

A 26

Berichte des Technischen Prüfstandes Oppau

Bericht Nr. 477

Vergleichsversuche mit Getriebeölen

8831



**I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT
LUDWIGSHAFEN AM RHEIN**

Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau

Nr. 477

Vergleichsversuche mit Getriebeölen

Übersicht: Es wurden vier Getriebeöle in der Almen-Wielandmaschine der Daimler-Benz A.G. und in der des Technischen Prüfstandes geprüft und dabei zwischen diesen beiden Geräten Übereinstimmung festgestellt. Eine weitere Prüfung erfolgte in der Vierkugelmachine. Durch eine Korrektur der Ergebnisse aus der Almen-Wielandmaschine könnte auch bei diesen beiden im Aufbau gänzlich verschiedene Geräte die gleiche Reihenfolge in der Beurteilung der Öle erzielt werden. Dabei waren die Ergebnisse aus der Vierkugelmachine sehr eindeutig, im Gegensatz zu denen der Almen-Wielandmaschine, die eine ziemlich unbefriedigende Bewertung der Öle lieferte.

Abgeschlossen am: 10. Oktober 1941

Bearbeiter: Dipl. Ing. Halder

Halder

Die vorliegende Ausfertigung 10 enthält

7 Textblätter

2 Bildblätter

Verteiler

| Nr. | am | Empfänger | Nr. | am | Empfänger |
|------|------------|--|-----|----|-----------|
| 1 | 31. 10. 41 | Heereswaffenamt (Ch. H. Rüst u. Bd. E. (Wa Prüf 6) | | | |
| 2 | " " | Prof. Heidebroek, TH. Dresden | | | |
| 3 | " " | DB. Gaggenau | | | |
| 4 | " " | Dir. Dr. Müller-Cunradi | | | |
| 5 | " " | Dr. Zorn, Leuna | | | |
| 6 | " " | Dipl. Ing. Penzig - Lauer | | | |
| 7 | " " | Dipl. Ing. Halder | | | |
| 8-10 | " " | Techn. Prüfstand | | | |
| 9 | 28. 3. 42 | <i>Egerlein</i> | | | |

8832

Zweck der Versuche:

Von der Firma Daimler-Benz & Co. Gaggenau wurde angeregt, mit der in ihrem Besitz befindlichen Almen-Wielandmaschine (ältere Bauart) und der des Technischen Prüfstandes (neue Bauart) Vergleichsversuche durchzuführen und dabei gleichzeitig die Ergebnisse der Vierkugelmachine mit denen der beiden Almen-Wielandmaschinen in Vergleich zu setzen.

Versuchsordnung:

Bei der Almen-Wielandmaschine werden zur Prüfung der Öle Zwerglager aus Stahl verwendet, die durch Auflegen von Platten bis zum Fressen belastet werden. Jede Platte belastet das Lager mit einem Flächendruck von 90 kg/cm^2 . Bei der Maschine des Technischen Prüfstandes beträgt die Höchstbelastung 25 Platten, was einer Flächenpressung von 2250 kg/cm^2 entspricht. Die Plattenzahl, bei der "Fressen" eintritt, wird als Kennwert für die Druckbeständigkeit des Öles angesehen. Eine Reibungswaage gestattet ferner die Messung des auftretenden Reibungsmomentes. Nähere Beschreibung der Almen-Wielandmaschine findet sich im Schrifttum.¹⁾

Versuchsdurchführung:

An der Wielandmaschine wurden die Versuche der Betriebsanleitung entsprechend durchgeführt. In einigen Fällen musste der Versuch abgebrochen werden, bevor Fressen eintrat, da entweder die höchste Plattenzahl von 25 erreicht war oder die Reibungsanzeige am skalenende ($\cdot 250 \text{ kg}$) angeklagt war.

Bei den Versuchen an der Vierkugelmachine wurde die von H. Block angegebene Methode⁺⁺⁾ angewandt, d. h., es wurde von vorneherein eine bestimmte, während des ganzen Versuchs gleichbleibende Belastung aufgebracht und die Zeit vom Augenblick des Einschaltens des Motors bis zum Fressen der

¹⁾ Kadmer Fr., Schmierstoffe und Maschinenschmierung, Berlin 1940, S. 309

⁺⁺⁾ H. Block, "Seizure-Delay" Method for Determining the Seizure Protection of EP Lubricants, SAE Journal 1939, 3, 193

Kugeln gemessen. Dieser "Fressverzug" wurde bei verschiedenen Belastungen bestimmt.

Sowohl in der Wielandmaschine als auch in der Vierkugelmachine erfolgte die Prüfung der Öle bei Raumtemperatur.

Untersucht wurden folgende Öle:

- Getriebeöl Shell HD L
- " Shell HD S
- " Kompressol (Ahrens, Köln)
- Shell Hochdruckfett rot.

Versuchsergebnisse:

Von Daimler-Benz wurden folgende Ergebnisse mitgeteilt:

HDL

1. 1530 kg/cm^2
2. 1620 kg/cm^2
3. 1710 kg/cm^2

HDS

1. über 1980 kg/cm^2
2. über 1980 kg/cm^2

Kompressol

1. 1440 kg/cm^2
2. 1440 kg/cm^2

Hochdruckfett rot

1. über 1980 kg/cm^2
2. über 1980 kg/cm^2

Die Ergebnisse der Versuche in der Almen-Wielandmaschine des Technischen Prüfstandes sind auf Bild 1 und Tafel 1 dargestellt. Von den drei bzw. vier Versuchen, die von jedem Öl durchgeführt wurden, ist die Streuung, soweit sie den Kurvenverlauf betrifft, befriedigend. Dagegen ist das wichtigste Ergebnis, die Plattenzahl, bei der Fressen eintritt,

Tafel 1. Versuchsergebnisse an der Almen-Wielandmaschine
des Techn.Prüfstandes Oppau

| 01 | Vers. Nr. | Plattenzahl beim Fressen | reduz. Plattenzahl beim Knick der Kurve Bild 1 | Befund der Prüfwellen |
|--------------------------------|-----------|--------------------------|--|---|
| Shell EDL | 439 | 25 | 24 | starker Verschleiss, glatte Lauffläche, kein Fressen |
| | 440 | 25 | 25 | " " " " |
| | 476 | 18 | 18 | in der Mitte Fressspuren |
| Shell HDS | 443 | 20 | 20 | in der Mitte Fressspuren |
| | 444 | 20 | 20 | mässiger Verschleiss, stärkere Riefen, kein Fressen, |
| | 474 | 21 | 15 | starker Verschleiss, Fressspuren |
| | 475 | 19 | 19 | mässiger Verschleiss, leichte Riefen, kein Fressen |
| Kom- pres- sol | 441 | 21 | 21 | am Rand Fesspur |
| | 442 | 22 | 22 | in der Mitte Fressspuren |
| | 477 | 12 | 12 | " " " " |
| | 478 | 17 | 17 | " " " " |
| Hoch- druck- fett rot | 445 | 25 | 10 | geringer Verschleiss, schwache Riefen, kein Fressen |
| | 446 | 25 | 11 | am Rande Fressspure |
| | 480 | 25 | 25 | geringer Verschleiss, schwache Riefen, kein Fressen |
| | 481 | 19 | 12 | am Rande Fressspuren |

hinsichtlich Wiederholbarkeit unbefriedigend. Auf Grund der Plattenzahl ist die Beurteilung der Öle sehr unsicher, sodass es notwendig erscheint, auch den Befund der Prüfwellen heranzuziehen. Trotzdem ist eine Unterscheidung zwischen den einzelnen Ölen noch ziemlich schwierig, besonders zwischen Shell HDL und HDS. Diese beiden Öle werden daher in der am Schluss angestellten Betrachtung als gleichwertig angenommen.

Wendet man die von W.Paul angegebene Auswertung an,⁺ wonach das Auftreten eines Knickes (in Bild 1 durch ∇ gekennzeichnet) in der Reibungszahl-Plattenzahlkurve als "Fressen" bewertet wird, so könnte man bei den Versuchen Nr.439, 445, 446, 474 und 481 eine Korrektur vornehmen, wie sie in Tafel 1, Spalte 4, zum Ausdruck kommt. Die Wiederholbarkeit wird dadurch zwar nicht verbessert, es ergibt sich aber die bemerkenswerte Tatsache, dass Hochdruckfett rot in der Gütereihenfolge von der ersten Stelle an die letzte rückt. Diese Unterbewertung von Hochdruckfett rot scheint in Anbetracht des stark un stetigen Verlaufes im letzten Teil der Kurven von Versuch Nr.445, 446 und 481 nicht unberechtigt zu sein, wobei allerdings die Frage aufgeworfen werden muss, ob diese Unstetigkeit nicht auf einen mangelhaften Zutritt des Fettes zwischen Welle und Lager zurückzuführen ist. In der Gütereihenfolge der übrigen Öle ändert sich nichts. Die Bewertung bleibt auch durch die Anwendung des Paul'schen Verfahrens sehr unbefriedigend.

Wesentlich klarer und eindeutiger ist die Beurteilung nach dem Reibungsbeiwert, der abhängig von der Plattenzahl aus den Reibungskräften ermittelt und in Bild 2 zusammengestellt wurde. Während im Gebiet niedriger Drücke (bis 300 kg/cm^2) HDS und HDL überlegen sind, zeigt Hochdruckfett rot über 500 kg/cm^2 einwandfrei die besten Schmiereigenschaften. Dagegen weist Kompressol im ganzen Bereich sehr hohe Reibungsbeiwerte auf.

Die Versuchsergebnisse aus der Vierkugelmachine sind in Bild 3 dargestellt. Die Streuung ist hier gering, es zeigt sich aber, wie schon bei vielen Ölen beobachtet, dass im Gebiet der niedrigen Drücke die Mess-

⁺ W.Paul, Untersuchung von Schmierölen auf der Prüfmaschine nach Almers-Hieland, Öl und Kohle 36 (1940), Nr.41, S.475

punkte so fallen, dass eine Lücke zwischen dem unteren und oberen Teil der Kurve entsteht, wobei sich die Kurvenäste überdecken. Die Ursache für diese Erscheinung ist noch nicht geklärt und bedarf noch der Untersuchung. Legt man einen Fressverzug von 2,5 Sekunden zu grunde, so ergibt sich für

Shell HDL eine Fressbelastung von 99 kg

" HDS eine Fressbelastung von 120 kg

Kompressol eine Fressbelastung von 97 kg

Shell Hochdruckfett " von 77 kg

Die Ergebnisse aus diesen Versuchen sind also wesentlich eindeutiger als die aus der Almen-Wielandmaschine.

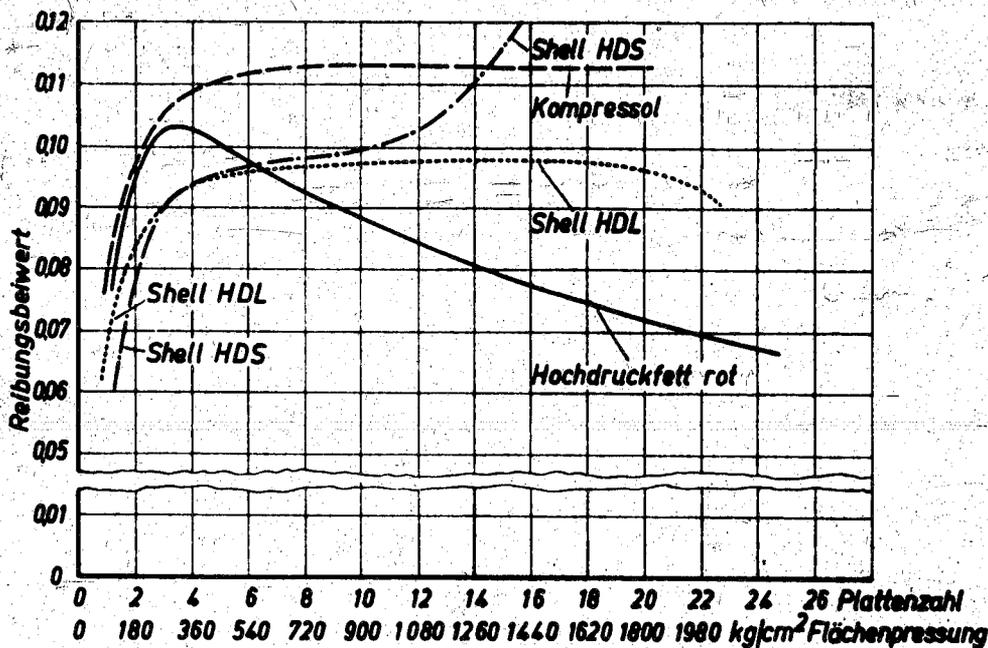
Tafel 2. Güterreihenfolge der geprüften Schmierstoffe

| | | Almen - Wielandmaschine | | | | Vierkugelmaschine |
|------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Güterreihenfolge | Daimler Benz | Technischer Prüfstand Oppau | | | | |
| | max. spez. Belastung | Plattenzahl beim Fressen | reduz. Plattenzahl | Reibungsbeiwert | | Fressverzug Sek. |
| | | | | 300kg/m ² | 500kg/m ² | |
| | 4 oder 2 | 4 | 2 oder 1 | 2 | 4 | 2 |
| | 1 | 2 oder 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 oder 3 | 3 |
| | | | | 3 | 3 | 4 |

| Öl | Bezeichnung |
|-------------------|-------------|
| Shell HDL | 1 |
| Shell HDS | 2 |
| Kompressol | 3 |
| Hochdruckfett rot | 4 |

In Tafel 2 wurden sämtliche ermittelten Bewertungsreihen zusammengestellt und dabei versucht, diese Öle in Gütereihenfolgen zu ordnen. Es stellt sich dabei heraus, dass zwischen den Versuchen an der Almen-Wielandmaschine bei Daimler-Benz und beim Technischen Prüfstand befriedigende Übereinstimmung besteht, wenn man die nicht korrigierte Plattenzahl in Betracht zieht. Führt man jedoch die reduzierte Plattenzahl nach der Paul'schen Auswertung ein, so ergibt sich eine Reihenfolge, wie sie auch in der Vierkugelmachine erhalten wurde. Eine Beziehung zwischen Fressbelastung und Reibungsbeiwert kann nicht gefunden werden. Es ist zu vermuten, dass die auf der Vierkugelmachine gefundene Reihenfolge dem praktischen Fall am nächsten kommt; sie findet ja auch eine Bestätigung durch die Ergebnisse der reduzierten Plattenzahl in der Almen-Wielandmaschine. Weiterhin bedarf noch der Klärung, wie weit im praktischen Betrieb die hier gefundenen Reibungsbeiwerte eine Rolle spielen.

Versuche in der Almen-Wielandmaschine Bild 2



Versuche in der Vierkugelmachine Bild 3

