

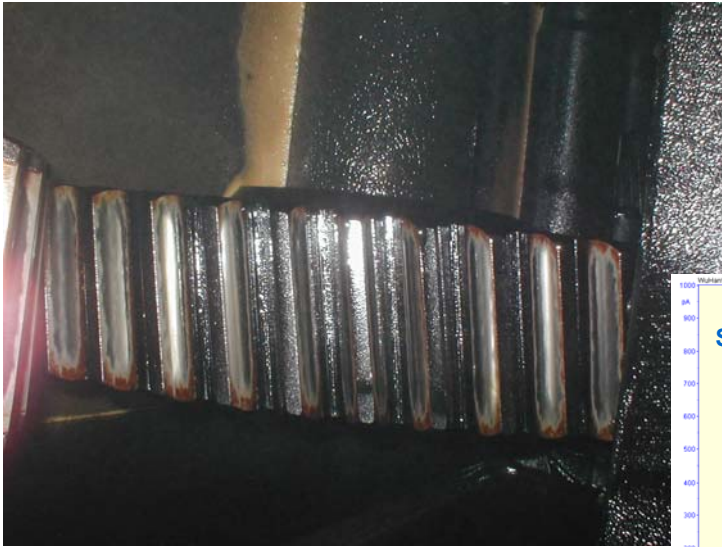
© FLENDER AG GB Service International



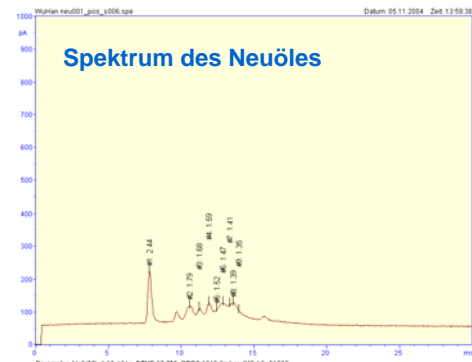
*Kontinuierliche Ölüberwachung kann schwere Schäden verhindern*

**FLENDER  
SERVICE**

**Stark verbranntes Öl in einem Gießkrangetriebe**



**Die Ölsumpfemperatur am Messtag betrug 75°C !!**



Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International



*Zusammenfassung*

**FLENDER  
SERVICE**

- *Hochleistungsgetriebeöle unterschiedlicher Hersteller lassen sich mit AddiControl® eindeutig unterscheiden.*
- *Gebrauchtöle lassen sich von Neuölen und in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer unterscheiden.*
- *Mit Hilfe von AddiControl® lassen sich Ölalterungsparameter und andere Zustandgrößen kontinuierlich und ferngesteuert bestimmen.*
- *Ölwechsel lassen sich zustandsorientiert ausführen*

Mark Zundel: Condition Monitoring an Getriebeölen

© FLENDER AG GB Service International