

A-13

Berichte des Technischen Prüfstandes Oppau

Bericht Nr. 455

**Die Prüfung
von Polyglykoläthern mehrwertiger Alkohole
als Schmiermittel**

8352



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

Geheim

Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau

Nr. 455

Die Prüfung von Polyglykoläthern mehrwertiger Alkohole als

Schmiermittel.

Übersicht: Das wasserlösliche Schmiermittel L.K 2200 verhält sich hinsichtlich Kältebeständigkeit, Schmierfähigkeit und Korrosion wie ein gutes Autoöl. Die Rückstandsbildung ist sowohl im wassergekühlten Fahrzeugmotor als auch im luftge- kühlten, unter verschärften Bedingungen laufenden Flugmotor, äusserst gering. Die Laufzeit bis zum Ringstecken ist mit 30 Stunden als sehr gut zu bezeichnen. Der Ölverbrauch hält sich in normalen Grenzen. Nachteilig ist noch der hohe Ge- halt an gelöster Asche. Vermutlich ist dieser die Ursache der Bildung des körnigen Niederschlages, der bei Motorver- suchen beobachtet wurde. Schmiermittel dieser Art lösen sich nicht im Mineralöl, sie können deshalb in Verbrennungsmotoren, bei denen beliebiger Wechsel mit anderen Schmierstoffen ver- langt wird, nicht verwendet werden.

Die Wasserlöslichkeit macht LK 2200 für die Schmierung von Torpedomaschinen geeignet, da eine sichtbare Ölspur vermie- den wird. Weitere Anwendungen sind Textilmaschinen und hydrau- lische Getriebe. In Mischung mit Wasser kann LK 2200 als gefrier- feste Kühlflüssigkeit benutzt werden.

Abgeschlossen am: 23. April 1941

Bearbeiter: Dipl. Ing. Halder

Die vorliegende Ausfertigung 9 enthält

11 Textblätter

6 Bildblätter

Verteiler

Nr.	am	Empfänger	Nr.	am	Empfänger
1		Herrn Dir. Dr. Müller-Conrad			
2		Herrn Dr. Zorn, Leuna,			
3		Herrn Dr. Roser, Lu.			
4		Herrn Dr. Jakob, Lu.			
5		Herrn Dipl. Ing. Penzig,			
6		Herrn Dipl. Ing. Halder,			
7		Techn. Prüfstand.			
8		H. Dr. Roth, O. 471			
9	22. 12. 41	H. Dr. v. R. ...			
10					8353

Versuchszweck.

Es sollten verschiedene Polyglykoläther mehrwertiger Alkohole auf ihre Verwendbarkeit als Schmiermittel geprüft werden. Unter den fünf zur Verfügung gestellten Proben mit der Bezeichnung:

L.K 1/Ja
L.K 3/Ja
L.K 5/Ja
L.K 11/Ja
L.K 14/10/Ja

wahrscheinlich L.K 3/Ja hinsichtlich Stockpunkt und Zähigkeit am besten als Schmiermittel geeignet. Von diesem Produkt wurden daher größere Mengen mit der neuen Bezeichnung L.K 2200 hergestellt und in nachstehend verzeichnete Weise geprüft.

A) Laboratoriumsversuche.

Qualität: Die hervorsteckendste Eigenschaft dieses Produktes ist sein Verhalten gegenüber den üblichen Lösungsmitteln. Im Wasser und Alkohol ist es in jedem Verhältnis, in Benzol und Benzin dagegen überhaupt nicht löslich. Aus den in Tafel I zusammengestellten physikalischen und chemischen Daten ist weiterhin folgendes zu entnehmen:

Die Vichte ist höher als die üblicher Öle und höher als die des Wassers. Diese Tatsache kann u.U. dazu führen, dass sich Schlamm und sonstige Verunreinigungen nicht am Boden absetzen, sondern im Öl an der Oberfläche schwebend bleiben und auf diese Weise wieder in den Motor gelangen. Ob sich die höhere Vichte im praktischen Betrieb tatsächlich in dieser Weise nachteilig auswirkt, müsste jedoch erst durch Versuche erwiesen werden.

L.K 2200 hat etwa die Viskosität eines Sommerautoöls und besitzt mit einem VJ von 117 sehr gutes Viskositäts-Temperaturverhalten (s. Bild 8). Stockpunkt, Flammpunkt und Brennpunkt liegen ebenfalls sehr günstig. L.K 2200 ist etwas hygroskopisch. Ein Versuch über Wasseraufnahme ergab bei 20°C in 24 Stunden 0,40 g Wasser. Bei konzentrierter Schwefelsäure wurde unter denselben Bedingungen eine Wasseraufnahme von 4,5 g festgestellt.

gestellt.

Bei einem Wassergehalt von 4% beträgt die Viskosität bei 35°C 105 cSt gegenüber dem wasserfreien Produkt mit 116,6 cSt. Die Viskositätsänderung beträgt also rd. 10%.

In Bild 1 ist die Abhängigkeit des Stockpunktes vom Wassergehalt dargestellt. Bis zu einem Wassergehalt von etwa 30% sinkt der Stockpunkt ab und liegt hier bei -47°C. Eine weitere Steigerung des Wassergehaltes führt schon bei verhältnismäßig hohen Temperaturen zu einer Trübung, die durch die Bildung von Eiskristallen hervorgerufen wird. Aus diesen Versuchen ist zu ersehen, dass eine Beimischung von Wasser bis zu 30% hinsichtlich der Lage des Stockpunktes unbedenklich ist. L.K. 2200 verhält sich alkalisch, wie aus der negativen Säure- und Verseifungszahl zu entnehmen ist. Der Asphaltgehalt ist 0, während der Aschegehalt gegenüber Wehrmachtseinheitsöl und Rotring mit 0,025 einen verhältnismäßig hohen Wert erreicht. Dieser ist auf die noch verquackmassige Herstellung zurückzuführen und kann zweifellos noch wesentlich verringert werden. Wenig günstig scheint ferner der hohe Conradsonrest zu sein, der jedoch, wie die Motorversuche (vgl. S. 6) gezeigt haben, keine Schlüsse auf eine zu erwartende Rückstandsbildung zulässt.

Die künstliche Alterung nach der Indiana-Methode lässt ein durchaus günstiges Verhalten von L.K. 2200 erkennen (s. Bild 2). Besonders auffallend ist das außerordentlich langsame Ansteigen der Säurezahl, die bei Rotring D sehr rasch hohe Werte erreicht. Die Verseifungszahlen verhalten sich umgekehrt. Man kann daraus schließen, dass bei der Alterung von L.K. 2200 vorwiegend Ester entstehen, die erfahrungsgemäss eine gute Schmierwirkung besitzen, sodass diese Erscheinung nicht als ungünstig betrachtet werden kann.

Die Untersuchung des im BMW-Motor gealterten Öles (vgl. Bild 3) entspricht den Ergebnissen der künstlichen Alterung. Es zeigt sich auch hier wieder ein starkes Ansteigen der Verseifungszahl, woraus auf stärkeren Esterbildung zu schliessen ist. Die Säurezahl bleibt gegenüber der des

Rotring D stark zurück. Die Ölverdünnung ist bei L.K. 2200 kaum merklich, während sie bei Rotring D einen beträchtlichen Wert erreicht. Der Aschengehalt bleibt während der achtstündigen Versuchsdauer bei Rotring D gleich 0. Bei L.K. 2200 steigt der bereits im Frischöl vorhandene hohe Aschengehalt während der ersten Zeit praktisch ebenfalls nicht an; erst in den letzten 10 Versuchsstunden wird eine Zunahme des Aschengehalts beobachtet. Diese Anreicherung an gelöster Asche gegen Schluss des Versuches ist vermutlich auf den Verbrauch von Öl und auf die Verunreinigung des Oles mit Bleiverbindungen, vom Kraftstoff herrührend, zurückzuführen. Da bei L.K. 2200 gegenüber Rotring D fast die vierfache Laufzeit erzielt wurde, wirken sich diese Einflüsse bei L.K. 2200 besonders stark aus.

Ähnliche Verhältnisse erhält man bei der Untersuchung der im Oelmotor nach 50 Stunden gealterten Öle (s. Tafel 1). Als Vergleichsöl diente Wehrmachtseinheitsöl. L.K. 2200 ergab dabei etwas höhere Säurezahl, höhere Verseifungszahl und grösseren Aschengehalt als Wehrmachtseinheitsöl. Dagegen zeigte es keinerlei Asphaltbildung. Die Ölverdünnung war bei beiden Ölen gering und etwa gleich.

Prüfung der Schmierfähigkeit:

a) Vierkugelmachine.

Das dem L.K. 2200 gleichwertige L.K. 3 erreicht in der Vierkugelmachine, also bei sehr hohen Flächenpressungen, etwa die Werte von Rotring D und übertrifft Areoshell. Es ist also in dieser Hinsicht gutem Motorenöl gleichwertig (s. Bild 4).

b) Verschleissmaschine.

In der Verschleissmaschine zeigt L.K. 2200 ganz geringen Verschleiss. Es verhält sich etwa wie T normal, während das dünnflüssigere Shell AB 11 und die beiden Motorenöle Areoshell mittel und Rotring D ein Vielfaches dieser Verschleisswerte ergeben (s. Bild 5). In diesem Gerät ist also L.K. 2200 Mineralölen bedeutend überlegen.

Wärme-Versuch.

Das Lager der Wielandlagemaschine wurde mit einer gleichbleibenden Last von 210 kg/cm^2 belastet und mit 12 ccm Öl beschickt. Nach Ingangsetzen der Maschine wurde in gewissen Zeitabständen die Öltemperatur gemessen. Dabei stellte sich bei Wehrmachtseinheitsöl bei 43°C Beharrungszustand ein, während er bei L.K 2200 schon bei 39° festgestellt werden konnte (vgl. Bild 6). Eine Wiederholung dieses Versuches bestätigte dieses Ergebnis. Bei Wehrmachtseinheitsöl beträgt also der Unterschied Öltemperatur - Raumtemperatur 23°C , bei L.K 2200 19°C . Das ist ein Unterschied von 20%. Diese Erscheinung ist auf die bessere Wärmeleitfähigkeit und auf die höhere spez. Wärme zurückzuführen, wie sie Stoffe dieser Art aufweisen. Ein solches Verhalten ist zweifellos in vielen, in der Praxis vorkommenden Fällen sehr erwünscht. Bei wechselndem Betrieb mit stark schwankenden Temperaturen wird L.K 2200 nicht so hohen Temperaturänderungen ausgesetzt sein als gewöhnliches Öl. Die Viskosität wird sich daher nur in engen Grenzen ändern. Durch dieses Verhalten wird also die Wirkung des Viskositätsindex, der bei L.K 2200 bereits sehr hoch ist, noch weiter verstärkt.

Korrosionsversuch.

Ausser L.K 2200 wurde bei diesem Versuch noch einige ähnliche Erzeugnisse herangezogen, und zwar L.K 2324, L.K 2325 und L.K 2326. Die Prüfung erfolgte bei 100°C im Reagenzglas ohne Luftdurchleitung und dauert 96 Stunden. Nach je 24 Stunden wurde das Öl erneuert.

Die Frischöle L.K 2200, 2324 und 2325 verursachen ziemlich starke Korrosion gegenüber Zink, das eine deutliche Gewichtsabnahme aufweist (Bild 7). Gegenüber den übrigen Metallen verhalten sich alle Produkte durchaus normal. Die geringste Korrosion wurde bei L.K 2326 beobachtet. Es ist in dieser Hinsicht auch dem Rotring D überlegen.

Bei dem aus dem Oelmotor kommenden gebrauchten L.K 2200 fällt die ausserordentlich starke Gewichtszunahme von Elektron auf. Um über

Die Rückstände auf Kolbenboden, Verbrennungsraum sowie an den Ventilen waren äusserst gering und liessen sich sehr leicht beseitigen. Der hohe Conradsontest wirkt sich also in der Praxis nicht nachteilig aus.

Der Ölverbrauch liegt mit 25,5 g/Std. über dem Mehrzweck-einheitsöl. Dieser Mehrverbrauch ist bei diesen Versuchen vermutlich auf die geringere Genauigkeit der Ölmessung zurückzuführen. Wie die Versuche am BMW-Flugmotor, bei dem eine genauere Ölverbrauchsmessung möglich ist, zeigen, liegt der Verbrauch von L.K. 2200 in der Höhe von gutem Motoröl.

Ringsteckversuch in einem BMW-Flugmotor.

Der BMW-132 Flugmotor lief bei diesen Versuchen unter verschärften Bedingungen, sodass nach einer Laufzeit von 6 Stunden das Nockenöl, Rotring D, Ringstecken verursachte. Unter denselben Bedingungen wurde L.K. 2200 geprüft. Es wurden dabei folgende Ergebnisse erzielt: (vgl. Tafel

Die Laufzeit von 30 1/2 Stunden ist als sehr gut zu bezeichnen und entspricht der bester Flugmotorenöle. Der Ölverbrauch ist normal. Günstig ist der Kollennringverschleiss der trotz der längeren Laufzeit geringer ist als der des Rotringversuches.

Aus dem Auslaubbauauf ist bemerkenswert:

Der Motor lief nach dem Probelauf in einem guten Zustand, zeigte aber sonst keine Mängel. Anzeichen war ein etwas körniger Niederschlag, der nicht nur auf den Kolben, sondern auch auf den Triebwerksteilen beobachtet wurde. Auch der nach dem Versuch festgestellte rauhe Lauf des Pleuels dürfte auf diesen Rückstand zurückzuführen sein. Vermutlich ist die Ursache dieser Rückstandsbildung in dem hohen Gehalt an Leisölerasche zu suchen.

Verwendungsmöglichkeit.

L.K. 2200 ist an sich als Motorenöl verwendbar. Schwierigkeit bereitet jedoch der Übergang von normalen Öl zu diesem Produkt und umgekehrt. Da kein Lösungsmittel bekannt ist, das beide Schmierstoffe löst,

but also the other side of the coin. The other side of the coin is the fact that the United States has a long and proud history of supporting the people of the world who are struggling for freedom and democracy. This is a policy that has been consistent throughout the years, and it is a policy that we must continue to follow. The United States has a responsibility to the people of the world, and it is a responsibility that we must not shirk. We must continue to support the people who are struggling for freedom and democracy, and we must continue to stand up for the principles of freedom and democracy. This is the only way to ensure a better world for all.

Tafel 1. Ergebnisse der analytischen Untersuchung

Werte	Frischöl		Versuchslauf 50 Std. i. Opel. mot.		Versuchslauf i. BMW Flugmotor	
	L.K. 2200	Wehrmacht Einheits- öl	Rotring D	L.K. 2200	L.K. 2200	Rotring D nach 9 Std.
					8 Std. 30 Std.	
-Wichte	1,119	0,897	0,890	1,122		
Viskosität						
-100	6330	-	-	-	-	-
+200	332	-	-	-	-	-
+300	116,8	101,9	262,3	122,6	122,9	316,4
+500	64,4	-	-	-	-	-
+990	13,91	10,42	19,78	14,32	13,93	22,11
-Polhöhe	1,55	2,15	2,05	1,63	-	-
Richtungskonstante	3,23	3,9	3,48	3,275	-	-
Viskositätsindex	117	90	94	113	117	93
Stoßpunkt	-38	-25	-13	-	-	-
Flammpunkt	307	229	268	286	274	269
Brennpunkt	345	274	322	328	326	329
Säurezahl	-0,51	0,03	0,03	+0,59	0,31	0,93
Verseifungszahl	-0,51	0,22	0,25	+3,49	6,5	3,4
Asphaltgehalt	0	0	0	0	0	0,05
Gehalt an gel. Sache	0,025	0,01	-	0,14	0,06	0
Conradson test	1,171	0,27	0,25	1,718	-	0,87
Olverdünnung	-			-	0,44	-

Beispiel 2. Ergebnisse der Motorversuche im Opalmotor

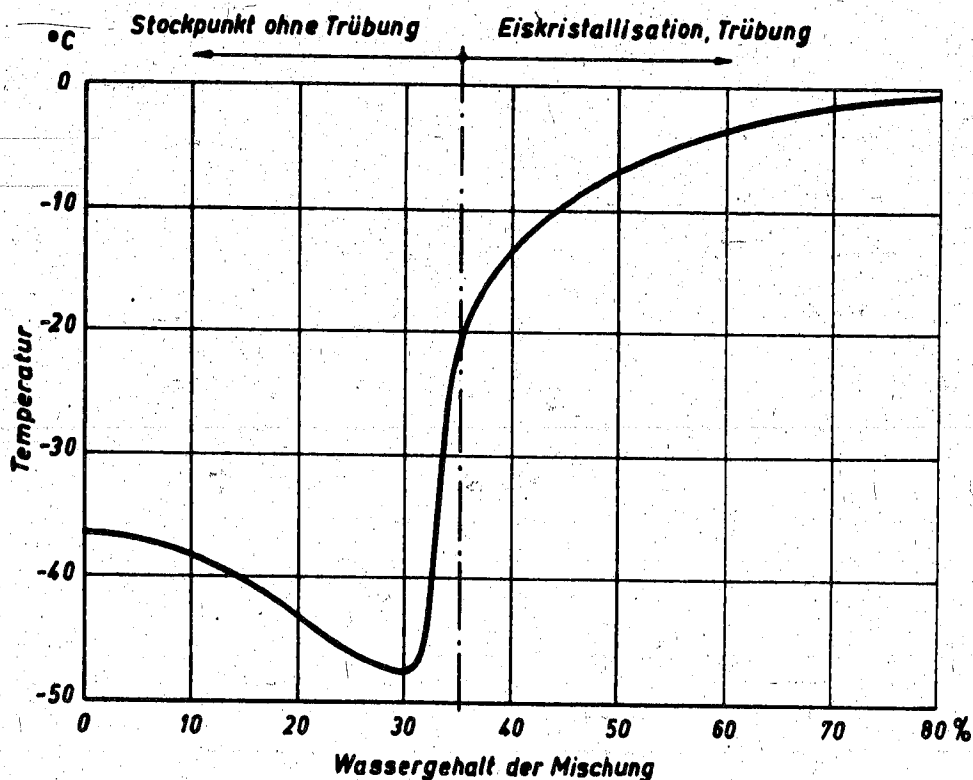
	L.E. 2200 50 Stunden-Lauf	Wohrmachteeinheit 100 Stunden-Lauf
Ölverbrauch g/h	29,5	25,4
Kolbenringverschl.		
absolut: mg	522,2	641
ständl.: $\frac{mg}{h}$	10,5	6,4
Reibstand auf 4 Kollennuten : g	1,220	2,9503

Tafel 3. Ergebnisse der Motorversuche im BMW-Flugmotor.

	L.K 2200	Rotring D
Laufzeit bis zum Ringstecken h	30 1/2	8
Ölverbrauch g/h	395	380
Kolbenringverschleiss absolut: g stündl.: g/h	2,899 0,095	3,712 0,464
Ausbaubefund:		
Kolben: Boden	Dünnere, schwarzer Belag am Rande, besonders auf Anblasseite körniger Rückstand.	Dünnere, graubrauner Belag, am Rande mässige Ölsteinbildung
Ringpartie	Leicht beschmutzt, auf Anblasseite am stärksten	mässige Verkokung
Schaft	Auf Einlassseite hellbrauner, feiner Überzug. Auf Auslassseite normale Druckstellen	schwarz gebrannt
Boizenauge	Dünnere, dunkelbrauner Überzug auf Anblasseite etwas stärker	schwarz gebrannt
Ölbohrungen	frei	frei
Innenbohrung	mässiger, mattschwarzer Überzug, auf Einlassseite ziemlich dicker, blättriger, z.T. glasiger Rückstand	schwarzer, lackartiger dünner Belag
Einlassventil:	Gegenüber normalen Öl etwas stärkerer, schwarzer, blättriger Rückstand	ohne Befund
Pleuel:	Etwas rauher Lauf des Pleuels. Pleuelbolzenbüchse leichte Druckstellen, durch körnige Verunreinigung leicht beschmutzt	ohne Befund
Pleuelkopf:	Dünnere, mattschwarzer eisiger Belag, ähnlich Pleuelbolzenboden innen, ziemlich trocken u. spröde	ohne Befund
Kurbelwangen:	Schwarzgrauer, z.T. asphaltartiger, öliges Niederschlag	ohne Befund

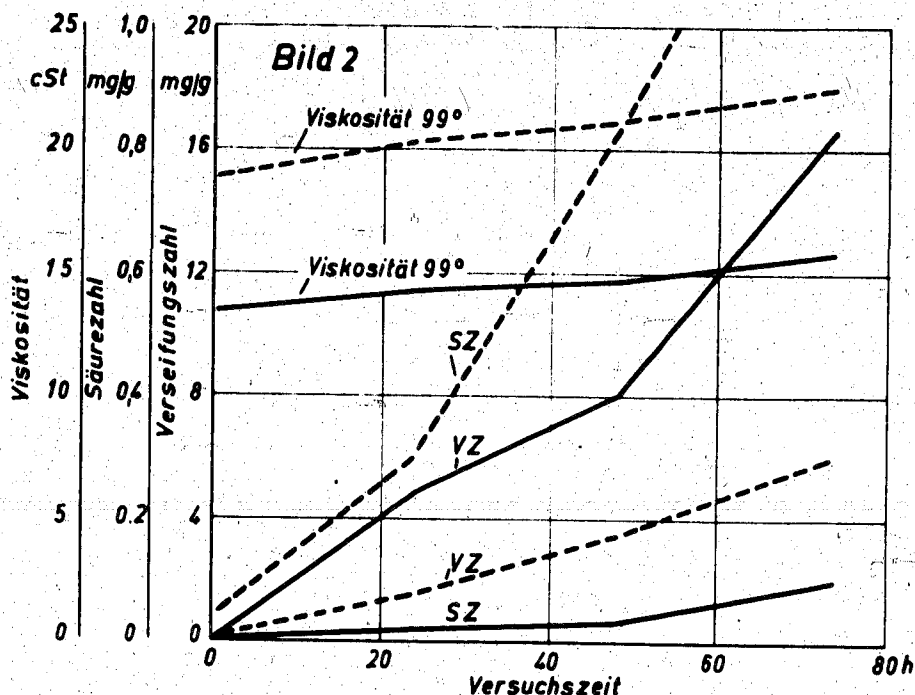
Der Stockpunkt von Mischungen von Lk2200 und Wasser.

Bild 1

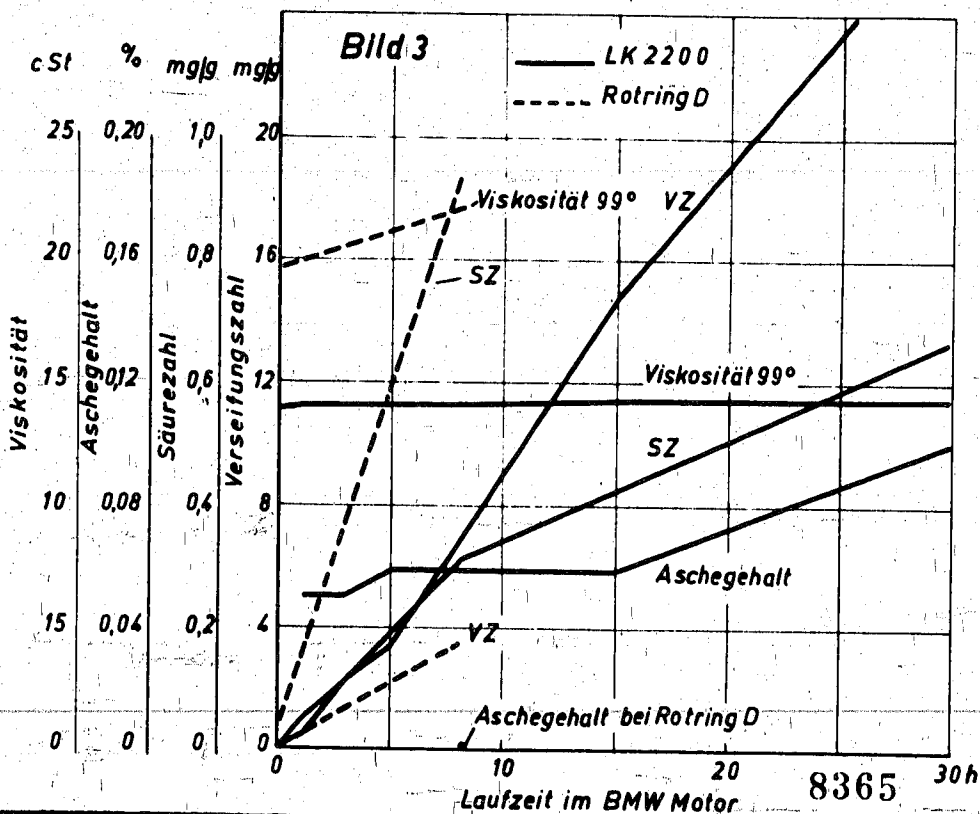


8364

Ergebnisse des Indianatestes

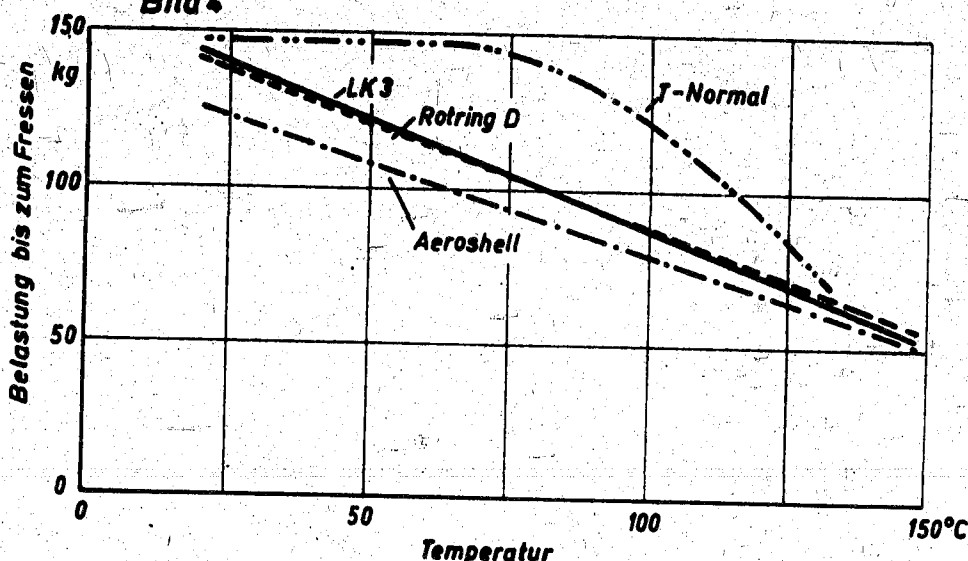


Kennwerte der im BMW-Motor gefahrenen Öle.



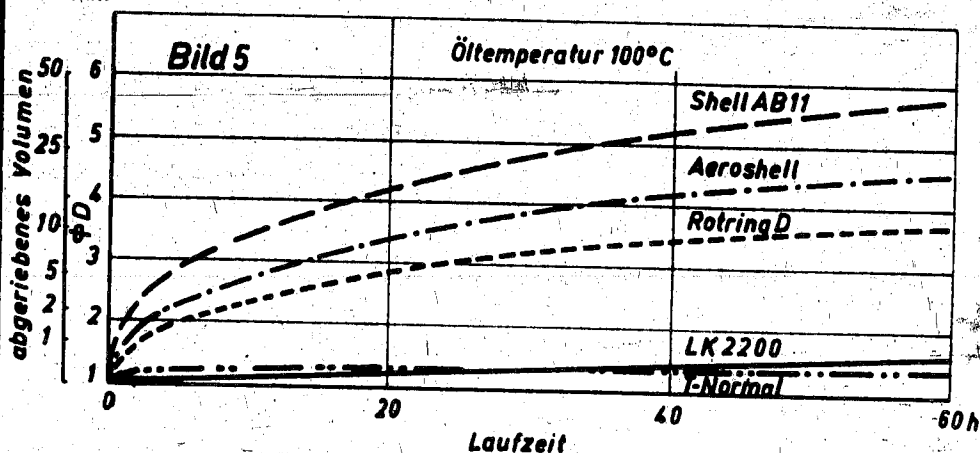
Prüfung in der Vierkugelmachine.

Bild 4



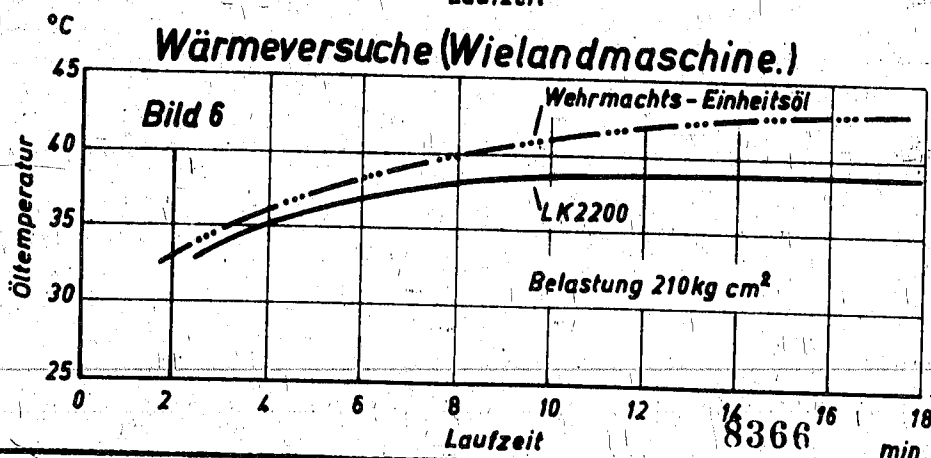
Prüfung in der Verschleissmaschine.

mm³ mm

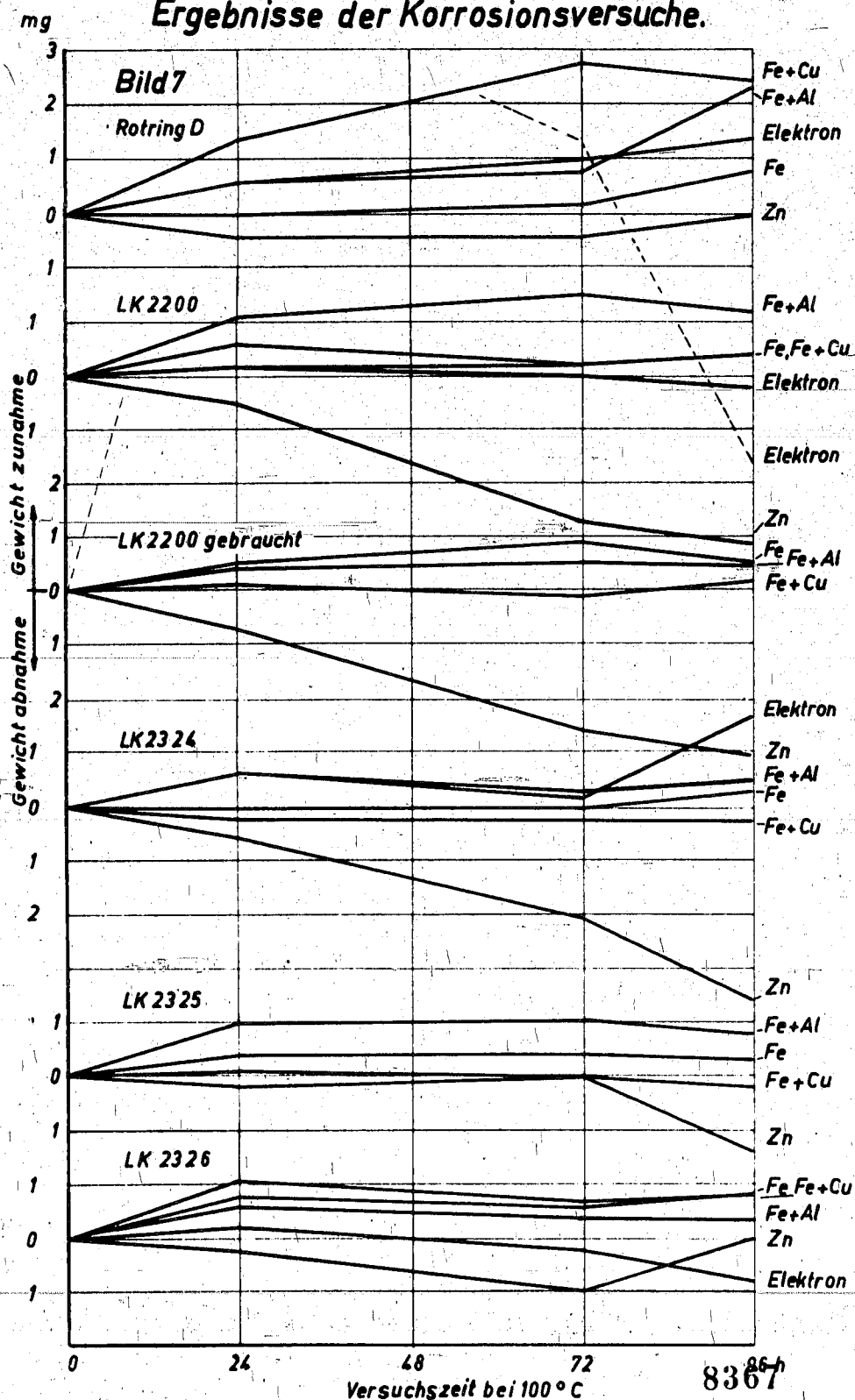


Wärmeversuche (Wielandmaschine.)

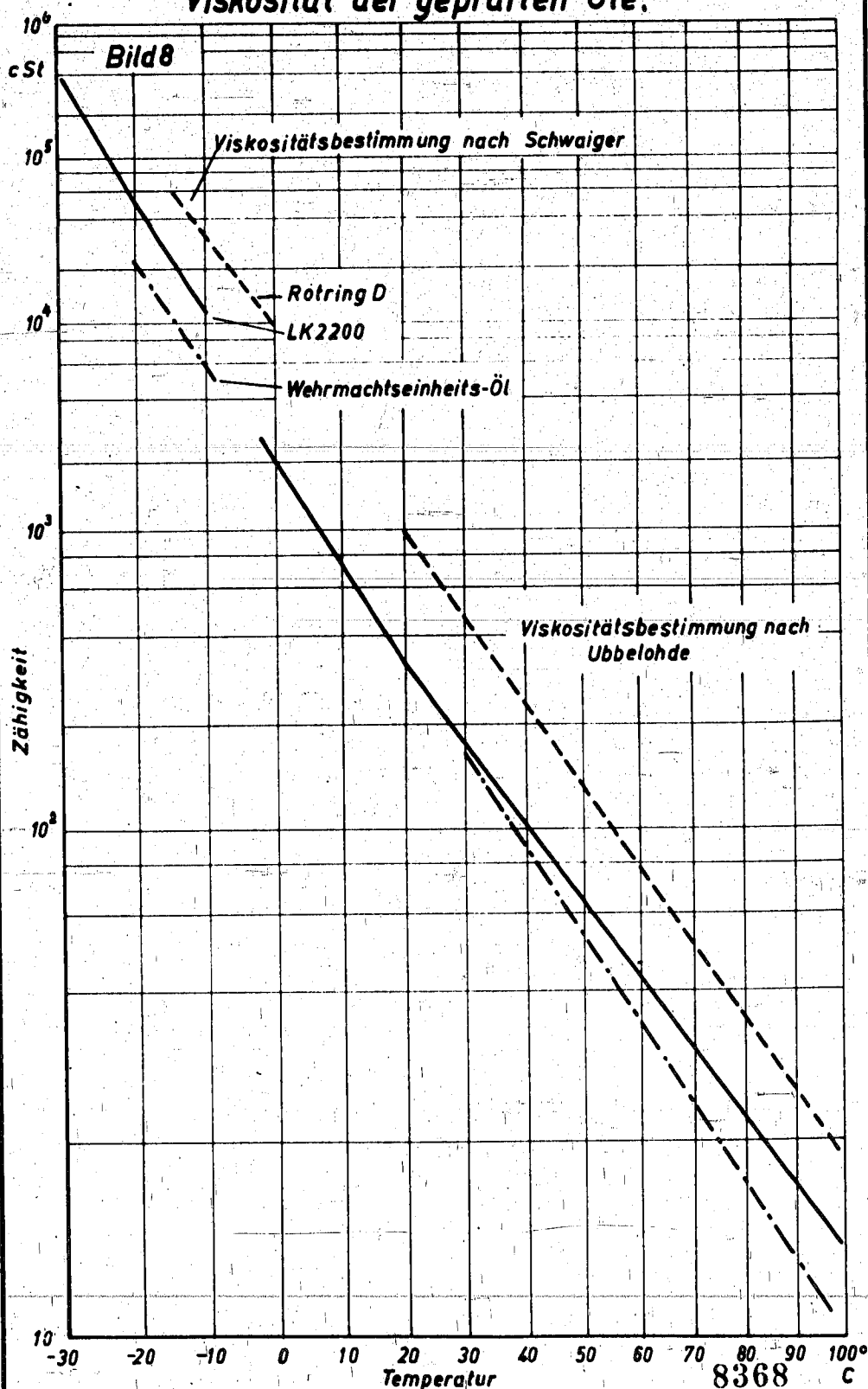
Bild 6



Ergebnisse der Korrosionsversuche.

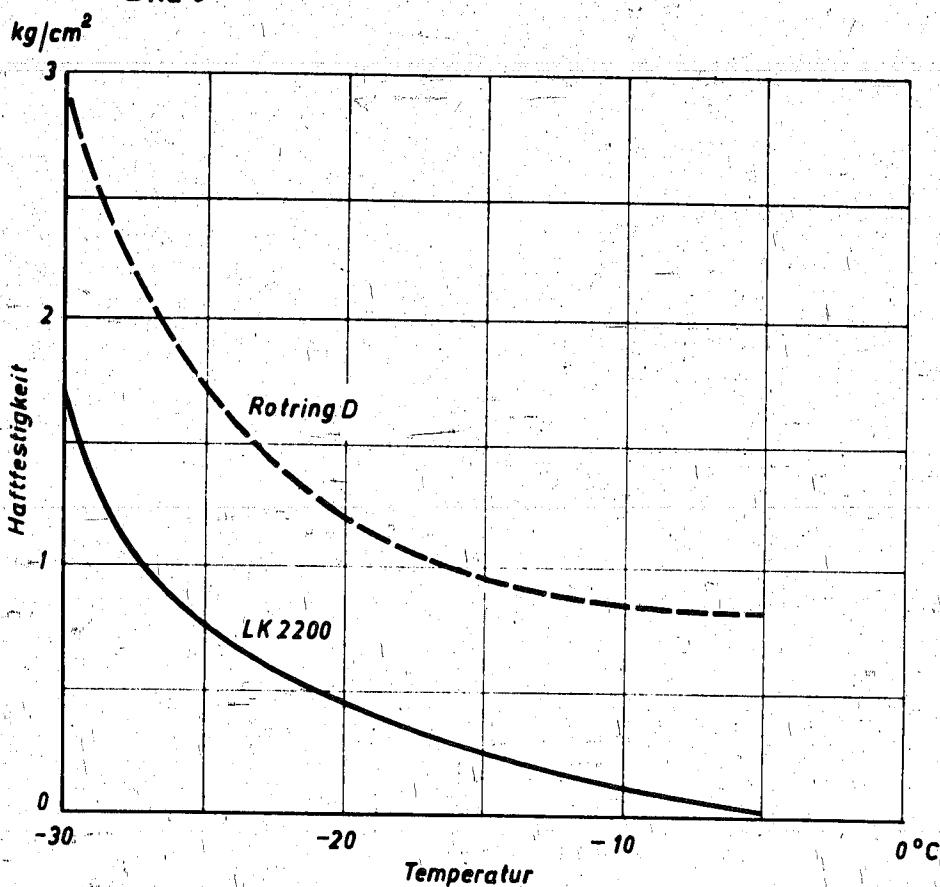


Viskosität der geprüften Öle.



Losbrechversuche im JG Kältekasten.

Bild 9



8369