

*Klausur*

5.1.1942

A u s z u g

aus dem Schreiben des Benzol-Verbandes, Böchum, vom 25.6.41 betr. "Einsatz von Versuchs-Syntheseölen für schmiertechnische Sonderfälle in der Industrie."

pp..

1.) Arbeitsflüssigkeit für hydrodynamische, sogen. Turbo-Getriebe.

Eine möglichst niedrige Viskosität ist erwünscht, weil dadurch der Wirkungsgrad dieser Betriebe noch wesentlich verbessert werden kann. Von den im Laufe mehrerer Jahre bisher erprobten Ölen hat sich das durch die nachstehend aufgeführte Viskositäts-Charakteristik gekennzeichnete bis jetzt am besten bewährt:

*Öl mit  
VPH = 1,55  
= 1,75 voll  
flüssig  
wird  
evtl. Kgw  
Fol.*

Temp. (°C)	VPH	Viskosität (°E)
20	1,55	ca. 2,6°E
50	1,55	" 1,6°E
100	1,55	" 1,16°E

In Anbetracht dessen, daß diese Getriebe im Beharrungszustand normalerweise eine Temperatur von ca. 80°C annehmen, ist man auf der Suche nach einem Öl, das bei dieser Temperatur, also 80°C, die Viskosität 1,15°E nicht überschreitet. Außerdem werden an das Öl folgende Anforderungen gestellt:

Die Viskositäts-Polhöhe soll möglichst niedrig und das Kälteverhalten möglichst vorteilhaft sein, damit während aller Betriebszustände aus dem kalten Zustand heraus bis zu den höchsten vorkommenden Temperaturen (im allgemeinen 120°C, u.U. jedoch auch ca. 150°C) ein möglichst gleichbleibender Wirkungsgrad der Getriebe gewährleistet ist. Da diese Getriebe hauptsächlich in Fahrzeuge eingebaut werden ist ein möglichst tiefliegender Stockpunkt von wesentlicher Bedeutung.

Auf gute Schmiereigenschaften muß deswegen besonderer Wert gelegt werden, weil das Öl in diesem Fall nicht nur als Arbeitsflüssigkeit für das Getriebe dient, sondern außerdem auch als Schmiermittel für ein mit dem Turbo-Getriebe verbundenes hochbeanspruchtes Zahnradgetriebe und die in dem Turbo-Getriebe vorhandenen Wälzlager.

Ferner ist es erforderlich, daß das Öl bei allen Temperaturen möglichst schaumfrei bleibt, weil stark zum Schäumen neigende Öle eine ungenügende Fahrleistung der mit diesen Turbo-Getrieben ausgerüsteten Fahrzeuge verursachen.-

Von ausschlaggebender Bedeutung ist außerdem noch eine möglichst hohe Alterungsbeständigkeit, insbesondere Widerstandsfähigkeit gegen Schlammausfällung und Verdickung, weil der Wirkungsgrad mit zunehmender Ölviskosität stark absinken würde und ausfallender Ölschlamm erfahrungsgemäß sehr bald die Ölkühler verlegt. Zu Ihrer näheren Unterrichtung weisen wir in diesem Zusammenhang darauf hin, daß das Öl in mehr oder weniger stark ausgeprägter Berührung mit Luft mit sehr großen Geschwindigkeiten umläuft, also neben der bereits behandelten thermischen auch einer hohen oxydativen Beanspruchung unterworfen wird.-

Schließlich sollte das Öl einen möglichst hohen Flammpunkt besitzen bzw. widerstandsfähig gegen Verdampfung sein wegen der sich andernfalls einstellenden zu hohen Ölverluste.-

pp.....

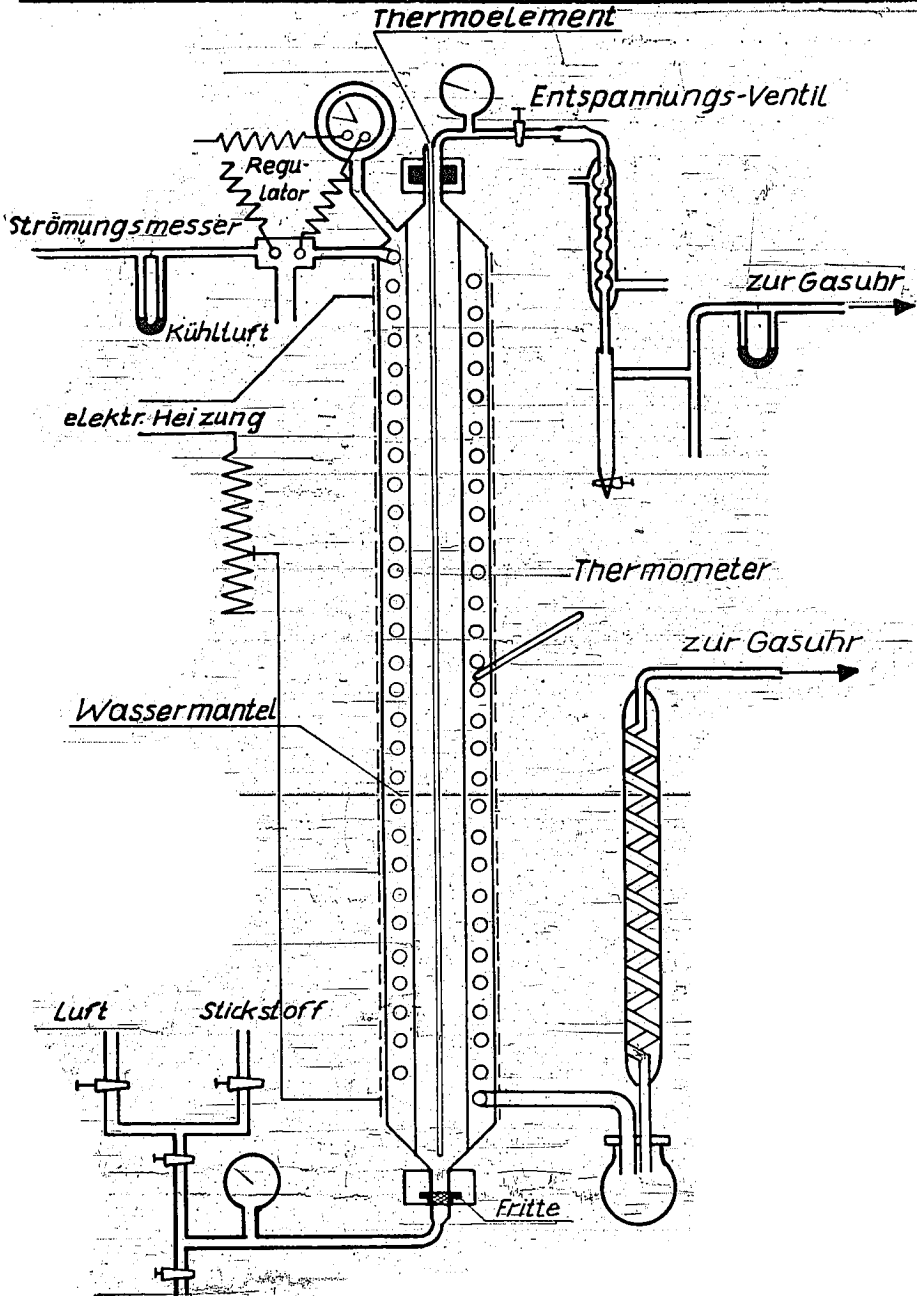
-----gez. Kretschmann.-----gez. Burgdorf.-----

Anlagerung und Substitution des Chlors bei Olefinen.

I. Gavut, Bukarest.

Die Anlagerung von Chlor an Olefine unter Vermeidung der Substitution ist seit jeher ein wissenschaftlich und technisch wichtiges Problem. Nach kurzer Besprechung einschlägiger Literatur beschreibt der Verfasser seine eigenen Versuche. (Abb. der Apparatur), die im Übrigen als wenig bedeutend bezeichnet werden dürfen. Untersucht wurde die Chlorierung des Äthylens, Propylens, eines Äthylen-Propylen-Gemisches und ferner der Butylens. Als Katalysatoren wurden verwendet: 1. Bimsstein. 2. Titanoxydniederschlag auf Bimsstein, 3. Eisenhaltiger Bauxit in Pulverform auf Bimsstein. (Bauzeit ist bereits bekannt) 4. Gekörnter Bauxit in Erbsenkorngroße. Der angewandte Bauxit enthielt u. a. rund 29 %  $Fe_2O_3$ , 52 %  $Al_2O_3$  und 2,5 %  $TiO_2$ . Der Kontakt befand sich in dem Innenrohr eines senkrecht stehenden Kühlers, der mit Wasser oder Mineralöl temperiert wurde. Die Kontakte 1 und 2 ergaben bei niederen Temperaturen ( $12^\circ$ ) nur Ausbeuten bis 66 % Dichloräthan, daneben höhere Chlorierungsprodukte. Bei erhöhter Temperatur vermehrten sich die Substitutionsprodukte, u. a. entstand 1, 1, 2 - Trichloräthan mit 46iger Ausbeute. Die Kontakte 3 und 4 bildeten bei tieferen Temperaturen höhere Chlorierungsprodukte, während bei  $55 - 65^\circ$  Ausbeuten von 90-95 % Dichloräthan erzielt wurden. Die Gaseschwindigkeit (KW-stoff + Chlor) konnte bei dieser Besttemperatur bis auf 40 l/Stunde erhöht werden. Bei der Chlorierung von Propylen, ebenfalls über Bauxite wurden bei  $100 - 115^\circ$  und Stundendurchsätzen von 18 bis 20 l Ausbeuten von 85-90 % Dichlorpropan erhalten. Das Gemisch Äthylen - Propylen reagierte über Bauxit zwischen  $70$  und  $80^\circ$  ( $18-20$  l/Stunde) und ergab bis zu 55 % Dichloräthan und Dichlorpropan neben 30 % höheren Chlorierungsprodukten. Bei  $95 - 105^\circ$  entstanden 90 % Dichloräthan und -propan bei nur 9 % höher chlorierten Produkten. Aus dem Gemisch von  $\alpha$ - und  $\beta$ -Butylen (aus n-Butylalkohol bei  $250^\circ$  mit Phosphorsäure-Trägerkontakt erhalten) wurden bei  $105 - 115^\circ$  und 15 l/Stunde 9 % 2,2-Dichlorbutan, 70 % 1,2-Dichlor- und 2,3-Dichlorbutan sowie 11 % höhere Chlorprodukte erhalten bei einer Rohausbeute von 85 - 90 %. Die Bildung von 2,2-Dichlorbutan wird erklärt durch die Anlagerung eines Moleküls HCl und Chlorierung des entstandenen 2-Chlorbutans an dem bereits chlorhaltigen C-Atom.

Bemerkung:



Füll- u. Ablassstutzen

Abschrift

12.1.43

St. 6o 284 IVd/12o, 1/01

Erfinder: Dr. Herbert Kölbel und Dr. Albert Meusel, Moers  
Anmelder: Steinkohlenbergwerk Rheinpreussen, Homberg/Ndrrh

" Verfahren zur Herstellung von Schmierölen".

Patentansprüche

- 1) Verfahren zur Herstellung von Schmierölen durch Polymerisation bzw. Kondensation von ungesättigten und bzw. oder chlorierten gesättigten Kohlenwasserstoffen unter sich oder mit aromatischen Kohlenwasserstoffen in Gegenwart von Flussäure, gekennzeichnet durch die Verwendung von aliphatischen Kohlenwasserstoffen mit mehr als 6 Kohlenstoffatomen als Ausgangsstoffe und zwar vorzugsweise solchen Kohlenwasserstoffen, wie sie bei der Kohlenoxydhydrierung erhalten werden.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1), dadurch gekennzeichnet, dass in Gegenwart von Schwerbenzin der Kohlenoxydhydrierung vom Siedebereich 150-220 als Lösungsmittel gearbeitet wird.

Eine Verwendung von höheren Olefinen oder Paraffinen mit mehr als 6 Kohlenstoffatomen ist für eine Kondensation mit Fluorwasserstoff bisher nicht bekannt geworden. Eine Eignung dieser höheren Kohlenwasserstoffe zur Kondensation mit Fluorwasserstoff war wegen der geringen Reaktionsfreudigkeit und der damit verbundenen höheren Akti-  
./.

vierungsenergie auch durchaus nicht zu erwarten.

Die Herstellung von Schmierölen aus aliph. Kwst. mit  $> 6$  C-Atomen ist unter Verwendung der hierfür bisher als allein geeignet angesehenen Katalysatoren wie  $AlCl_3$ ,  $AlBr_3$ , aktiv. Al und  $BF_3$  bekannt. Man stellt sich den Reaktionsverlauf bei der Friedel-Crafts'schen Reaktion etwa so vor, dass sich zunächst eine Anlagerungsverbindung, die sogenannte Doppelverbindung aus beispielsweise  $AlCl_3$  und der aromatischen bzw. aliph. Komponente bildet, die dann die eigentliche Kondensation katalysiert. Die Bildung dieser Doppelverbindung erfolgt bei der Schmierölsynthese auf Kosten der Schmierölausbeute.

Im Gegensatz zu den bisherigen Anschauungen über den Verlauf von Kondensationsreaktionen, kommt die Schmierölkondensation in Gegenwart des Fluorwasserstoff-Katalysators in überraschender Weise auch ohne vorhergehende Bildung einer Doppelverbindung zustande. Diese nicht zu erwartende Feststellung ist von grosser Bedeutung für die wirtschaftliche Durchführung der Schmierölsynthese, da mit Fortfall der Doppelbindung die Schmierölausbeute ansteigt.

4) Schluss.

Die Versuche mit  $P_2O_5$  zeigen, dass es möglich ist, unter geeigneten Bedingungen den Polymerisationsvorgang bei Olefinen mit der Grössenordnung  $C_7 - C_{12}$  zu verfolgen. Wenn auch die Konstitutionsrichtung der Zwischenprodukte nicht nicht restlos möglich war, so lassen doch Daten der erhaltenen Dimeren und Trimeren und ihr Verhalten beim Ozonabbau erkennen, dass es sich hier um stark verzweigte Olefine handeln muss.

Cl./Fk.

Aus: Franz Krozil, Handbuch der Polymerisationstechnik Band IISeite 552: Darstellung von synthetischen Schmierölen.

Während bei der Herstellung von Polymerbenzin die Polymerisation der Olefine in der Richtung verzweigter KW-stoffe mit kleineren Molekülen gelenkt werden muss, ist es bei der Bildung synthetischer Schmieröle notwendig, aus den Olefinen KW-stoffkomplexe mit hohem Molekulargewicht aufzubauen, die aus möglichst langkettigen Molekülen bestehen. Nach Versuchen sind nämlich die Schmiereigenschaften eines Öles umso schlechter, je verzweigter die Kohlenstoffkette ist. Auch wurde gefunden, dass die langkettigen KW-stoffe bessere Schmieröle darstellen, als die Cycloparaffine, -Olefine und -Aromaten. Die erzeugten gradkettigen Komplexe sollen grossmolekular sein, da die Viscosität eines Schmieröles eine Funktion der Länge der graden Ketten im Molekül ist.

S. 572: Darstellung aus dehydrierten Paraffin-KW-stoffen.

Die zur Herstellung von Schmierölen erforderlichen Olefine lassen sich auch dadurch herstellen, dass man in die gesättigten KW-stoffe Halogen z.B. Chlor einführt und aus diesen Produkten den entstandenen Halogenwasserstoff wieder abspaltet. Es entstehen so ungesättigte KW-stoffe (vgl. I.G. DRP. 594 167). Die erhaltenen Olefine werden mit Aluminium-, Eisen- oder Zinkchlorid, Borfluorid und oberflächenaktiven Stoffen berührt. Die Polymerisation kann in Gegenwart von Äthylen oder Spaltgasen erfolgen.

Als Ausgangsstoffe dienen Paraffine, Ceresin, Ozokerit, Montanwachs (vgl. FP. 40 042 Zus. zu FP. 702 198 I.G.). Man leitet in ein Mineralöl von der Dichte 0,780 bei 100 - 150° solange Chlor ein, bis die Gewichtszunahme 18 % beträgt. Aus diesem Produkt spaltet man durch Überleiten bei 350° über  $BaCl_2$  Chlorwasserstoff ab. Das erhaltene Öle wird dann mit 8 %  $AlCl_3$  polymerisiert.

Nach DRP. 635 338 I.G., werden die durch Einführung von Halogen in Hart- oder Weichparaffin und Halogenwasserstoffabspaltung erhaltenen Olefine mit Aluminiumchlorid, Zinkchlorid, Borfluorid, Phosphoroxichlorid, Natrium, aktiviertem Aluminium, Zinkstaub, evtl. nach Verdünnung, polymerisiert. Diesen Kontakten kann auch Zinkstaub beigeisot werden, das die Polymerisation verzögert. Z.B. 1/2 Hartparaffin vom Schmelzpunkt 60° und Dichte 0,780 bis Dichte 0,940 chloriert. Aus diesem etwa 25 %  $Cl_2$  enthaltenden Produkt wird durch Wasserdampfdestillation im Vakuum bis 360° Chlor oder Chlorwasserstoff abgespalten. Nach Entfernung des unverdünnten Paraffins mittels Schwitzprozess werden 100 Teile dieser ungesättigten KW-stoffe mit 7 Teilen  $AlCl_3$  und 7 Teilen ZnO umgesetzt. Temperatur 30 - 40°.

Die nicht polymerisierten Anteile derartiger Prozesse werden nach DRP. 594 167 I.G. mit Benzin, flüssigem Äthan, Propan oder flüssigem  $SO_2$  extrahiert.

Die zur Polymerisation benötigten hochmolekularen ungesättigten KW-stoffe lassen sich gemäss DRP 594 167 aus Paraffinen dadurch



herstellen, dass man in diese Sauerstoff einführt und diesen mittels  $P_2O_5$  oder Alkali als Wasser oder Kohlensäure wieder abspaltet (vgl. DRP. 635 338 I.G.). Auch Schwefel kann man in diese Paraffine einführen und ihn in Form von  $H_2S$  wieder abspalten.

#### S. 574: Ölherstellung aus chlorierten KW-stoffen.

Es ist nicht notwendig, die chlorierten KW-stoffe in einer gesonderten Arbeitsstufe durch Abspaltung von Salzsäure in Olefine überzuführen. Man kann sie auch direkt in Gegenwart von Katalysatoren polymerisieren. Hierbei ist Schwefelsäure als Polymerisationskontakt nicht geeignet, da die Reaktion unter  $150^\circ$  zu träge verläuft, dagegen bei hohen Temperaturen eine sehr starke Verharzung eintritt.

Nach DRP. 556 309 I.G. wird Hart- oder Weichparaffin zunächst mit Halogen behandelt und dieses halogenierte KW-stoffgemisch in Gegenwart von  $AlCl_3$ ,  $ZnCl_2$ ,  $FeCl_3$ ,  $BF_3$ ,  $POCl_3$ , akt. Al, Zinkstaub, Natrium zweckmässig in Gegenwart von oberflächenaktiven Stoffen wie Bleioherde oder Kieselgel polymerisiert. Man wendet gewöhnlichen oder erhöhten Druck an, setzt gradförmige Olefine oder Aromaten zu, bzw. fügt noch reaktionshemmende Verbindungen wie Zinkoxyd, Natriumkarbonat, Kalziumkarbonat oder Mineralöl zu. Z.B. wird ein Weichparaffin, Schmelzpunkt  $40^\circ$ , bei  $50 - 60^\circ$  bis zu einer Gewichtsabnahme von 15 % mit Chlor behandelt. 100 Teile dieses chlorierten Paraffins werden mit 10 Teilen Naphthalin, 7 Teilen  $AlCl_3$ , 5 Teilen  $ZnO$  und 100 Teilen Mittelöl als Verdünnungsmittel polymerisiert.

Beispiel 2: 100 Teile chloriertes Weichparaffin mit 22 % Chlorgehalt werden unter Zugabe von 3 Teilen Zinkchlorid und 10 Teilen Blei-erde bei  $100$  bis  $230^\circ$  umgesetzt.

Zur Herstellung von hochwertigen Schmierölen kann man auch von solchen festen oder halbfesten KW-stoffen mit einer offenen Kette und einem Molekulargewicht von über 250 ausgehen, die wenigstens 13,5 - 15 %  $H_2$  auf 100 Teile C enthalten (vgl. EP. 702 198 und EP. 349 071 I.G.). Diese KW-stoffe werden halogeniert und mit den üblichen Katalysatoren umgesetzt. Als Beispiel wird eine bei  $52^\circ$  schmelzendes Braunkohlenparaffin genannt, das dann bei  $100$  bis  $150^\circ$  solange mit  $Cl_2$  behandelt wird, bis die Gewichtszunahme 12 % beträgt.

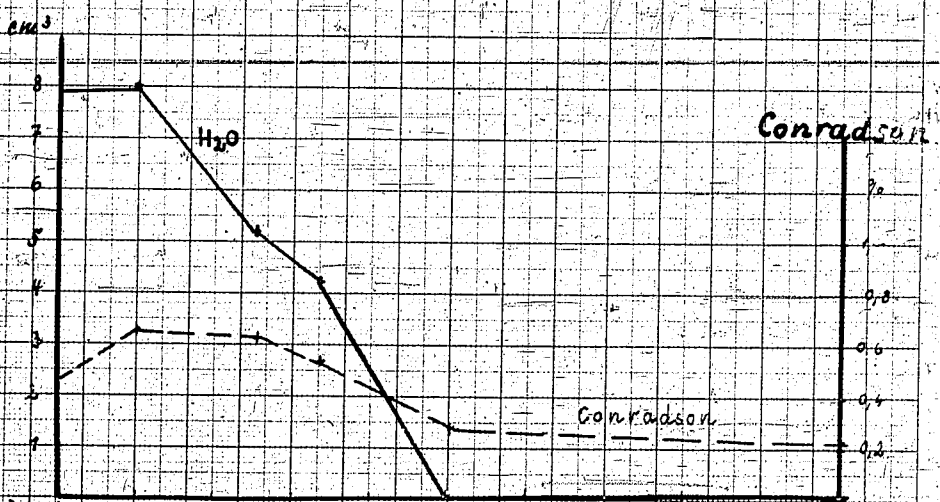
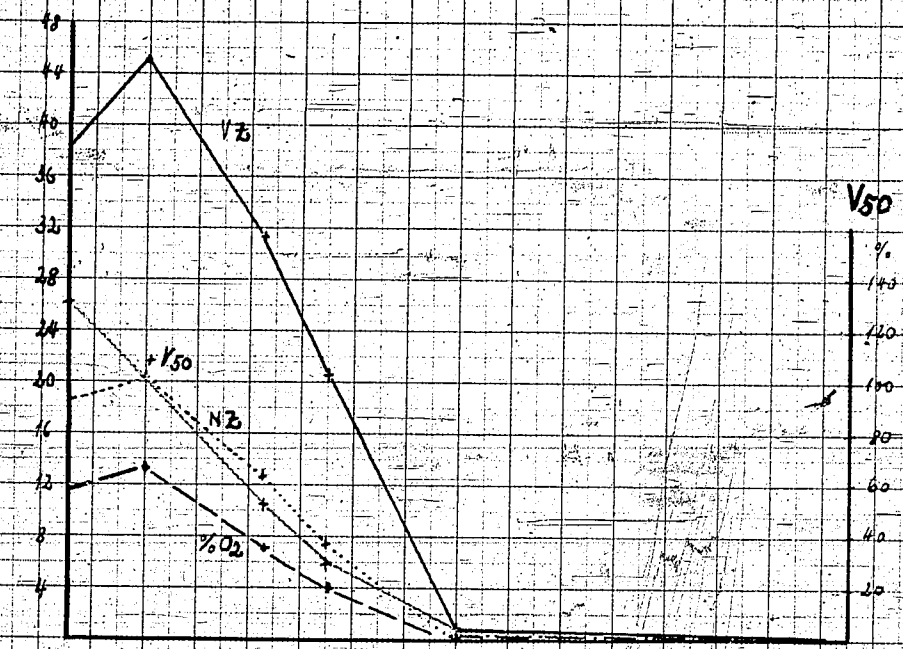
Nach EP. 837 021 erhält man besondere hohe Ausbeuten und wertvollere Schmieröle wenn man bei der Polymerisation chlorierter KW-stoffe ein solches Aluminiumchlorid verwendet, das weniger als 5 % nicht sublimierbare Anteile enthält und als *Werkstoff* Cr-haltigen Stahl verwendet.

Man behandelt gegebenenfalls nach DRP. 616 339 das Reaktionsprodukt bei erhöhter Temperatur oder unter Druck mit solchen KW-stoffen, deren kritische Temperatur unter  $250^\circ$  liegt, z.B. mit flüssigem Propan oder Äthan oder extrahiert mit flüssigem  $SO_2$  (DRP. 642 340 I.G.)

# Alterungsteste von Mischungen

## Grüning + synth. Öl

Analysenwerte der mit O<sub>2</sub> gealterten Öle.



Grüning	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0

Reibung und Verschleiß.

Halder-Versuche mit der Vierkugelmachine Seite 169.

Die Vierkugelmachine wird zur Prüfung von Hochdruckschmiermitteln verwendet. Die Ansichten über ihre Brauchbarkeit sind jedoch sehr geteilt, da die Prüfung bei extrem hohen Drücken erfolgt, auch streuen ihre Ergebnisse in erheblichem Umfang. Neuerdings wurde vom H.W.A. die Prüfung in der Vierkugelmachine in die Lieferbedingungen für Getriebeschmiermittel aufgenommen. Die vorstehende Arbeit berichtet über die Versuche wie sie die Laxe in ihrer Konstruktion durchgeführt hat. Die vier Kugeln besitzen bei dieser Maschine einen Durchmesser von  $1/2''$  und sind so angeordnet, daß die Mittelpunkte einen Tetraeder bilden. Die unteren Kugeln sind in einen Kugelhalter eingespannt, der becherförmig ausgebildet ist und zur Aufnahme des Öles dient. Die obere Kugel ist am unteren Ende einer senkrechten Welle befestigt, die durch einen Elektromotor über einen Riementrieb in Drehung versetzt wird. Zur Prüfung bei verschiedenen Temperaturen ist der Kugelhalter mit einer elektrischen Heizwicklung versehen. Ferner ist er nach allen Richtungen frei beweglich, kann sich also unbedingt entsprechend der Lage der vierten Kugel einstellen. Zur Messung des auf die drei unteren Kugeln übertragenen Drehmoments ist der Kugelhalter gegen einen Indikator abgestützt, der die in jedem Augenblick übertragene Kraft aufschreibt.

Die Versuchs-Durchführung kann auf zwei verschiedene Weisen erfolgen: Man arbeitet entweder mit gleichbleibender Belastung, wobei die Zeit bis zum Fressen gemessen wird oder mit einem von 0 ansteigenden Gewicht und stellt fest, bei welcher Belastung Fressen eintritt. Dieses Fressen wird durch einen plötzlichen starken Ausschlag am Indikator angezeigt. Man arbeitet entweder bei verschiedener Belastung oder auch bei verschiedener Temperatur.

Bei der ersten Methode tritt eine große Streuung der Ergebnisse auf. Es wurde daher bei der Laxe der zweite Weg beschritten um festzustellen, ob damit vielleicht brauchbarere Werte erzielt werden können. Das Anfahren erfolgt bei dieser Methode bei unbelasteten Kugeln. Im Augenblick des Einschaltens des Motors wird ein Wasserzulauf geöffnet, wodurch genau  $0,15$  l pro Sek. in einen als Belastung verwendeten Behälter fließen. Die Zeit vom Anfahren bis zum Eintreten des Fressens wird bestimmt. Auch mit dieser Methode konnte keine merkliche Besserung der großen Streubreite erzielt werden.

Aus den ermittelten Reibungszahlen folgt, daß es sich bei der Messung um den Zustand der sogenannten Teilschmierung handelt.

Führt man für fünf Öle verschiedener Viscosität die Prüfung bei verschiedener Temperatur durch, so erkennt man in allen Fällen, daß - Fressen um so eher erreicht ist, je höher die Temperatur liegt. Je viscoser die Ölprobe war um so günstiger verhielt sie sich. D. h. das zäh flüssige Öl ergibt die besten Werte. Was die Drehzahl betrifft, so gibt es gewisse Bereiche in denen das Gerät besonders starke Streuungen aufweist. 2000 Umdrehungen je Minute erwiesen sich besser als 1500 oder 800 Umdr. je Minute.

Nach Angabe des Berichts wurde teilweise nicht mit Wasserzulauf sondern mit gleichbleibendem Gewicht gearbeitet. Prüflöl war bevorzugt Rotring D. Die meisten fetten Öle ergeben sehr große Streuungen im Gegensatz zu den Ölen mit Hochdruckzusätzen. Die Mineralöle verhalten sich sehr unterschiedlich. Geprüft wurden unter anderem Wehrmachtseinheitsöle Valvoline, ein Hypoid-Getriebeöl das HD Zusätze enthält, ferner Zusätze wie C Cl<sub>4</sub>, ein Schwefelprodukt. Die Mengen betragen 5-9 %.

*Herrn v. Reich*

Von Dr. v. Philippovich

Über die Alterung von Öl und seine Veränderung im Gebrauch

aus dem Bericht über die Schmierstoff-Tagung

2. Teil: Alterung

Mai 1942

In der Definition „Alterung des Öles“ liegt insofern eine Unklarheit, als gewöhnlich zwischen wesenseigenen Veränderungen rein stofflicher Art und solchen, die infolge zufälliger Verunreinigung zustande kommen, kein strenger Unterschied gemacht wird.

Die Versuche, die thermisch oxydative Ölalterung im Laboratorium zur Veränderung des Öles im Gebrauch in Beziehung zu setzen, werden sehr verschieden beurteilt. Versucht man, einen Leitfaden durch dieses „hoffnungslos verworren erscheinende“ Gebiet zu finden, so kann er nur darin gesucht werden, daß eine allgemeine Übereinstimmung zwischen Laboratorien, Alterung und praktischem Verhalten des Öles - von einzelnen Fällen abgesehen - nicht erreichbar ist.

Ph. kommt zu folgenden Definitionen:

- 1) Alterung ist jene wesenseigene Veränderung des Öles, die vor allem eintritt, wenn es dem Einfluß von Temperatur und/oder Sauerstoff (Luft) ausgesetzt wird. Sie umfaßt also alle thermischen und thermisch-oxydativen Veränderungen des Öles, gegebenenfalls auch solche, die in Anwesenheit bestimmter Katalysatoren erfolgen.
- 2) Veränderung des Öles im Gebrauch ist die Gesamtheit aller Veränderungen, die das Öl im Betrieb erfährt, d.h. Alterung + Verschmutzung, gleichgültig, ob es sich um Verunreinigungen inaktiver Art (Ruß, Staub, Wasser, Restbenzin) oder solcher chemisch aktiver Art (Metallabrieb, Bleioxyd, Korrosionsprodukte) handelt, die die weitere Oxydation des Öles beeinflussen können.
- 3) Die thermische Zersetzung der Öl-Kohlenwasserstoffe beginnt bei etwa 250° und hat teils eine Verkleinerung des Moleküls = Zersetzung, teils die Bildung größerer Moleküle = Verkokung, zur Folge. Aliphate bilden mehr Kohle, da sie leichter in der C-Kette auseinanderbrechen. Die thermische Zersetzung ist keine Gleichgewichtsreaktion, sondern verläuft nur in einer Richtung. Die rein thermische Reaktion ohne Sauerstoffeinwirkung spielt im Motor keine große Rolle. Wichtiger ist die thermisch-oxydative

Veränderung des Öles. Bei etwa  $120^{\circ}$  ist eine Temperaturgrenze, unter der die Reaktion monomolekular verlaufen soll, während sie darüber als mehrmolekular angenommen wird. Bei synthetischen Schmierölen tritt die Asphaltbildung zugunsten der Säurebildung zurück. Auch im Motor entsteht mit synthetischen Ölen sehr wenig Asphalt, dafür aber erscheinen höhere Säurezahlen als bei Mineralölen.

Die thermische Zersetzung läuft mit steigender Temperatur immer rascher ab. Die Rückstände werden immer wasserstoffärmer, kohlenstoffreicher und weniger reaktionsfähig. Bei hohen Temperaturen wirkt der Neigung zur Rückstandsbildung die Verbrennungsreaktion entgegen, sodaß praktisch eine Temperatur existiert, bei der ein Maximum an Rückständen auftritt.

Die Oxydation wird ebenfalls mit steigender Temperatur stärker, unter Umständen können sich schon wenige Grade bemerkbar machen. Öl sollte man möglichst bei Temperaturen untersuchen, die den Verhältnissen der Praxis angepaßt sind. Die richtige Wahl der Versuchstemperatur bereitet ohne Zweifel erhebliche Schwierigkeiten.

Jede Oxydation kann durch Katalysatoren günstig oder ungünstig beeinflusst werden. Besonders wirksam sind Fe, Pb, Cu. Wasser spielt bei der Alterung im Laboratorium keine nennenswerte Rolle, wenn es auch im Motor einen erheblichen Einfluß hat.

Oxydationsverhinderer (Inhibitoren) wirken derart, daß sie entweder unmittelbar die Reaktion von  $O_2$  mit Kohlenwasserstoffen verhindern, oder dadurch, daß sie metallische Katalysatoren komplex binden, die im Öl enthalten sind. Für die thermische Zersetzung gibt es Stoffe, die fördernd, aber weniger solche, die verzögernd wirken.

Mischung von Ölen verschiedener Art ergibt stärkere Oxydationsneigung als sie nach der Mischungsregel der Komponenten erwartet wird.

Bei der Herstellung des Schmieröles müssen in noch verstärktem Maße die Erfahrungen mit Schmierölen im Motor als Grundlage der chemischen Bearbeitung dienen. Außer den Oxydationsverhinderern gibt es auch Zusätze, die Kohlebildung und solche, die das Absetzen von Schlamm erschweren.

Die laboratoriumsmäßige Kennzeichnung der Öle muß eine ganze Reihe von Eigenschaften erfassen, um allgemein gültige Urteile

zu erlauben, da das thermische und das oxydative Verhalten des Öles, ebenso wie die Verbrennlichkeit der Ölkohle, das Suspensionsvermögen, das Asphaltlösungsvermögen, die Korrosionsneigung für das praktische Verhalten ausschlaggebend sind. Jede dieser Eigenschaften muß über den wichtigsten Einfluß untersucht werden, der sich im Motor auswirkt, das sind vor allem über Temperatur und Zeit. Eine einfache Universalprüfung für alle Fälle der Praxis gibt es nicht. Die Untersuchung im Vollmotor bleibt nach wie vor die einzige wirkliche Beurteilungsunterlage, ist aber teuer, zeitraubend und schwierig.

Eine Laboratoriumsprüfung wird umso eher mit dem Verhalten im Motor übereinstimmen, je geringer hierbei der Anteil an zufälligen Veränderungen im Öl ist. Der Motorversuch seinerseits wird umso eher reproduzierbar sein, je gleichmäßiger die zufälligen Veränderungen sind.