

**Geheim**

000658

M 31

## **Deutsche Luftfahrtforschung**

**Untersuchungen und Mitteilungen Nr. 520**

*Prüfung der Schmierfähigkeit von Ölen auf den Ölprüfmaschinen  
von Almen, Wieland und Thoma  
Mayer-Bugström*

Verfaßt bei

~~Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V.~~

Institut für Betriebstofforschung

Berlin-Adlershof

Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen bei  
der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V.,  
Berlin-Adlershof. / Fernruf: 63 82 11

000659

Dieser Bericht ist geheim zu behandeln.  
Wer diese Geheimhaltungspflicht verletzt,  
setzt sich der Gefahr strafrechtlicher Ver-  
folgung und schwerer Bestrafung aus.

000660

Prüfung der Schmierfähigkeit von Ölen auf den

Ölprüfmaschinen von Almen, Wieland u. Thoma.

Übersicht: Eine Reihe von Schmierölen, vorwiegend Flugmotorenöle verschiedener Herkunft und Zusammensetzung, wurde auf den Ölprüfmaschinen nach Almen, Wieland und Thoma geprüft. Ein befriedigender Zusammenhang der Ergebnisse der einzelnen Maschinen konnte nicht gefunden werden. Nur im Falle sehr verschiedener Zusammensetzung der Öle (fettes Öl - mineralisches Öl) war die Bewertung der Schmierfähigkeit auf den drei Maschinen dieselbe. Bei den mineralischen oder schwach gefetteten Ölen sind offenbar die Unterschiede in der Schmierfähigkeit zu gering, um gegenüber den Ablesungsfehlern an den Maschinen hervorzutreten.

Gliederung: I. Anlaß zur Untersuchung

II. Versuchsdurchführung

1. Verwendete Ölprüfmaschinen

2. Verwendete Öle

III. Versuchsergebnisse

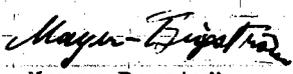
IV. Zusammenfassung

Der Bericht umfaßt:

17 Seiten mit  
5 Abbildungen und  
4 Zahlentafeln.

Institut für Betriebstofforschung  
der  
Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E.V. 

Der Bearbeiter:

  
Mayer-Bugström

Berlin-Adlershof, den 21.3.38.  
BSf 501/43 (BSf 332/8)

## I. Anlaß zur Untersuchung.

Die Prüfung der Flugmotorenöle im Laboratorium be-  
schränkt sich zurzeit auf die Feststellung der chemischen  
und physikalischen Kennzahlen und der Alterungsbeständigkeit.  
Für die Messung der Schmierfähigkeit fehlt noch eine verläß-  
liche Maschine. Die Kennzahl der Schmieröle, die am meisten  
mit der Schmierfähigkeit im Zusammenhang steht, ist die Zähig-  
keit. In der Schmierfähigkeit sind jedoch außer der Zähig-  
keit noch Eigenschaften des Öles enthalten, die durch die üb-  
lichen Laboratoriumsuntersuchungen nicht erfaßt werden. Die  
Gesamtheit dieser Eigenschaften zu erfassen, ist das Ziel der  
Ölprüfmaschinen, von denen es eine große Menge verschieden-  
artigster Konstruktion gibt. Die einzelnen Ölprüfmaschinen be-  
anspruchen das Öl in sehr verschiedener Weise; vergleichende  
Versuche in verschiedenen Ölprüfmaschinen können also darüber  
Aufschluß geben, ob bei verschiedener Beanspruchung des Öles  
eine gleiche Bewertung der Schmierfähigkeit erfolgt. Solange  
dies nicht der Fall ist, kann eine Beurteilung der Schmier-  
fähigkeit im Betrieb - der ja die Öle wieder in ganz anderer  
Weise beansprucht - nicht erfolgen.

## II. Versuchsdurchführung.

Zur vergleichenden Prüfung wurden die Ölprüfma-  
schinen von Almen, Wieland und Thoma herangezogen. 25 Schmier-  
öle gelangten auf den beiden erstgenannten, 14 davon auf der  
Maschine von Thoma zur Untersuchung. Die Prüfung auf den Öl-  
prüfmaschinen wurde, da die DVL selbst nicht über solche ver-  
fügt, in ihrem Auftrag von Dr. Kadmer in München ausgeführt.  
Die analytische Untersuchung der Öle erfolgte in der DVL.

### 1. Verwendete Ölprüfmaschinen.

Die Lagerprüfmaschine nach Almen<sup>1)</sup> besitzt rasch  
auswechselbare "Zwerglager" von 5,35 mm Zapfendurchmesser  
und 12,7 mm Lagerlänge aus Stahl. Die Lager ruhen in einem

1) Kadmer, Versuche mit SAE-Ölprüfmaschine nach Almen, Öl u.  
Kohle XI (1935), 957

Ölbad, das mit dem zu untersuchenden Öl beschickt wird. Der motorisch angetriebene Lagerzapfen macht 200 U/Min. Die beiden Lagerhälften werden hydraulisch gegen den drehenden Zapfen gepreßt, der dann beim Verpressen mit den Lagerschalen in der Kupplung abgewürgt wird. Das jeweils auftretende Reibungsmoment kann nur in Skalenteilen abgelesen werden.

Die Maschine nach Wieland ist der amerikanischen Prüfmaschine nach Almen nachgebildet, zeigt aber in wesentlichen Punkten Verbesserungen, die vor allem darin gipfeln, daß man die Reibungskraft (Reibungswiderstand) in kg messen kann und daß sich die Gleitreibungszahl zu

$$n = 0,832 \cdot \frac{R}{P_0}$$

berechnen läßt (R=Reibungswiderstand;  $P_0$  = spez. Flächendruck)

Die Ölprüfmaschine nach Thoma<sup>1)</sup> besitzt zwei Kreiszylinder mit gekreuzten Achsen, die sich an einer Stelle berühren. Der eine Zylinder ("Antriebsrolle") wird mit einstellbarer Kraft gegen den anderen ("Meßrolle") gepreßt. Werden die Rollen in Drehung versetzt, so sucht die an der Berührungsstelle entstehende Reibung die Meßrolle in axialer Richtung zu verschieben. Diese Reibungskraft wird durch eine Torsionswaage gemessen. Die Rollen sind ganz in das Schmieröl eingetaucht, für dessen Erwärmung ein Heizwiderstand vorgesehen ist. Zum Vergleich der Schmierfähigkeit verschiedener Öle müssen sie auf dieselbe Zähigkeit gebracht werden; die Temperaturen bei der Prüfung der zu vergleichenden Öle werden also im allgemeinen verschieden sein.

## 2) Verwendete Öle.

Unter den zur Prüfung gelangten Ölen befinden sich die wichtigsten zurzeit gebräuchlichen Flugmotorenöle. Die Öle 2, 5 und 24 sind gefettet, Öl 3 ist auf Rizinisölbasis hergestellt, also fettes Öl. Die Öle 16 bis 18 sind

1) Mitteilungen des Hydraulischen Institutes der Technischen Hochschule München, Heft 3 u.4; R. Voitländer, Petr. 1930 M IV 5

Autoöle, die Öle 12 bis 22 bis 24 Regenerate von gebrauchten Flugmotorenölen und zwar ist Öl 22 aus 25, 23 aus 1, 24 aus Öl 5 regeneriert.<sup>1)</sup> Die Öle 19 und 21 sind synthetische Öle. Bei den übrigen Ölen handelt es sich um ungefettete Öle auf vorwiegend paraffinischer Grundlage bis auf Öl 6, das naphthenische Grundlage hat.

### III. Versuchsergebnisse.

Die Versuchsergebnisse sind in den Zahlentafeln 1 bis 4 und in den Abb. 1 bis 5 zusammengestellt. Zum Vergleich der Schmierfähigkeiten wurden für die Almen- und die Wieland-Maschine die höchsten Belastungen in  $\text{kg/cm}^2$ , die vor Abwürgen des Zapfens noch gemessen werden konnten, für die Thoma-Maschine die Reibungswerte in g für 40 und 80 Cp Zähigkeit bei je 1000g und 2000g Belastung einander gegenübergestellt. Betrachtet man in den Abbildungen die Gesamtheit der Öle, ohne Berücksichtigung ihrer Art, so läßt sich kein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen von je zwei der Maschinen erkennen. Dies gilt auch für die paraffinischen Flugmotorenöle, ebenso für die Autoöle. Das naphthenische Flugmotorenöl (Nr. 6) wird wenigstens von zwei der Maschinen, der von Almen und von Thoma, in gleicher Weise, nämlich als schlecht beurteilt, allerdings von der Thoma-Maschine auch nur bei bestimmten Belastungen und Zähigkeiten der Öle. Von den synthetischen Ölen (die auf der Maschine nach Thoma nicht geprüft wurden) wurde das eine von den Maschinen von Almen und von Wieland gleichermaßen günstig beurteilt; das andere gehörte nur auf der Almen-Maschine zu den besten, nach der von Wieland aber zu den schlechteren Ölen. Sehr verschieden werden die gefetteten Öle beurteilt. Nach Wieland gehören sie zu den besten, nach Thoma dagegen zu den schlechtesten Ölen, während Almen sie verschieden eingruppiert. Lediglich das fette Öl (Nr. 3) wird von allen drei Maschinen bezüglich seiner Schmierfähigkeit gleich, und zwar im günstigen Sinne, beurteilt.

1) UM 443, Mayer-Bugström u. Wenzel, Prüfung von Flugmotorenöl-Regeneraten. April 1937

Eine Gegenüberstellung der auf der Thoma-Maschine gefundenen Reibungswerte und des spezifischen Gewichtes bzw. Viskositätsindex der Öle wurde in den Abb. 4 und 5 vorgenommen. Die Zusammenhänge sind nicht sehr deutlich; immerhin scheint steigendes spezifisches Gewicht eher einer Abnahme, steigender Viskositätsindex einer Zunahme der nach Thoma gemessenen Schmierfähigkeit zu entsprechen, wenn man von dem fetten Öl (Nr. 3) absieht.

#### IV. Zusammenfassung und Folgerung aus den Versuchen.

=====

Eine Reihe von Schmierölen, vorwiegend Flugmotorenöle verschiedener Herkunft und Zusammensetzung, wurde auf den Ölprüfmaschinen nach Almen, Wieland und Thoma geprüft. Ein befriedigender Zusammenhang der Ergebnisse der einzelnen Maschinen konnte nicht gefunden werden. Nur im Falle sehr verschiedener Zusammensetzung der Öle (fettes Öl - mineralisches Öl) war die Bewertung der Schmierfähigkeit auf den drei Maschinen dieselbe. Bei den mineralischen oder schwach gefetteten Ölen sind offenbar die Unterschiede in der Schmierfähigkeit zu gering, um gegenüber den Ablesungsfehlern an den Maschinen hervorzutreten.

Es ergibt sich daraus, daß eine Schmierfähigkeitsmessung mit einer dieser Maschinen schon mit einer anderen zum gleichen Zweck gebauten Maschine nicht übereinstimmt. Umso wahrscheinlicher ist es, daß eine Übertragung dieser Ergebnisse auf die Praxis nicht möglich ist. Die weiteren Versuche sind deshalb in der Weise beabsichtigt, daß einige Öle unter statischer und dynamischer Belastung auf ihr Verhalten in einem Flugmotorenlager geprüft werden, um als Bezugsstoffe zu dienen.





000665

Zahlentafel 4

Ergebnisse auf der Ölprüfmaschine nach Thoma.

Öl-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	18	20	25
Spez. Gew. bei 20°C	0,891	0,916	0,958	0,890	0,902	0,906	0,890	0,882	0,890	0,893	0,890	0,887	0,890	0,884
Visk. (E) bei 20°C	177	152	129	167	165	188	150	121	155	146	168	74,3	190	187
51,8"	49,0	38,1	31,9	47,5	45,3	47,1	44,6	33,6	46,2	47,4	48,0	23,2	48,4	51,5
50"	29,0	18,2	17,4	23,7	22,0	21,9	23,0	17,7	22,2	23,9	24,0	12,6	23,9	24,7
100"	3,46	2,8	2,8	3,47	3,29	2,94	3,26	2,85	3,53	3,64	3,45	2,48	3,2	3,40
150"	1,67	1,4	1,50	1,69	1,61	1,52	1,61	1,6	1,69	1,62	1,64	1,43	1,6	1,61
Visk.-Polhöhe n. Walther	1,75	2,26	1,99	1,92	1,99	2,32	1,70	1,91	1,85	1,62	1,89	1,71	2,10	1,90
Richtungsfaktor m n.	3,17	3,58	3,40	3,34	3,36	3,60	3,14	3,38	3,28	3,08	3,50	3,26	3,46	3,32
Visk.-Index n. Dean u. Davis	96	102	100	94	100	78	94	110	110	108	100	109	86	94
80 Cp bei 20°C	65	58	58	63	62	61	62,5	57,5	62,5	63,5	63,5	50,5	63	64
40 " " "	81	73,5	73,5	80,5	78,5	76,5	79,5	73,5	79,5	81,5	81	67	79	81
Belastung g														
Reibungswerte in g bei 80 Cp Zähigkeit														
200	19,4	15,9	15,2	15,8	16,9	16,6	17,4	15,4	17,9	16,2	16,1	17,4	18,1	19,9
400	21,1	17,9	17,4	18,8	19,2	20,0	20,7	18,1	19,4	18,1	21,9	21,6	20,8	22,5
600	23,6	22,9	19,2	21,2	22,2	22,9	23,5	21,6	22,4	22,4	23,1	26,6	24,1	23,9
800	23,8	27,1	21,0	22,9	25,2	25,0	24,1	23,9	23,5	23,9	24,6	28,1	27,2	25,1
1000	26,9	31,4	23,4	27,2	30,6	29,5	28,1	28,5	28,5	29,9	29,0	31,1	31,1	32,1
1200	32,4	38,8	25,2	31,3	34,3	35,4	33,9	31,8	32,3	32,3	31,1	33,6	35,0	37,9
1400	37,6	45,8	27,8	36,4	40,4	41,9	38,0	35,5	40,8	36,3	37,0	39,4	38,4	39,8
1600	44,8	53,7	31,5	41,4	47,5	49,0	43,1	43,6	43,0	43,2	39,0	43,7	44,8	46,5
1800	50,0	63,8	34,0	46,7	53,9	58,2	51,0	49,8	47,4	50,1	48,3	48,8	53,2	54,0
2000	55,8	72,2	37,0	53,9	60,8	65,3	55,8	57,7	54,2	62,8	57,1	58,0	58,3	56,6
Belastung g														
Reibungswerte in g bei 40 Cp Zähigkeit														
200	9,5	8,1	9,6	9,5	8,8	8,1	9,0	8,8	7,5	8,6	7,9	8,0	10,1	10,7
400	11,4	10,8	10,6	11,1	10,1	11,3	10,7	10,2	10,3	10,1	9,5	9,3	12,4	11,9
600	14,1	15,6	13,1	13,2	14,2	14,1	14,1	12,7	13,4	13,3	13,0	13,4	14,4	13,7
800	18,0	19,6	13,9	15,8	16,0	17,9	17,1	16,9	15,1	18,0	17,3	18,0	15,8	17,5
1000	21,3	27,0	14,6	20,8	21,0	23,7	20,8	20,6	19,2	21,4	21,2	21,1	23,8	21,4
1200	24,1	32,9	16,4	24,1	26,4	30,2	25,5	25,8	23,0	23,0	23,5	25,6	29,2	27,6
1400	28,7	40,5	18,8	28,0	32,5	35,1	29,4	30,2	27,5	29,8	26,8	28,1	32,5	32,3
1600	37,5	47,5	22,0	33,9	38,8	42,9	35,0	36,0	33,9	34,6	33,5	31,2	38,0	36,6
1800	42,4	55,4	24,6	39,9	44,7	50,1	40,7	41,6	38,9	40,7	37,2	39,1	45,6	40,8
2000	46,4	62,9	26,1	44,8	51,9	57,2	46,5	47,5	42,9	48,0	44,1	45,6	52,2	48,0

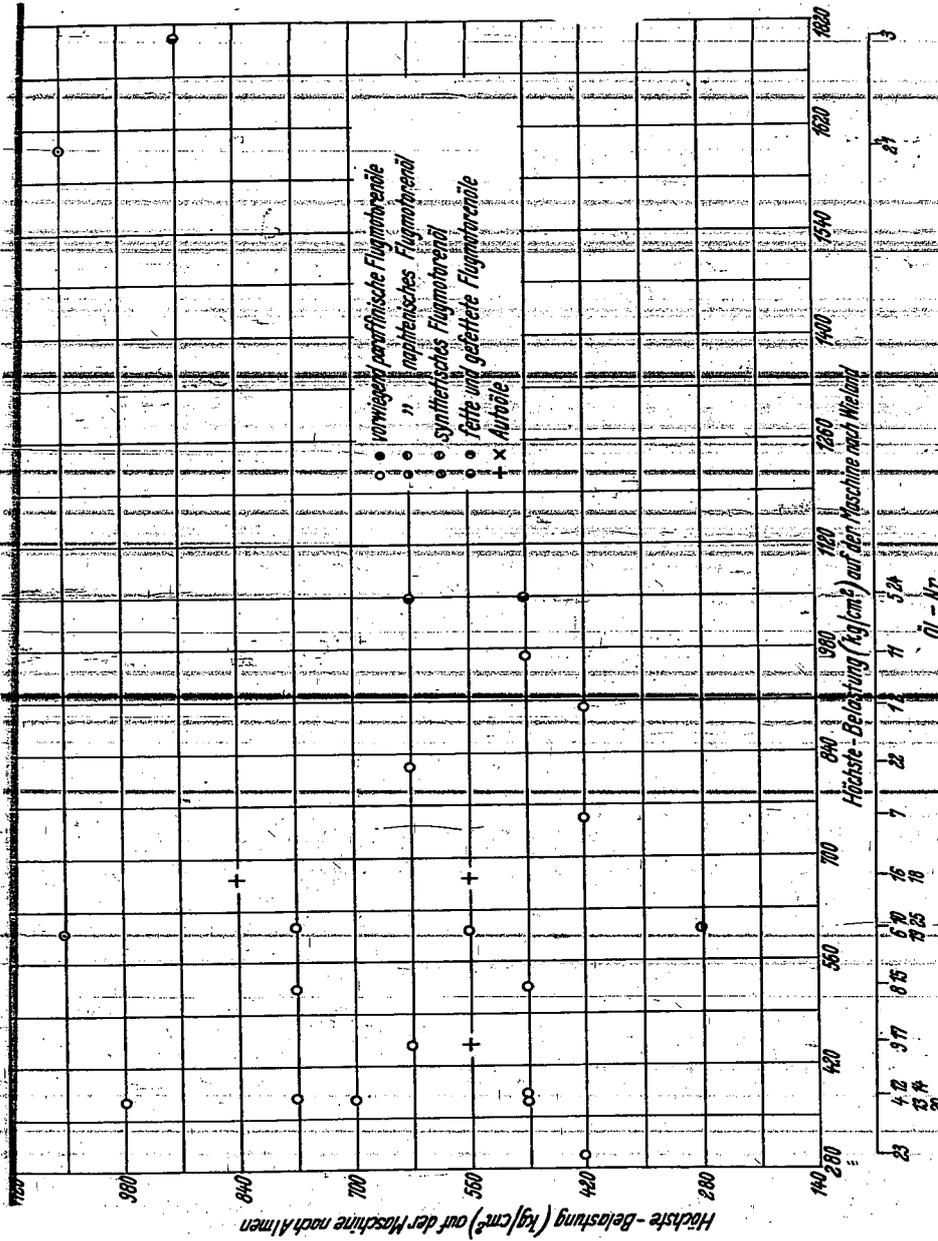


Abb. 1 Vergleich der Untersuchung von 25 Flugmotorenölen auf den Ölprüfmaschinen nach Almen und Wieand.

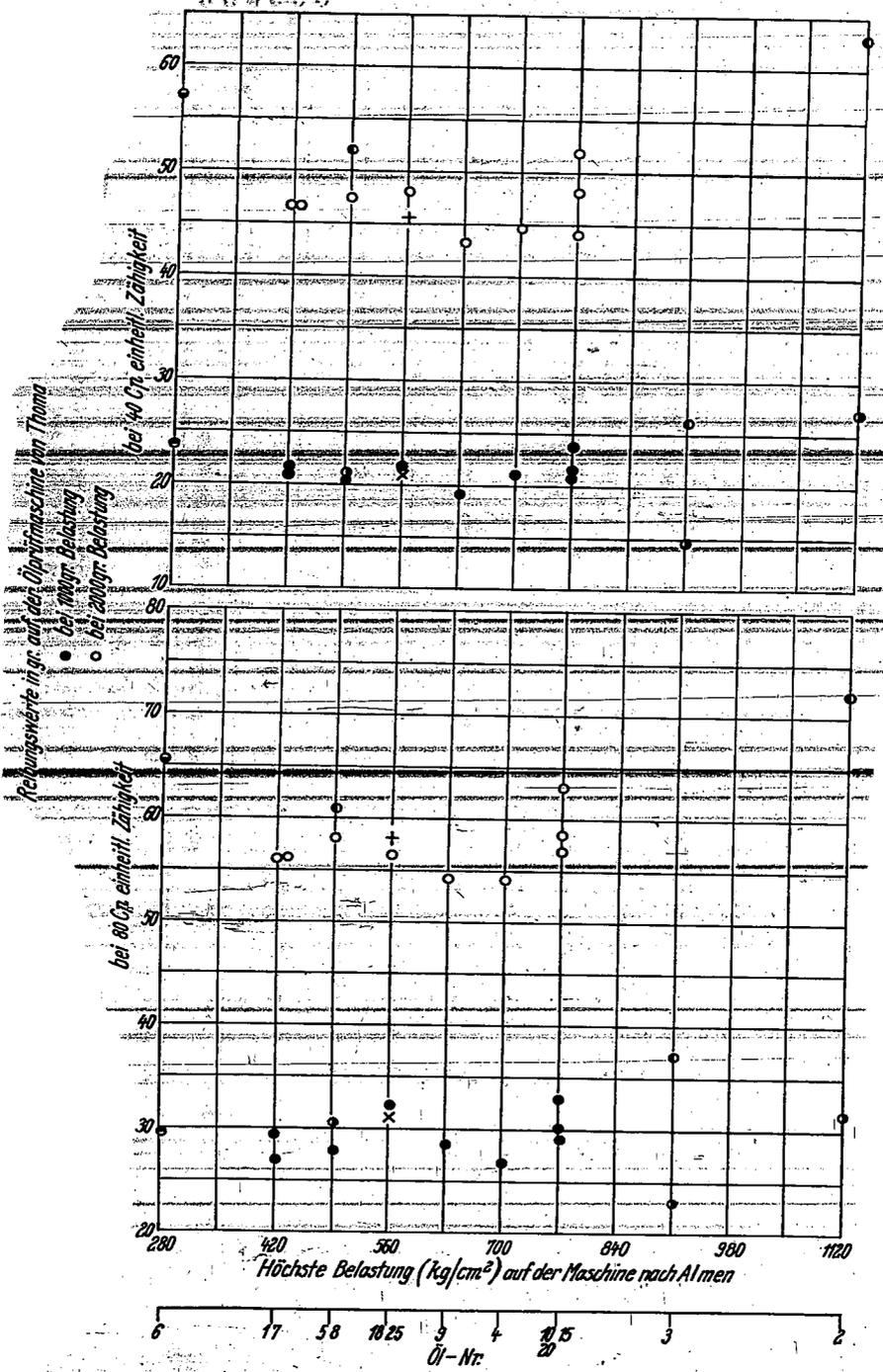


Abb. 2 Vergleich der Untersuchung von 14 Flugmotorenölen auf den Ölprüfmaschinen nach Almen und nach Thoma.

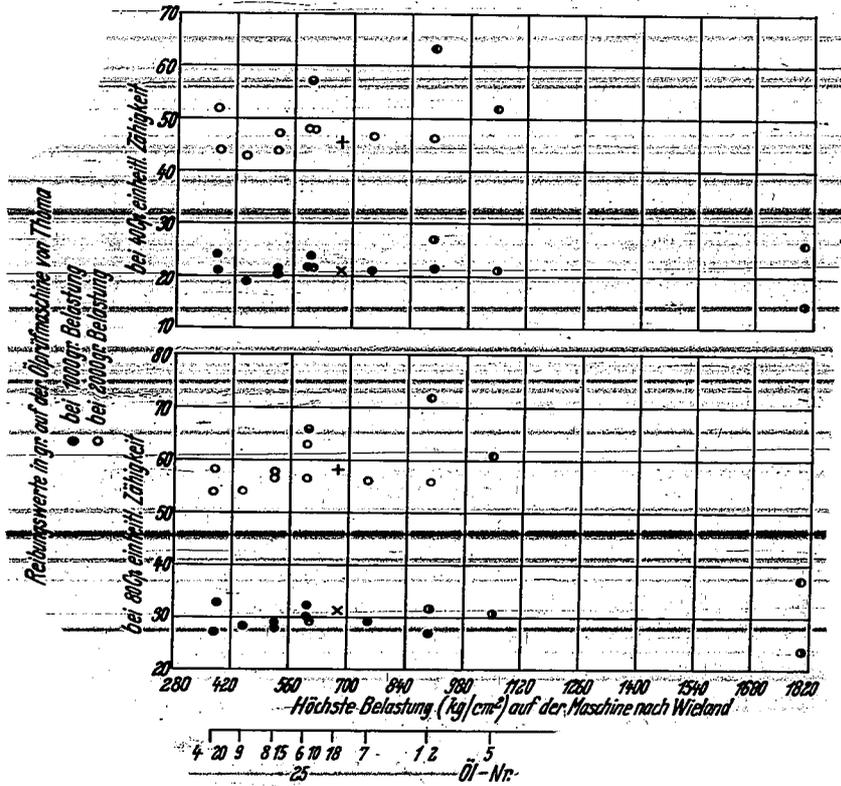


Abb. 3 Vergleich der Untersuchung von 14 Flugmotorenölen auf den Ölprüfmaschinen nach Wieland und nach Thoma.

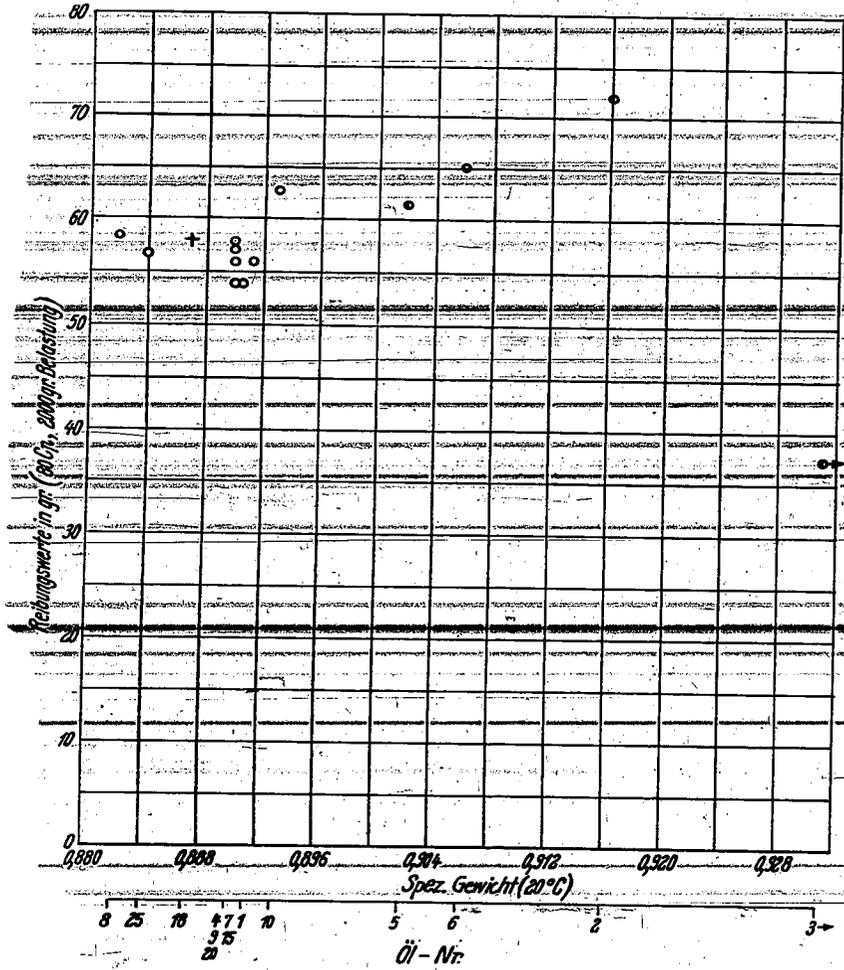


Abb.4 Vergleich zwischen spezifischem Gewicht (20°C) und Reibungswerten (Thoma-Maschine) (80 C<sub>p</sub>, 2000 gr. Belastung)

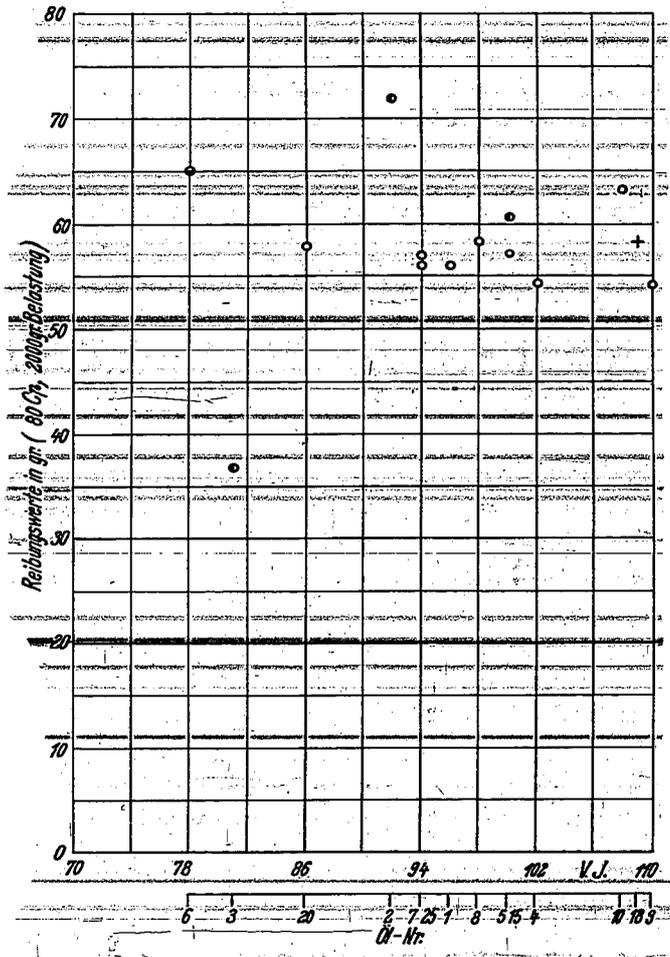


Abb.5 Vergleich zwischen Viskositätsindex nach Dean und Davis und Reibungswerten (Thoma-Maschine) (80 C<sub>p</sub>, 2000 gr. Belastung).

000669

## Schlüssel für die Ölbezeichnung für Bericht BSf 501/43

Öl-Nr.	DVL-Nr.	DVL-Eing.-Datum	Bezeichnung	Lieferfirma
1	Lg 1	27.6.35	Stanavo 120 (alte Qualität)	DAPG
2	Lg 2	27.6.35	Aero Shell mittel	Rhenania
3	Lg 3	27.6.35	Speedwell WJ	Pintsch
4	Lg 4	27.6.35	Gargoyle Mobilö Aero H	DVAG
5	183/34	3.12.34	Aero Shell schwer	Rhenania
6	192/34	6.12.34	Deropol Flugmoto- renöl schwer	Derop
7	164/35 (193/35)	24.5.(20.6.) 1935	Stanavo 120 neu (Qual. 1935)	DAPG
8	160/35 (192/35)	22.5.(20.6.)35	Aero-Mobilöl Rot- streif(Rotring)	DVAG
9	165/35 (197/35)	25.5.(24.6.)35	Öl-KH, Valvoline	Valvoline GmbH
10	170/35 (196/35)	28.5.(24.6.)35	Veedol-Aero XX	Hambg. Amerik. Mineralöl-GmbH
11	Lg 5	11.11.35	Stanavo 140	DAPG
12	158/36	10. 3.36	Regenerat, Type C <sub>2</sub> (Grünstreif)	Pintsch
13	Lg 6	11.11.35	Stanavo 100	DAPG
14	348/35	12.11.35	Flugmotorenöl a.dt. Rohöl	DVAG
15	331/35	29.10.35	B.P.-Aero H	Olex
16	25/34	10. 2.34	Motorenöl I	DGAG
17	38/34	19. 2.34	" II	"
18	39/34 (400/36)	19. 2.34	" III	"
19	237/35	23. 7.35	Op. 94/1	IG
20	326/35	22.10.35	Cylinderöl(Deurag)	Deurag, Misburg
21	296/35	23. 9.35	SO 2001(Holten Nr.2)	Ruhrchemie, Oberhausen
22	386/35	19.12.35	Regenerat, Type C (Grünstreif)	Pintsch
23	393/35	23.12.35	Regenerat, Type B (Stanavo 120)	"
24	3/36	6. 1.36	Regenerat, Type A (Aero Shell schwer)	"
25	181/34	29,11.34	Aero Mobilöl (Grünstreif)	DVAG