

Die Ölprüfmaschine der ZF.

Von Dipl.-Ing. Graf v. Soden, Zahnradfabr. Friedrichshafen/
Bodensee.

Die Reibungsverhältnisse bei Zahnrädern verdienen deshalb besondere Beachtung, weil die Zahnflanken der beiden ein- greifenden Räder sowohl aufeinander abrollen als auch auf- einander gleiten. Dadurch entstehen hier auch alle unter die- sen Reibungsverhältnissen bekannten Abnützungerscheinungen, wie Ablätterungen oder Pittings bei rollender Reibung, so- wie Abrieb und Verschweißungen bei gleitender Reibung.

Zahnräder arbeiten, wenn sie normal belastet sind, im Gebiet der Grenzschmierung, es wird also stets ein gewis- ser Abrieb der Oberflächen festgestellt werden können.

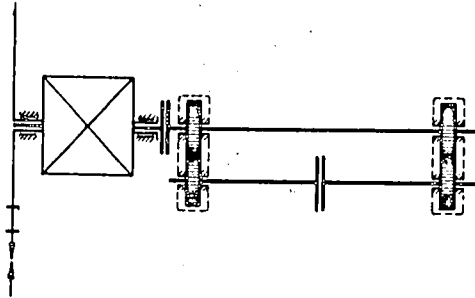
Vollschmierung ist nur bei Leerlauf oder geringer Belastung des Zahnradgetriebes vorhanden.

Als vor 10 Jahren in unserem Werk sich die Notwendig- keit ergab, ein Getriebeschmiermittel mit ganz bestimmten Eigenschaften zu entwickeln und zu prüfen, suchten wir nach einer Prüfmethode, die möglichst genau die Verhältnisse im Getriebe nachahmen sollte, bei der man aber die Ergebnisse in möglichst kurzer Zeit bekommt. Die damals bekannten Öl- prüfmaschinen waren für diese Untersuchung alle ungeeignet.

Die Forderung der Wirklichkeitsähnlichkeit ließ sich am besten mit einem Zahnradgetriebe erreichen, bei dem man die Abnutzung der Zahnflanken nach einer bestimmten Lauf- zeit messen konnte.

Es schien dazu eine Anlage geeignet, die wir nach einem Gedanken von Rickli u. Kutzbach zur Prüfung von Zahnradwerk- stoffen gebaut hatten. Die Anlage arbeitet nach dem Energie- kreislaufverfahren. Die durch die Getriebe fließende Leistung wird nicht von einem Motor aufgebracht, sondern wird durch elasti- sche Glieder innerhalb der Anlage künstlich erzeugt. Die der

Maschine durch einen Antriebsmotor zugeführte Leistung dient lediglich zur Deckung der Verluste und zwar der Reibungsverluste an den Zahnflanken und an den Lagern.



*Bestimmung der Schmierfähigkeit
von Getriebe-Schmiermitteln*

Abb.1: Versuchsanordnung

Die Prüfmaschine besteht aus zwei gleichen Zahnradpaaren, die durch zwei lange elastische Wellen mit einander verbunden sind. Die eine der Wellen ist geteilt, sodaß die beiden Wellenteile gegeneinander verdreht und verspannt werden können.

In das eine der beiden Gehäuse wurde das Versuchsräderpaar eingebaut. Es sind dies Zahnräder mit geschliffenen Zahnflanken. Das eine der beiden Zahnräder ist eingesetzt und gehärtet und hat die hohe Oberflächenhärte von 62°Rc , das andere Rad ist geblüht, also weich und hat eine Härte von nur 140 Br.E.

An diesem geblühten, weichen Rad aus St.C.16.61 wird die Abnutzung der Zahnflanken nach dem Belastungslauf gemessen. Dadurch, daß das eine Rad hart ist, kann sich das weiche Prüfrad nicht verformen, sondern es nützt sich in gleicher Weise ab, wie ein gehärtetes Rad, nur in einer viel kürzeren Zeit.

Die Prüfräder laufen 5 Stunden bei einem Flankendruck von 150 kg/cm^2 , was bei den verwendeten Rädern einem Flächen-
druck von 7000 kg/cm^2 entspricht. Das Öl, das geprüft werden soll, wird während des Prüflaufes auf einer Temperatur

von 80°C gehalten.

Vor und nach dem Lauf wird mit einem Zahnflankenprüfgerät ein Diagramm aufgenommen und die durch die beiden Diagramme sich bildende Fläche, die ein Maß für die Abnutzung darstellt, wird planimetriert.

Wir haben damals den reziproken Wert der Abnutzung als Schmierfähigkeit definiert und die dabei entstehende Kennziffer mit ψ bezeichnet. Wir wußten wohl, daß dies eigentlich falsch ist, da die Abnutzung nicht nur vom Schmiermittel, sondern auch von der Art des sich abnützenden Werkstoffes und anderen Verhältnissen abhängt. Da aber die gesamten Versuchsverhältnisse, mit Ausnahme des Öles, gleichgehalten wurden, konnten wir diese Annahme machen.

Im nächsten Bild möchte ich Ihnen die erwähnten Abnutzungsdiagramme zeigen, die für verschiedene Öle aufgenommen worden sind.

Diagramme der Schmierfähigkeit verschiedener Öle.

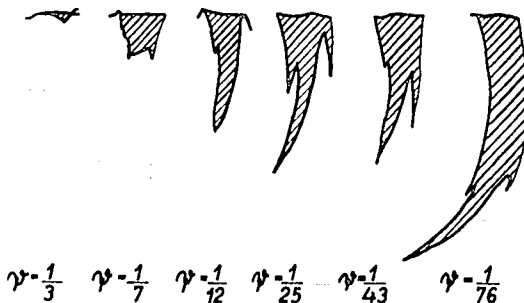











Abb. 2: Ölprüfung

Es sollen hier zwei Grenzwerte, ein Öl mit großer Schmierfähigkeit (Rizinusöl), sowie ein Öl mit sehr geringer Schmierfähigkeit (Gemisch eines Mineralöles mit Kalkseife) gezeigt werden.

Um die Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse zu ermitteln, wurden mit einem Eichöl mehrere Prüfläufe ausge-

führt, die zeitlich einige Wochen auseinander lagen. Die Kennziffer für die Schmierfähigkeit hatte jedesmal den gleichen Wert.

Versuch a	Versuch b	Versuch c
		
		
		
$\eta = \frac{1}{4}$	$\eta = \frac{1}{4}$	$\eta = \frac{1}{4}$

Öl X (Destillat auf Asphaltbasis + 2% Rüböl)

Abb.3: Ölprüfung

Vielleicht interessiert es auch, die Ergebnisse der damaligen Untersuchungen zu sehen.

Es handelte sich darum, ein Getriebeöl zu entwickeln, welches folgende Eigenschaften hatte:

Hohe Schmierfähigkeit

Geräuschkämpfende u. abdichtende Wirkung

Günstiges Kälteverhalten

Gute Beständigkeit im Betrieb

Die abdichtende und geräuschkämpfende Wirkung konnte, wie Versuche zeigten, am besten durch eine Zugabe von Natronseife zum Öl, erzielt werden.

Das Schmiermittel war durch diesen Zusatz zwar noch fließend, bekam aber eine kremeartige Struktur.

Das nächste Bild zeigt Ihnen den Einfluß eines Natronseifenzusatzes auf die Schmierfähigkeit des Grundöles.

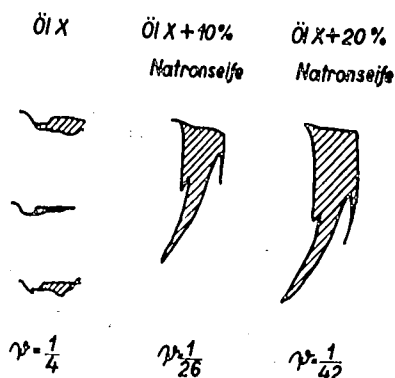


Abb. 4: Ölprüfung

Wir sehen, in welchem starkem Maße mit der Verbesserung der abdichtenden und geräuschkämpfenden Wirkung die Schmierfähigkeit des Schmiermittels herabgesetzt wurde.

Um die Schmierfähigkeit wiederum zu verbessern, wurde dem Ölseifengemisch ein kleiner Anteil Ölsäure zugegeben, mit dem Erfolg, daß der Schmierwert den 5-fachen Betrag erreichte.

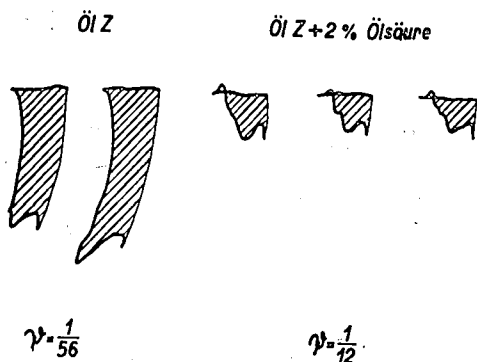


Abb. 5: Ölprüfung

Seit Jahren arbeiten wir nun mit dieser Maschine mit gutem Erfolg. Man ist in der Lage, aus einer größeren Anzahl von Getriebeschmiermitteln die günstigsten herauszusuchen.

Wichtig ist natürlich, daß der Werkstoff der Prüf- räder und auch die sonstigen Verhältnisse immer gleich gehalten werden.

Man muß sich bei Beurteilung der Ergebnisse immer wieder vor Augen halten, daß sie nur für normale Getriebsbelastungen und normale Stirnradverzahnungen gelten.

Die Anfreßsicherheit, die bei Getrieberädern mit großen Gleitungen, wie z.B. bei den Gleason- und Hypoidkegelrädern, eine wichtige Rolle spielt, wird von unserer Maschine gar nicht erfaßt.

Die Erforschung dieser Eigenschaft, von der Ölseite aus gesehen der Druckfestigkeit, bleibt den Geräten überlassen, von denen wir vorhin hörten, dem Vierkugelapparat von Boerlage, den SAE-, der Almen- und anderen derartigen Druckfestigkeitsprüfmaschinen.

Trotzdem sich die besprochene Maschine bei uns gut bewährte, wird sie doch keine allgemeine Verbreitung finden, weil für die Auswertung ein Zahnflankenprüfgerät hoher Präzision notwendig ist, welches nur wenige Stellen besitzen. Ich wollte Ihnen aber mit der Beschreibung dieser Anlage zeigen, daß man für technische Öluntersuchungen möglichst wirklichkeitsnahe Prüfmaschinen bauen sollte.