

START

REEL NO. 24

U
S

B
M

DATE PHOTOGRAPHED

_____ *E.R.*

MILITARY INTELLIGENCE SERVICE

TIC LIQUID FUELS & LUBRICANTS SUBCOMMITTEE

ENEMY DOCUMENTS

CAPTURED BY OIL MISSION

Bag 3425

Target 30/4.02

J. G. Farber — Luma

Graphs on oil production

BAG No. 3425 - TARGET 30/4.02

I.G.FARBENINDUSTRIE - LEUNA

Graphs on Oil Production.

1. Total German production ^{from} of F.T. and coal hydro plants during the war.
2. Total actual and planned production, subdivided by products.
3. Ditto., subdivided by processes.
4. Total actual and planned coal hydro production, subdivided by plants.
5. Total actual and planned aviation gasoline production.
6. Comparison of economics of hydrogenation and coking processes.

000001

3425 - 1

Total German production from F.-T. and
coal hydrogenation plants during the war

Ed

Leave some space here
to splice in a piece
of microfilm representing
item 1.

Ed

Leave some space here
to splice in a piece
of microfilm representing

item 1.

Ed.

Leave some space here
to place in a piece
of ~~microfilm~~ representing
item 1.

Ed :

Leave some space here
to speak in a piece
of microfilm representing
item 1.

Ed

Leave some space here
to splice in a piece
of microfilm representing

item 1.

Ed

Leave some space here
to splice in a piece
of microfilm representing
item 1.

Produktion der Hydrier

1941

1940

1939

1938

1000 mtko
einschl.
Treibgas

350

325

300

275

250

225

200

Synthese-Werke

- Schaffhausen
- Litzowhütte
- Schwarzeheide
- Hassah
- Kuerner-Teich
- Krupp
- Rheinroßlaß
- Viktoria-Royal
- Ruhfabrik
- Sa. Synthese-Werke

185

Hydrier-Werke

- Schropolu
- Hils
- Auschwitz
- Heydebeck
- Bueghammer
- Brux
- Moosbierb.
- Lu/Oppau
- Weissling
- Lützenhart
- Pöhlz
- Wahlheim
- Gelsenberg
- Schölvor
- Zeitz
- Masdeburg
- Söhren
- Leuna
- Sa. Hydrier-Werke
- Sa. Hydrier-Synthese

68,5

65,5

70,5

94,6

104,4

144,3

154,5

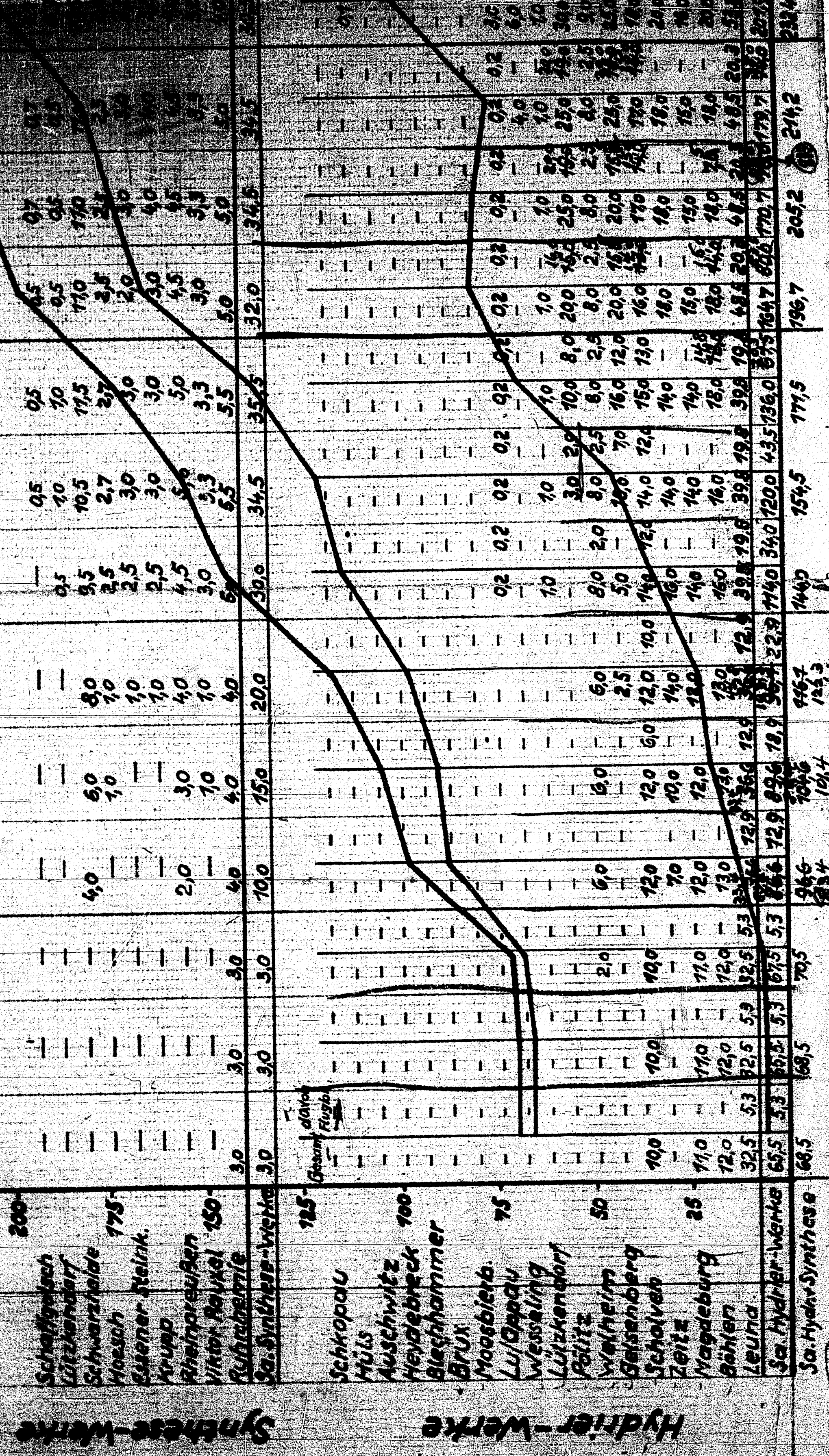
171,5

196,7

205,2

214,2

234,4



Produktion der Hydrier

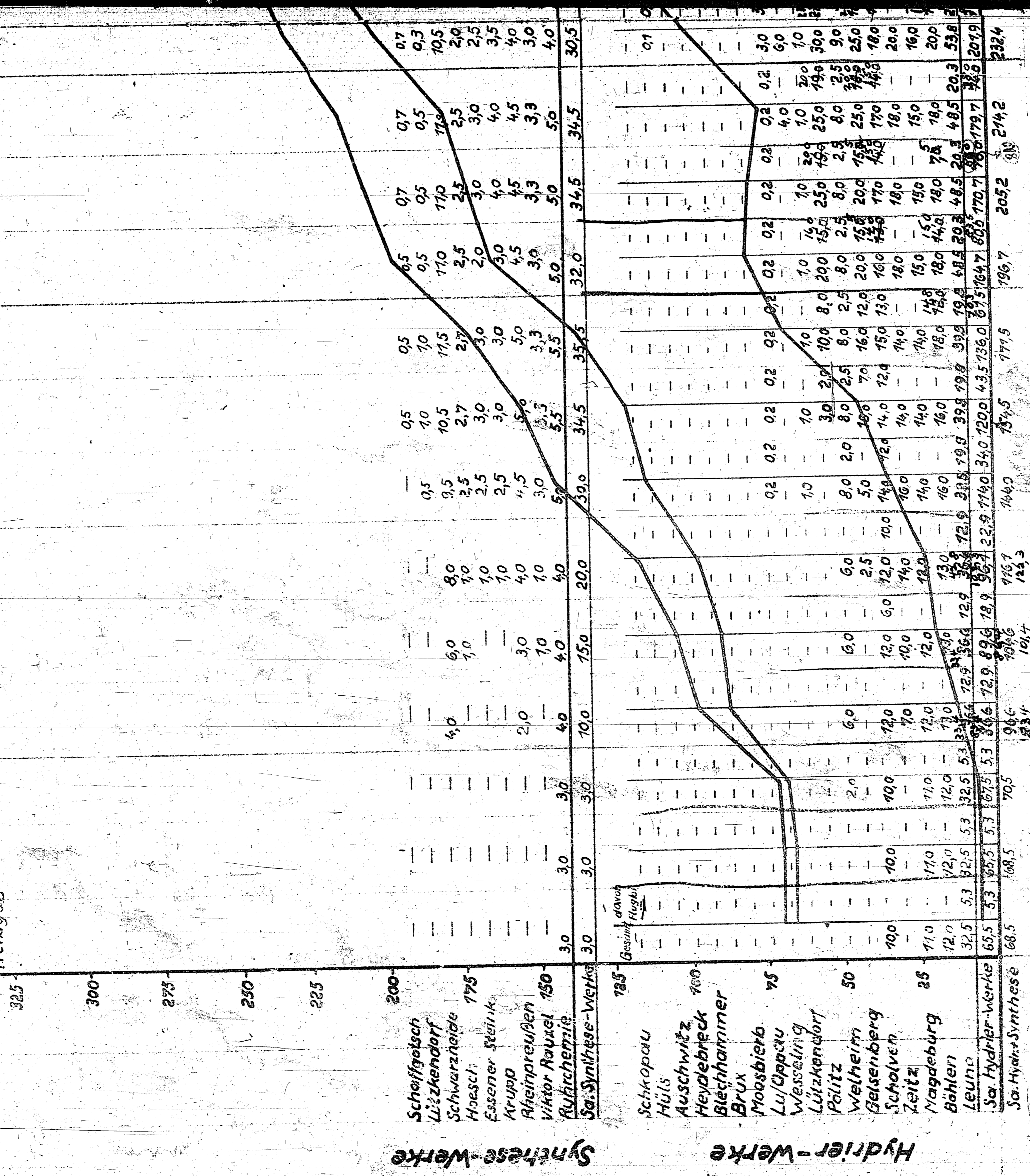
1941

1940

1939

1938

350
1000 mato
einschl.
Treibgas



Company	1938	1939	1940	1941
Schoiffolsch	0.5	0.5	0.5	0.5
Lützendorf	8.0	8.0	8.0	8.0
Schwarzheide	1.0	1.0	1.0	1.0
Hoesler	1.0	1.0	1.0	1.0
Essener Steinik	2.0	2.0	2.0	2.0
Krupp	4.0	4.0	4.0	4.0
Rheinpreußen	1.0	1.0	1.0	1.0
Viktor Rausch	4.0	4.0	4.0	4.0
Ruhrchemie	3.0	3.0	3.0	3.0
Hydrier-Werke	100	100	100	100
Schropau	0.2	0.2	0.2	0.2
Huls	1.0	1.0	1.0	1.0
Auschwitz	8.0	8.0	8.0	8.0
Heydebeck	5.0	5.0	5.0	5.0
Blechhammer	12.0	12.0	12.0	12.0
Brux	10.0	10.0	10.0	10.0
Moosbierb.	2.0	2.0	2.0	2.0
Lu/Coppau	10.0	10.0	10.0	10.0
Wessling	12.0	12.0	12.0	12.0
Lützenhof	10.0	10.0	10.0	10.0
Pölitz	12.0	12.0	12.0	12.0
Welheim	10.0	10.0	10.0	10.0
Gelsenberg	12.0	12.0	12.0	12.0
Schölvien	10.0	10.0	10.0	10.0
Zeitz	12.0	12.0	12.0	12.0
Magdeburg	10.0	10.0	10.0	10.0
Böhlen	12.0	12.0	12.0	12.0
Leuna	10.0	10.0	10.0	10.0
Sa. Hydrier-Werke	65.5	65.5	65.5	65.5
Sa. Hydrier-Synthese	68.5	68.5	68.5	68.5

10

9

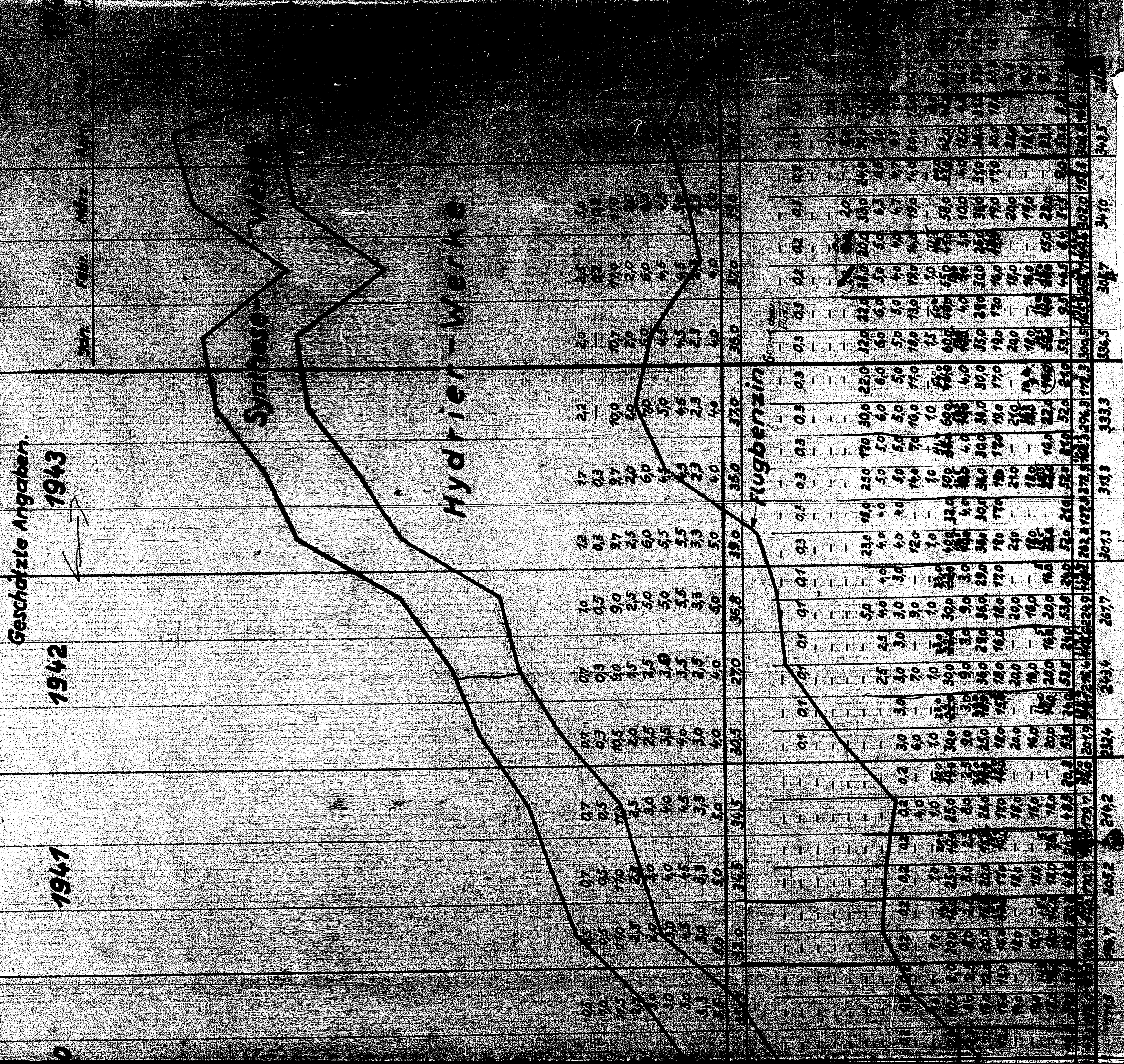
8

7

6

5

Aktion der Hydrier- und Synthese-Werke in 1941/42/43



10

9

8

7

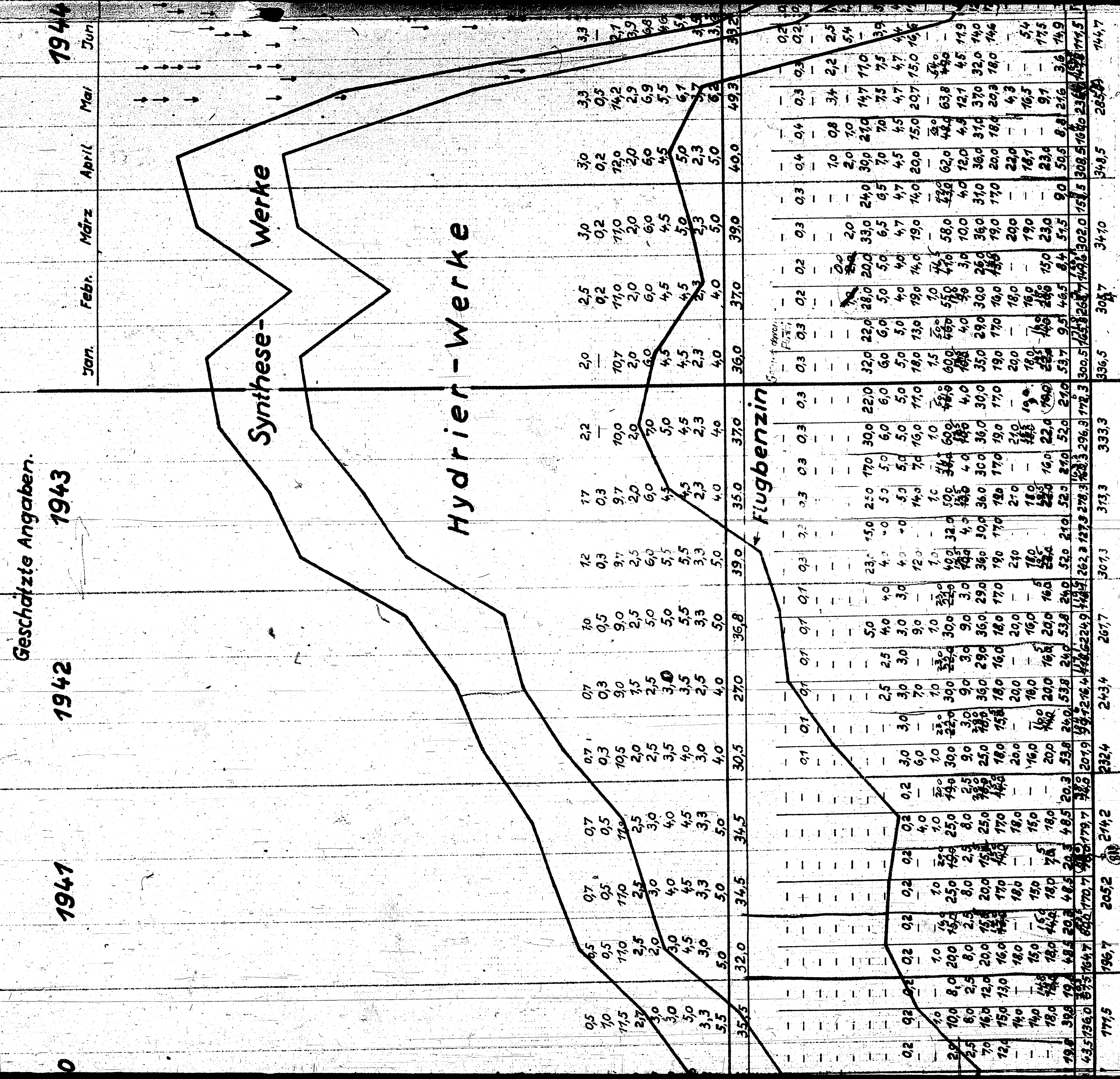
6

5

4

10

Entwicklung der Hydrier- und Synthese-Werke in 1000 m



Year	Jan.	Febr.	März	April	May	Jun.
1941	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1942	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1943	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1944	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1945	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1946	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1947	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1948	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1949	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1950	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1951	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1952	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1953	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1954	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1955	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1956	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1957	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1958	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1959	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1960	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1961	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1962	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1963	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1964	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1965	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1966	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1967	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1968	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1969	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1970	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1971	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1972	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1973	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1974	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1975	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1976	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1977	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1978	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1979	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1980	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1981	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1982	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1983	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1984	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1985	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1986	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1987	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1988	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1989	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1990	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1991	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1992	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1993	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1994	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1995	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1996	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1997	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1998	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1999	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2000	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

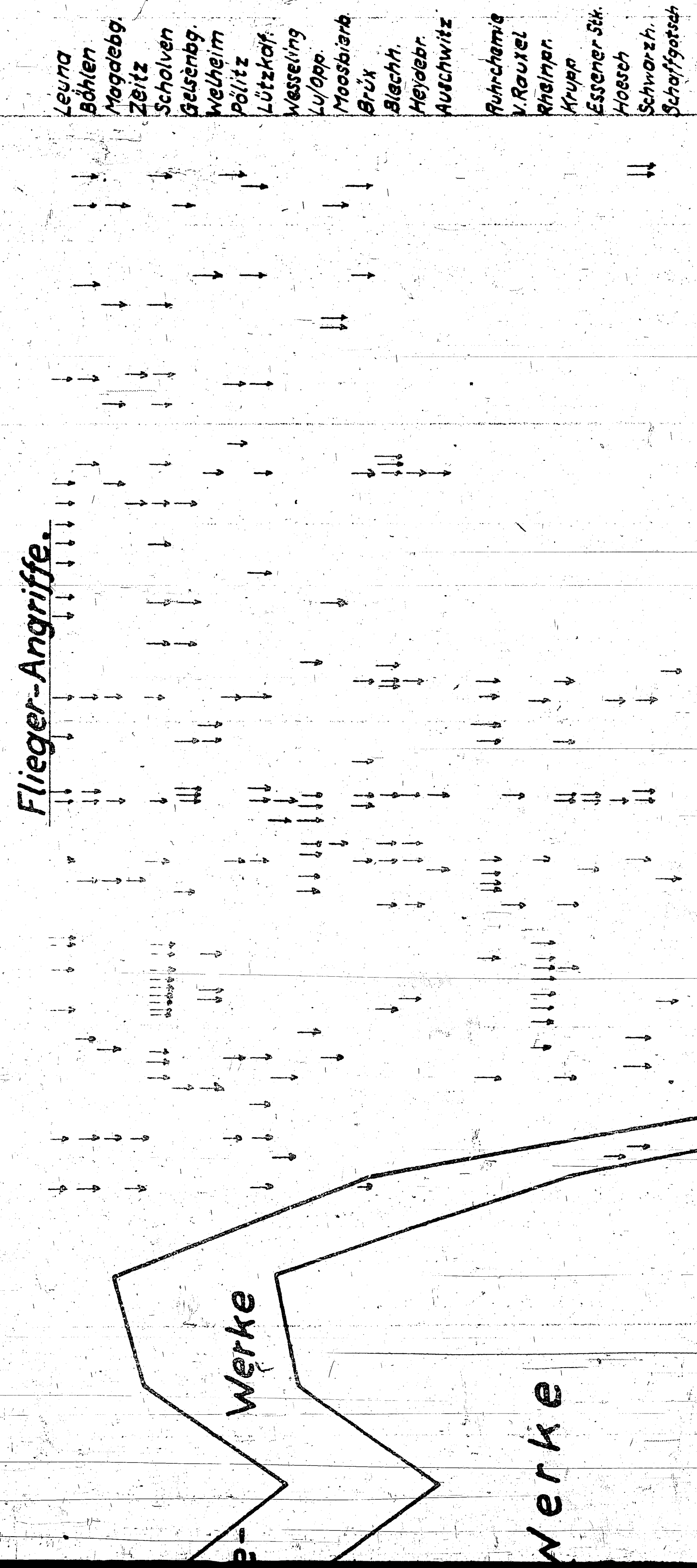
Werke in 1000 moto.

SOT.

1944

1945

Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt. Nov. Dez. Jan. Febr. März



Flieger-Angriffe.

- Leuna
- Böhlen
- Magdebg.
- Zeitz
- Schulzen
- Gelsenbg.
- Wetzelh.
- Pöhlitz
- Lütz-kof.
- Wesseling
- LuOpp.
- Moosbierb.
- Brück
- Blaichh.
- Meisebr.
- Auschwitz
- Ruhrchemie
- V.Rautel
- Rheinlpr.
- Krupp
- Essener-Stk.
- Hoesch
- Schwarzh.
- Schaffgotsh.

Month	1944	1945
Feb. 1944	0.3	0.2
Mar. 1944	0.2	0.3
Apr. 1944	0.4	0.4
May 1944	0.3	0.4
Jun. 1944	0.2	0.1
Jul. 1944	0.2	0.1
Aug. 1944	0.2	0.2
Sept. 1944	0.2	0.1
Oct. 1944	0.2	0.2
Nov. 1944	0.2	0.2
Dec. 1944	0.2	0.2
Jan. 1945	0.2	0.2
Feb. 1945	0.2	0.2
Mar. 1945	0.2	0.1

Month	1944	1945
Feb. 1944	220	280
Mar. 1944	200	330
Apr. 1944	200	300
May 1944	200	370
Jun. 1944	200	320
Jul. 1944	200	200
Aug. 1944	200	180
Sept. 1944	200	200
Oct. 1944	200	200
Nov. 1944	200	200
Dec. 1944	200	200
Jan. 1945	200	200
Feb. 1945	200	200
Mar. 1945	200	200

000002

3425-2

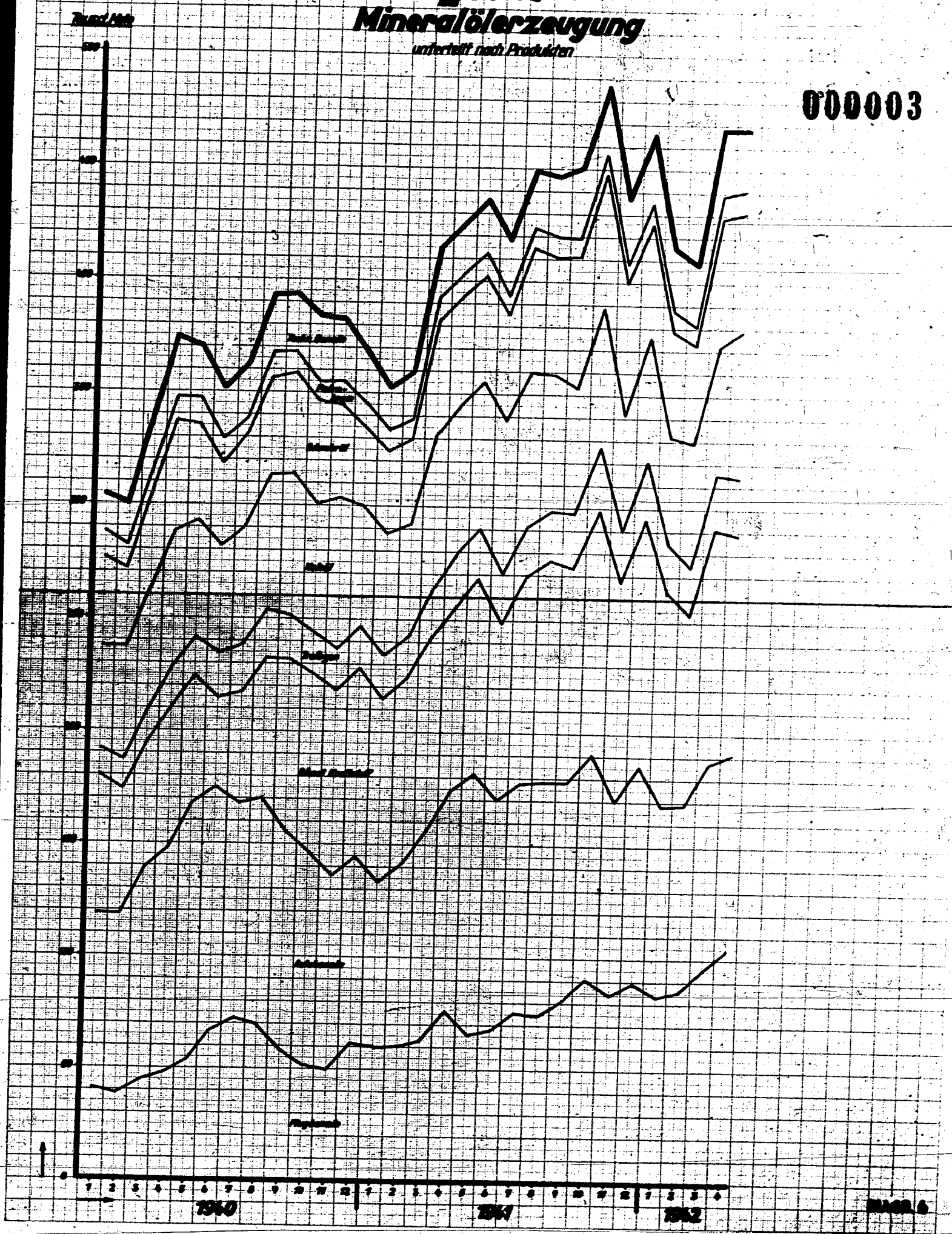
Total actual and planned production,
subdivided by product.

Effektive Mineralölherzeugung

unterteilt nach Produkten

Gesamt
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

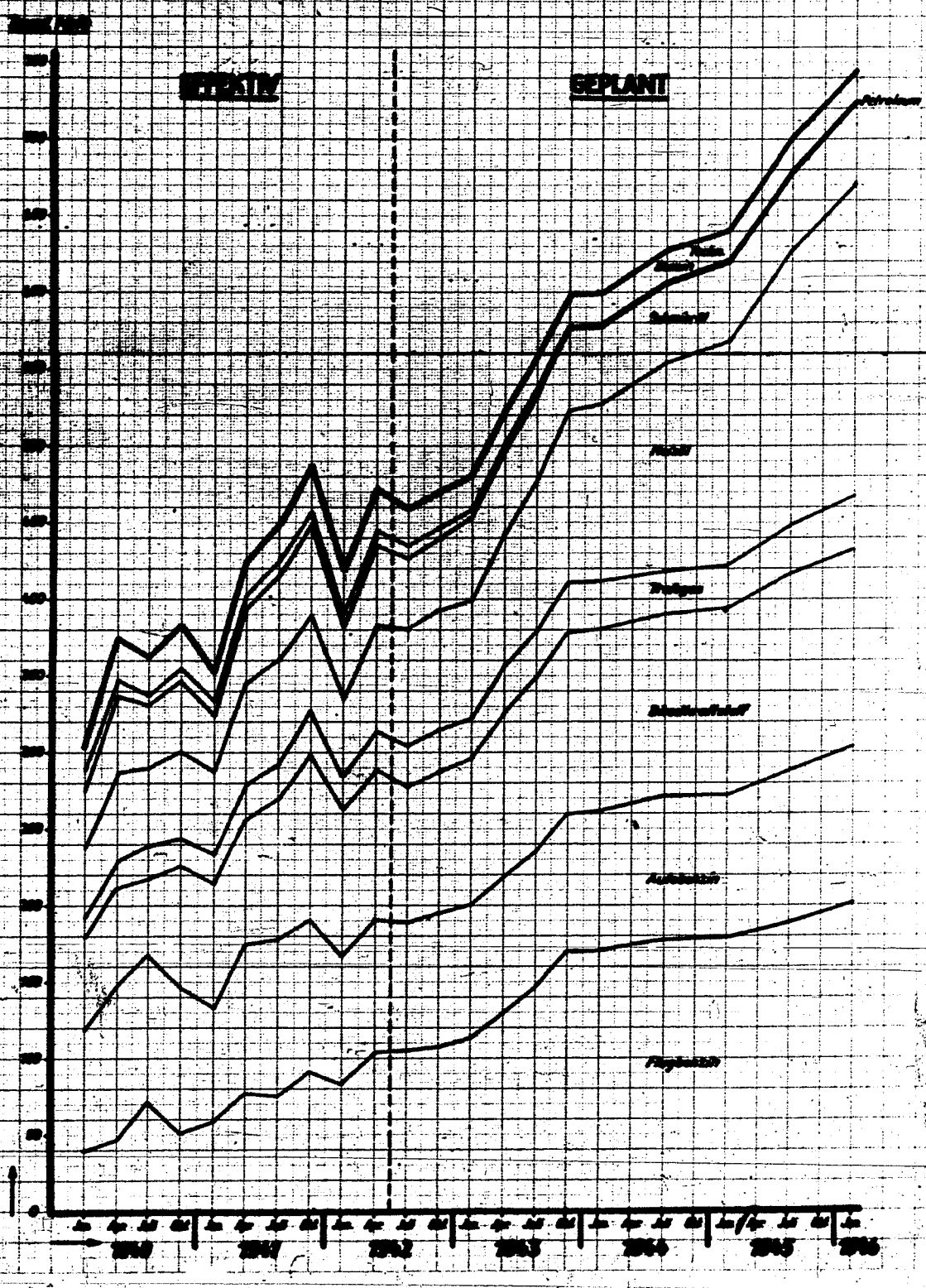
000003



Geheim!
1. Für die Öffentlichkeit ist diese
2. Für die Öffentlichkeit ist diese
3. Für die Öffentlichkeit ist diese
4. Für die Öffentlichkeit ist diese

700 264

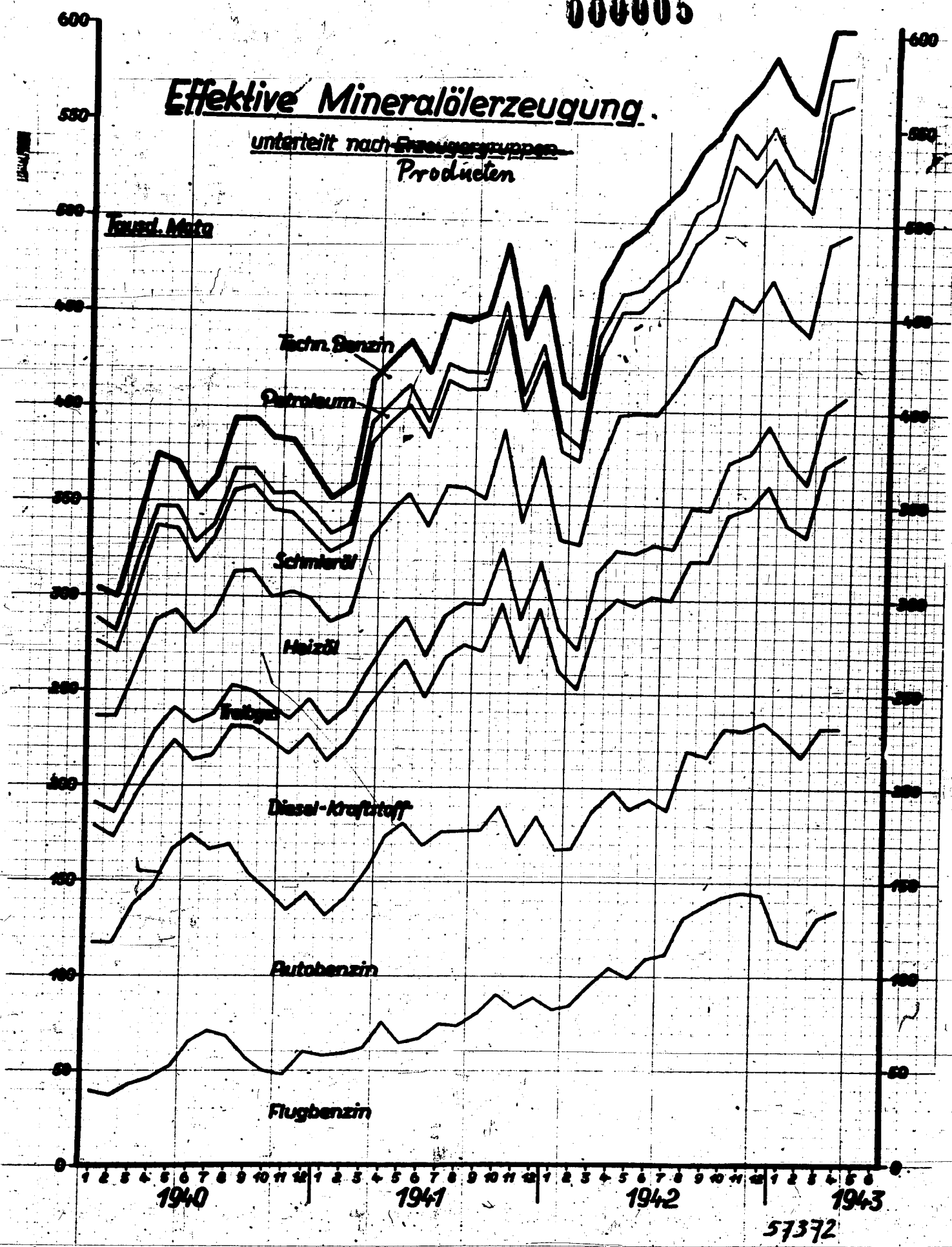
Effektive und geplante Mineralölerzeugung unterteilt nach Produkten



000005

Effektive Mineralölerzeugung.

~~unterteilt nach Erzeugergruppen~~
Produkten



57372

000006

3425 - 3.

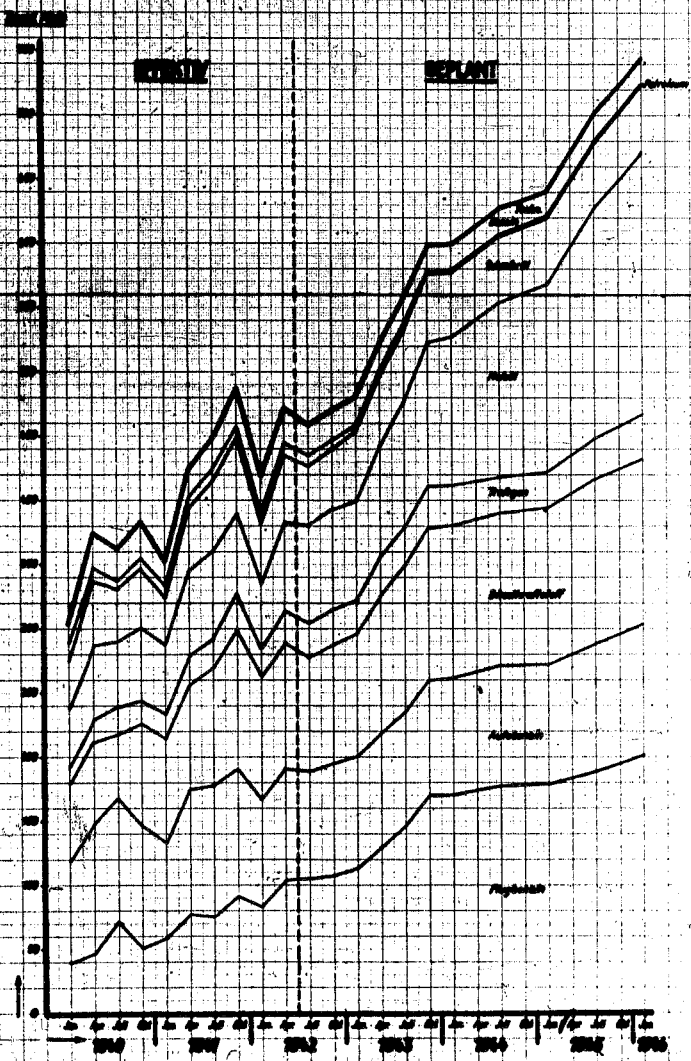
Total actual and planned
production, subdivided by processes

- 1. Nur an die Empfänger zu liefern
- 2. Nur an die Empfänger zu liefern
- 3. Nur an die Empfänger zu liefern
- 4. Nur an die Empfänger zu liefern

100 104

Effektive und geplante Mineralölerzeugung

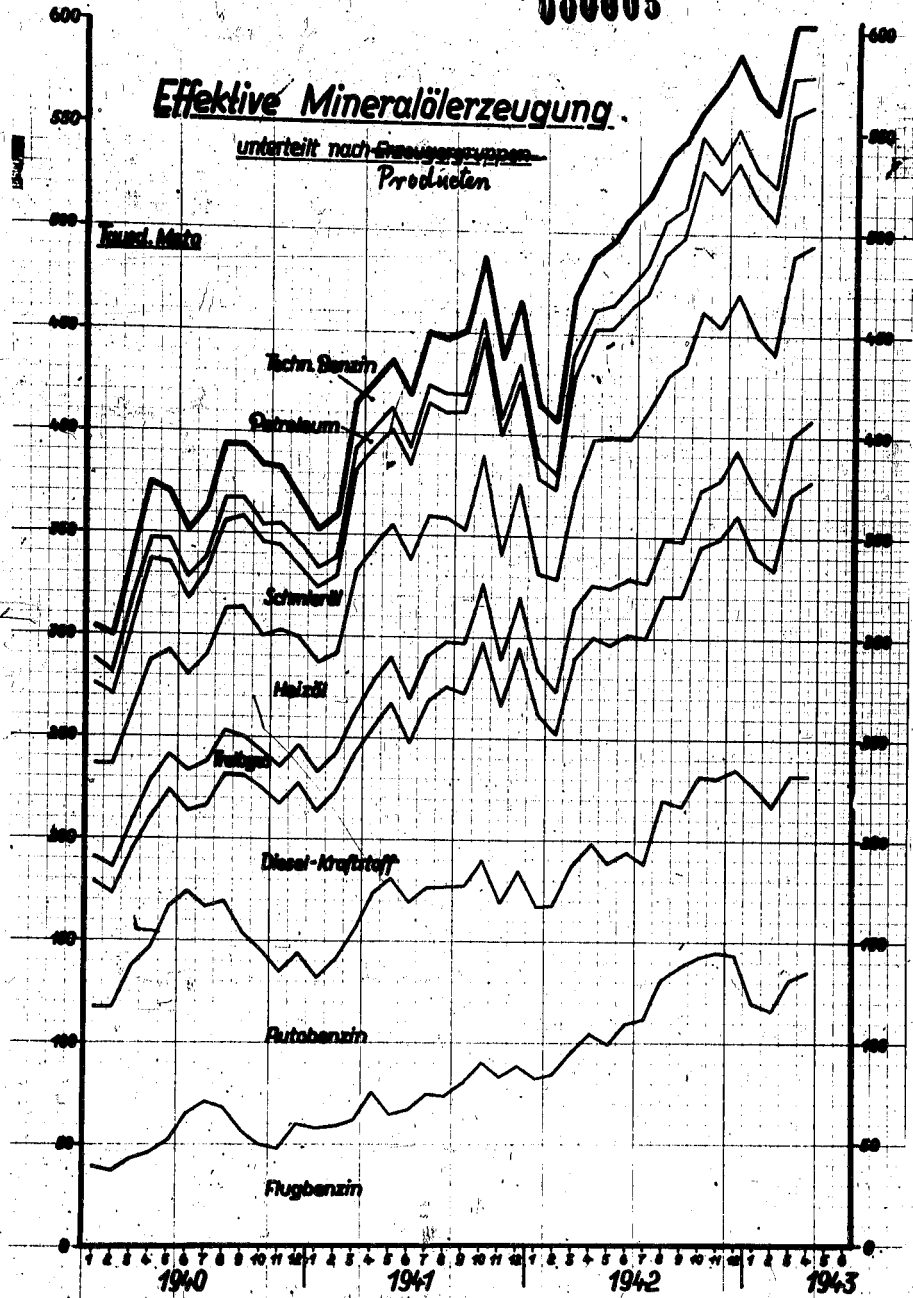
unterteilt nach Produkten



000005

Effektive Mineralölerzeugung

unterteilt nach Erzeugergruppen-Produkten



57372

000006

3425 - 3.

Total actual and planned
production, subdivided by processes

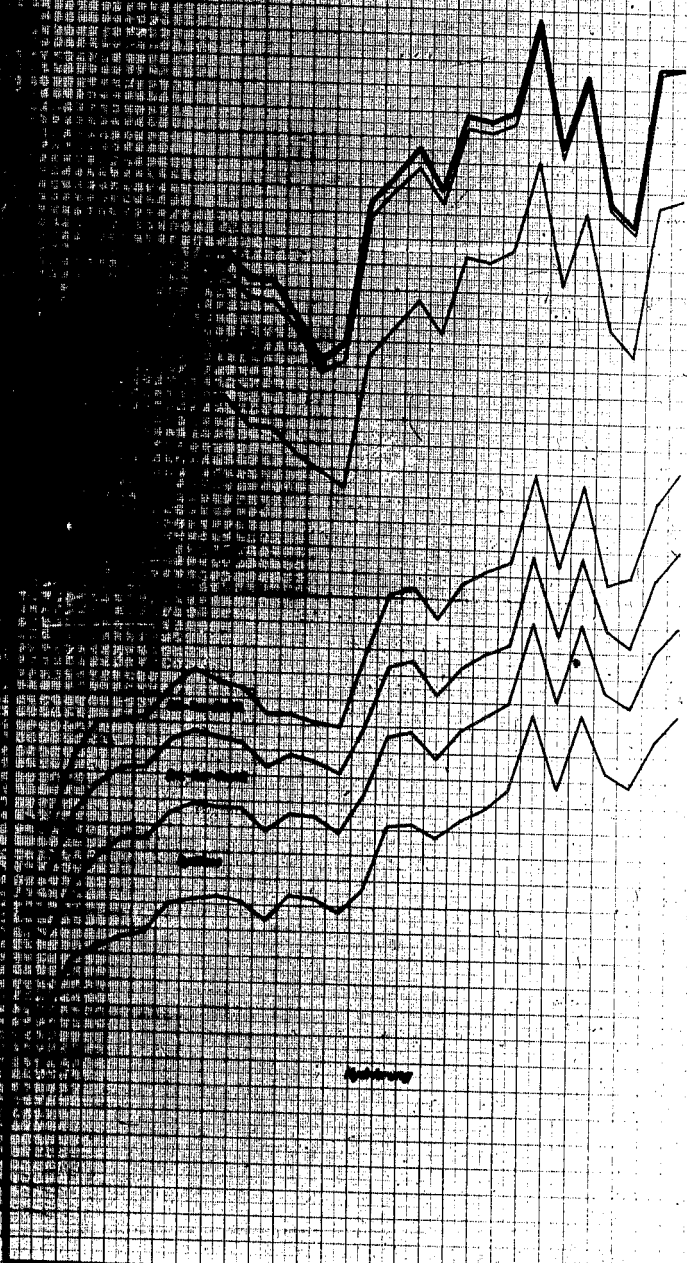
Geheim!

1. Nur 5 an Hauptamt in Bonn bei 5 00 10000
2. Schlichte im wesentlichen, bei Preisänderung im "Wirtschafts"...
3. Befreiung von Steuern, bei Befreiung von anderen Steuern...

02/107

Effektive Mineralölherzeugung

in Tausend Tonne



Währung

1940

1941

1942

DIAGR. 1

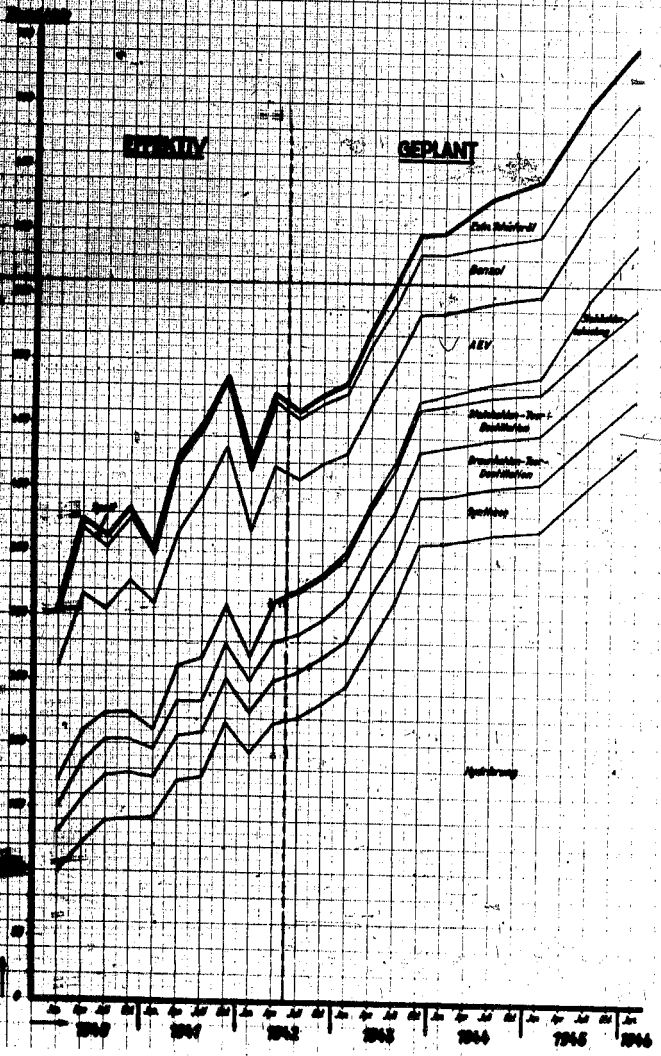
Scheitel

1. Für 6 in Eisenbahn in Staat bei
8.88 25.03.
2. Abstände von anderen, bei 5.00
3. Abstände von 2.000 bis 3.000
4. Abstände von 1.000 bis 2.000
5. Abstände von 500 bis 1.000

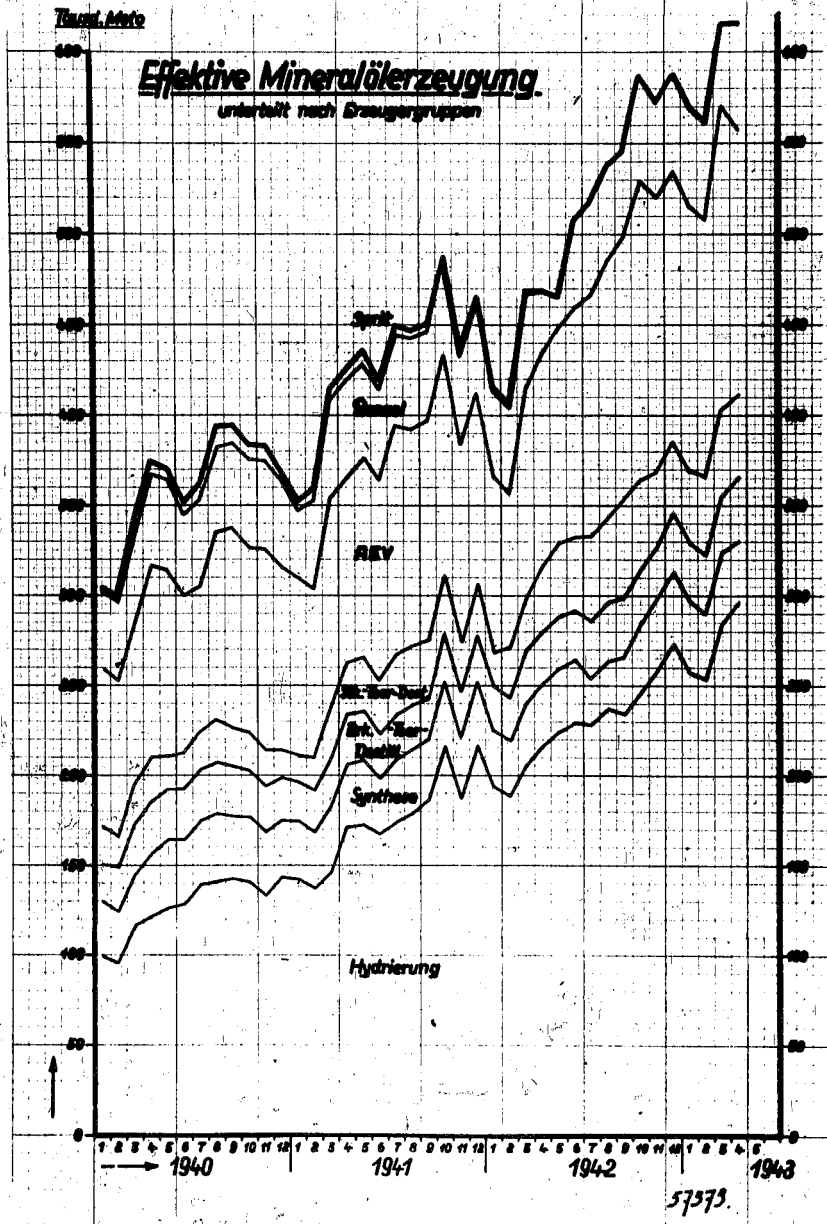
00000

Erreichte und geplante Mineralförderung

unterteilt nach Erzeugergruppen



000009

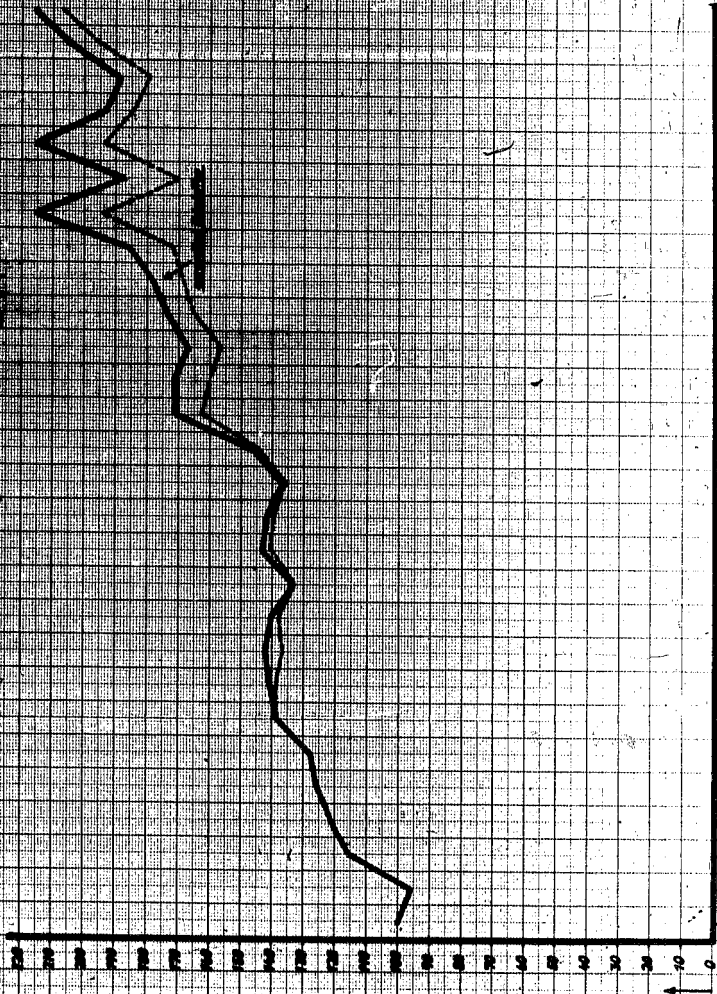


Geheim
Verdichtungsamt
Verdichtungsamt
Verdichtungsamt
Verdichtungsamt

000010

Hydrograph

Wasserstand



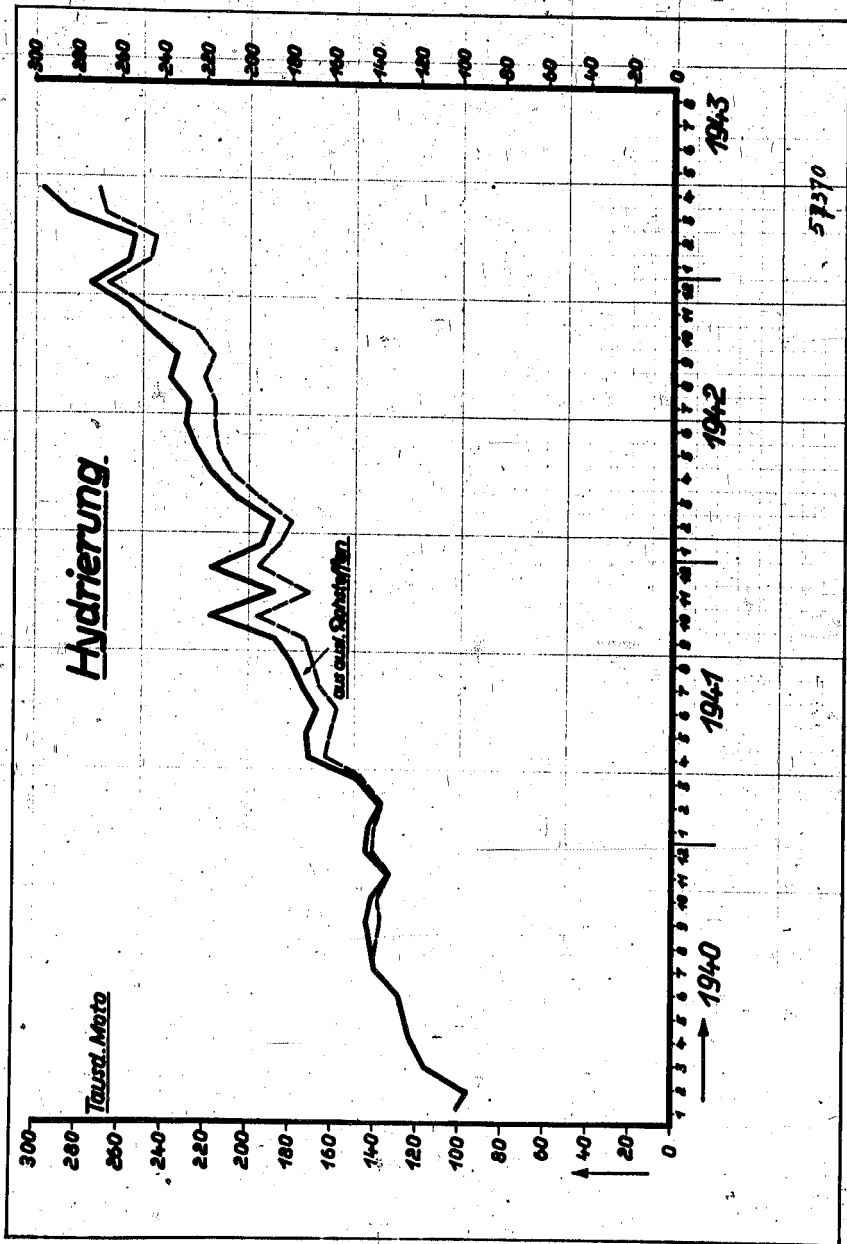
DIAGR. 2

1942

1941

1940

200071



000012

3425-4

Total actual and planned
coal hydro production, subdivided
by plants.

000013

Geheim

1. Nur in den Angelegenheiten im Sinne des § 88 StGB.
2. Wörtlich nur erklären, bei Fortführung auf „Erläuterung“.
3. Dem Antrag zur U. - Änderung des...

Effektive und geplante Erzeugung der Gruppe der Hydrierwerke

einschl. HF, DHD, Di 1000 und SS-Öl

Tausend kWh

1000

800

600

400

200

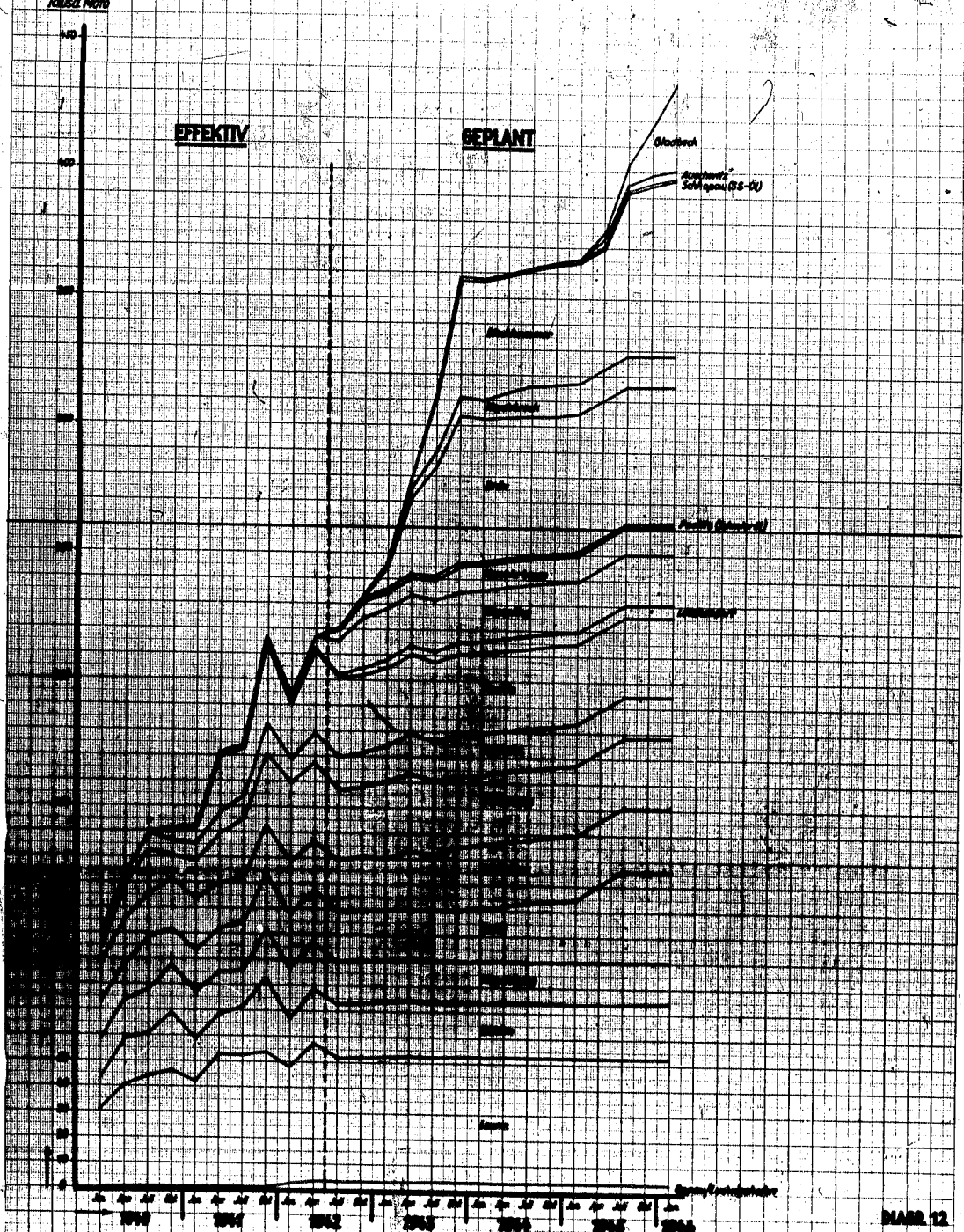
0

EFFEKTIV

GEPLANT

Oktobersch

Auswertung Schmelzraum (SS-Öl)



000014

3425-5

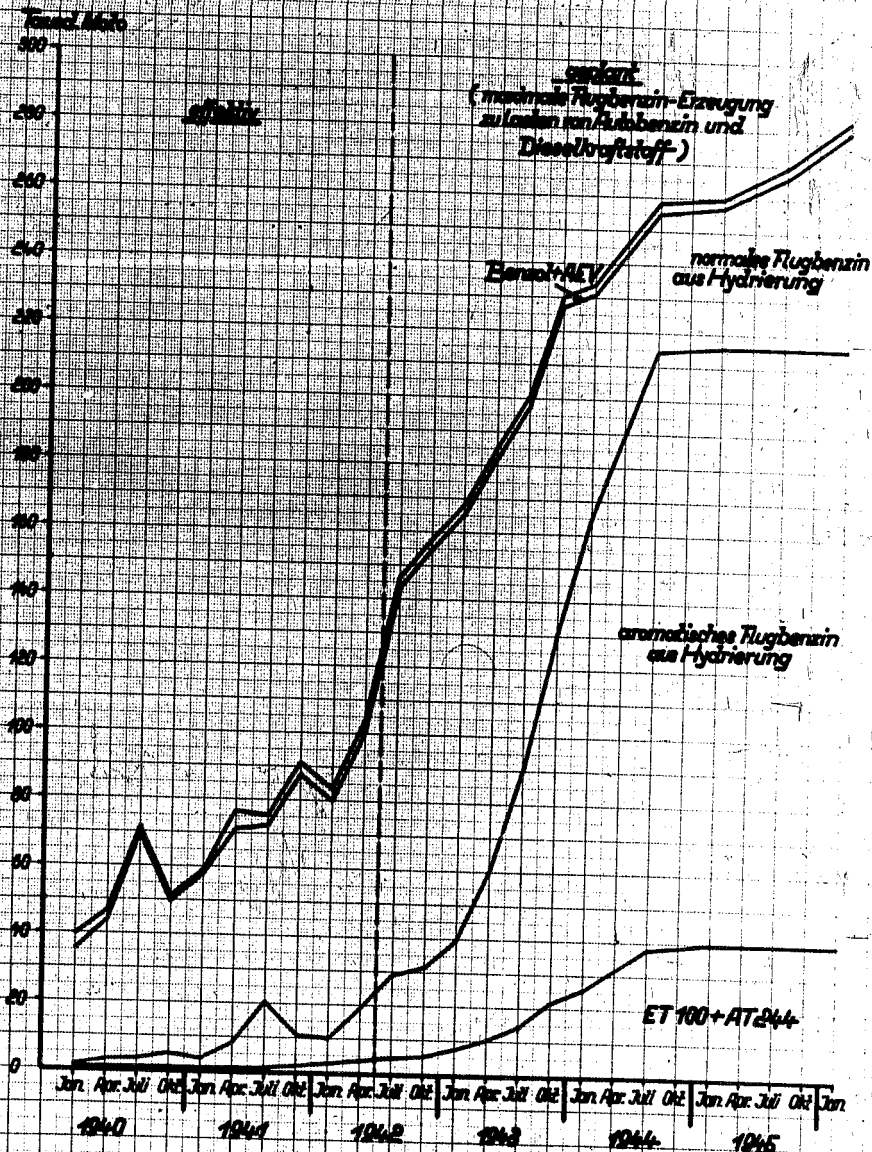
Total actual and planned
aviation gasoline production

000015

Flugbenzin-Erzeugung (Maximales Diagramm)

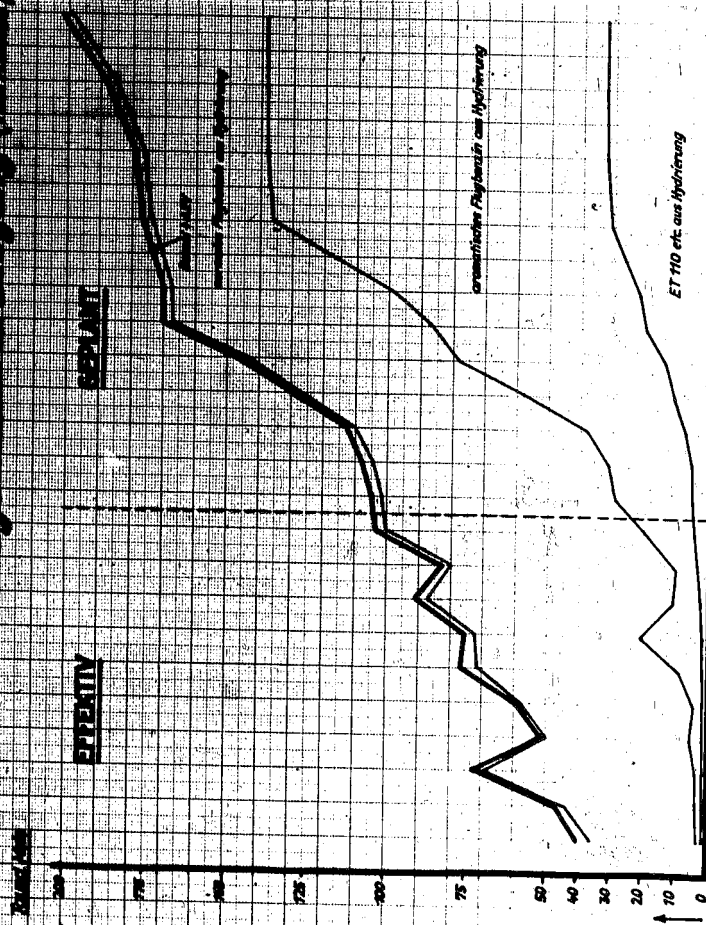
Geheim!

1. Dies ist ein Richtungsplan im Sinne des § 20 Abs. 2.
2. Die Angabe der vertikalen, bei dieser Höhe als „Erhöhter“.
3. Die Angabe über die Umwandlung der Erzeugnisse unter anderem durch die



1000000

Flughafen-Erweiterung (Kaiser-Damm)

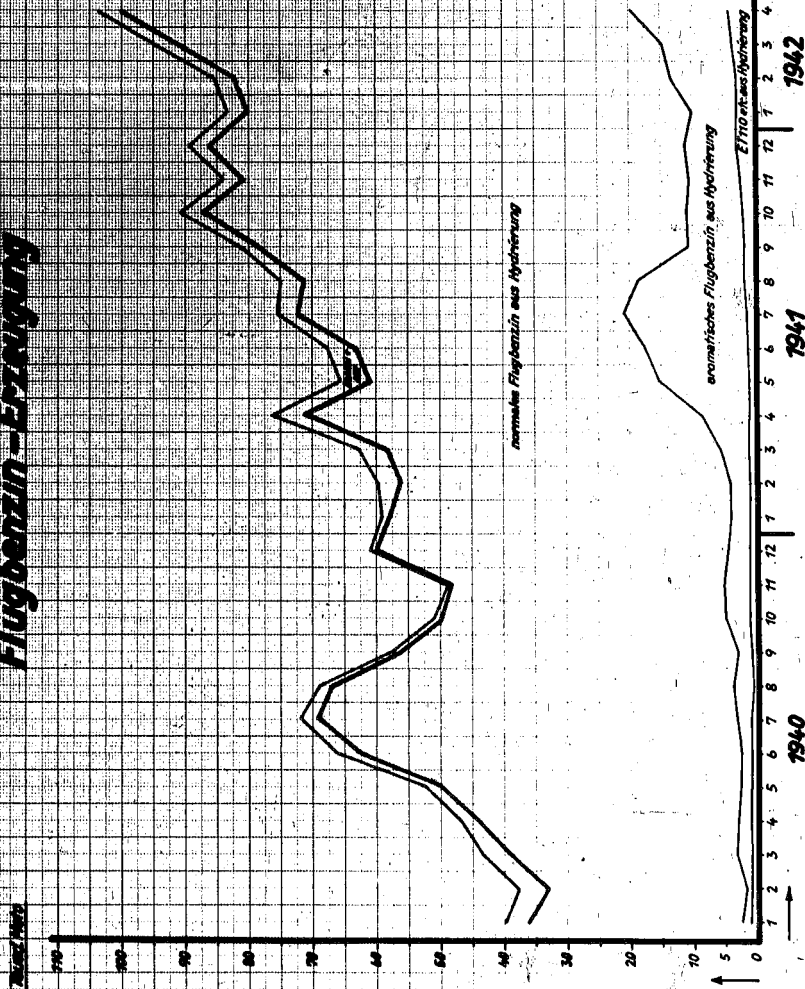


Jan Apr Juli Okt
 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946

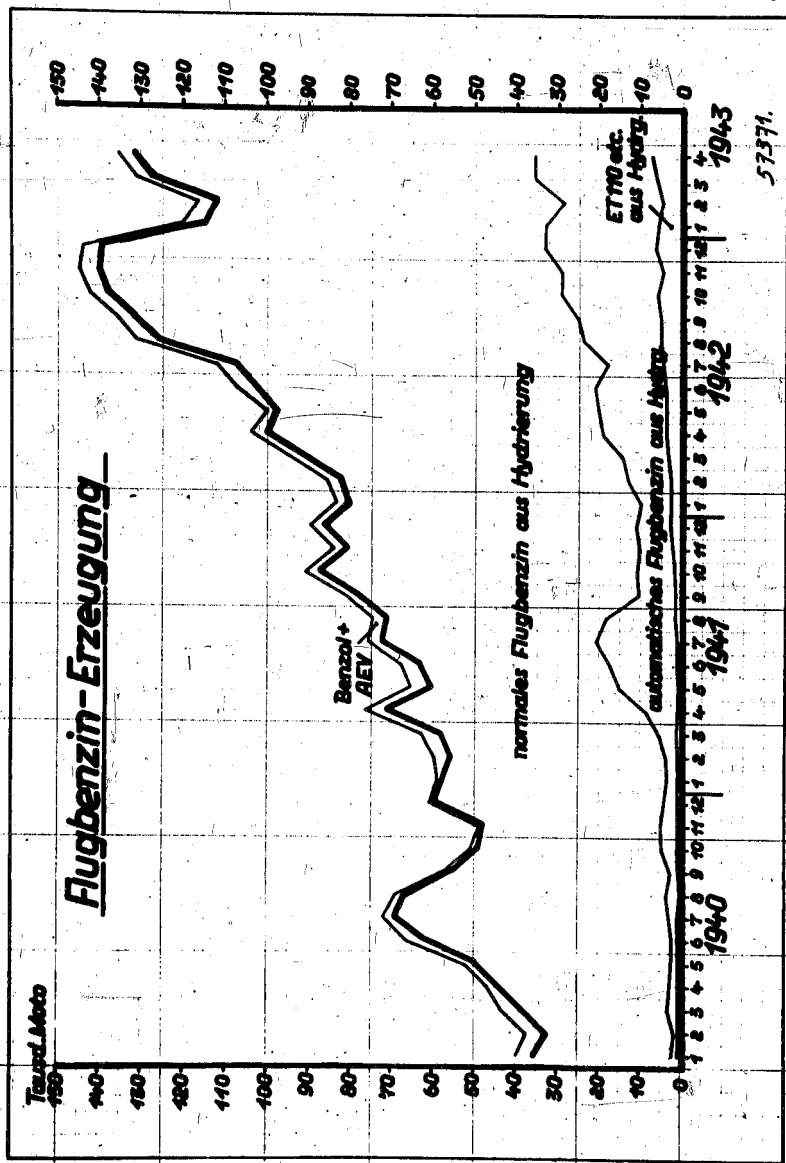
Effektive Flugbenzin-Erzeugung

1940

6 5 4 3 2 1



000018



000019

3425-6

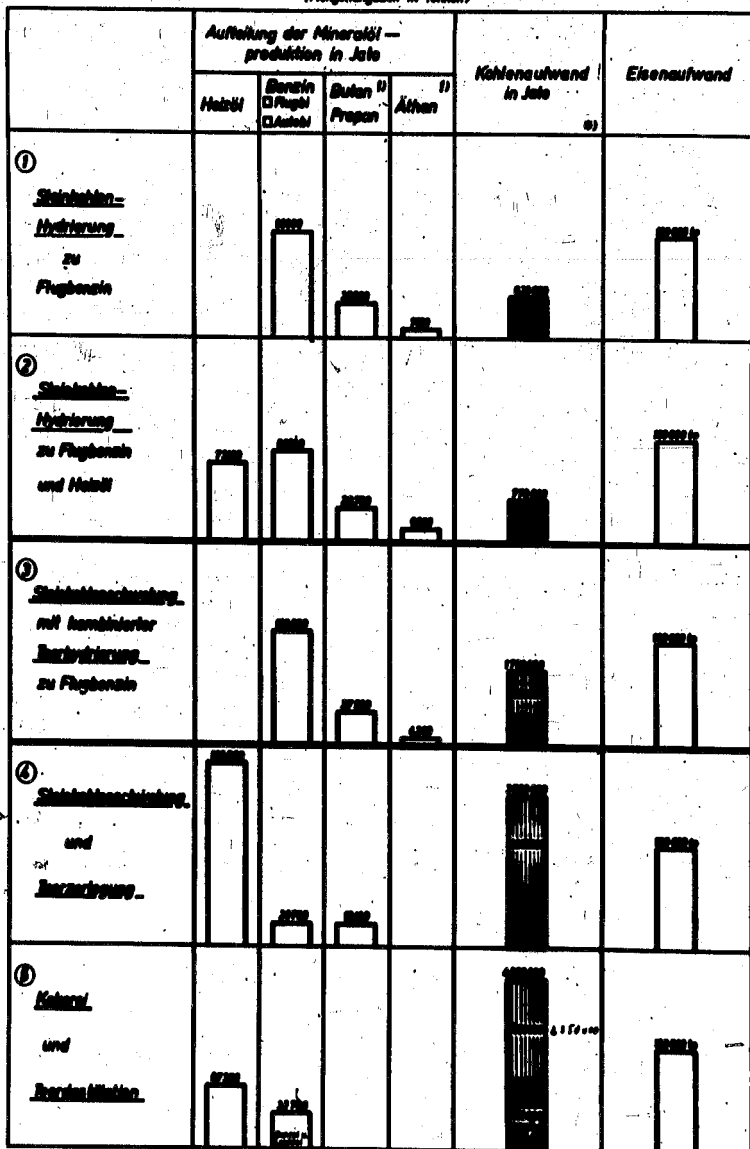
Comparison of economics of
hydrogenation and coking processes

000020

Unterschiede verschiedener Steinkohlenveredlungs-Verfahren

Mineraliiproduktion bei einem Eisenaufwand von 100000 t

(Die Höhe der Säulen entspricht dem Wärmehalt der Produkte)
(Nebenmengen in Tonnen)



① Darstellung gegenüber der der Mineraliiproduktion im Werk 1/125 verkleinert

① Verprodukte für Hochleistungsfluchtstoffe und Hochleistungsschmierstoffe

5736

Wirden der Hochleistungsfabrik zugeführt

■ Diese Menge Heißöl wird der Hochleistungsfabrik wieder zugeführt

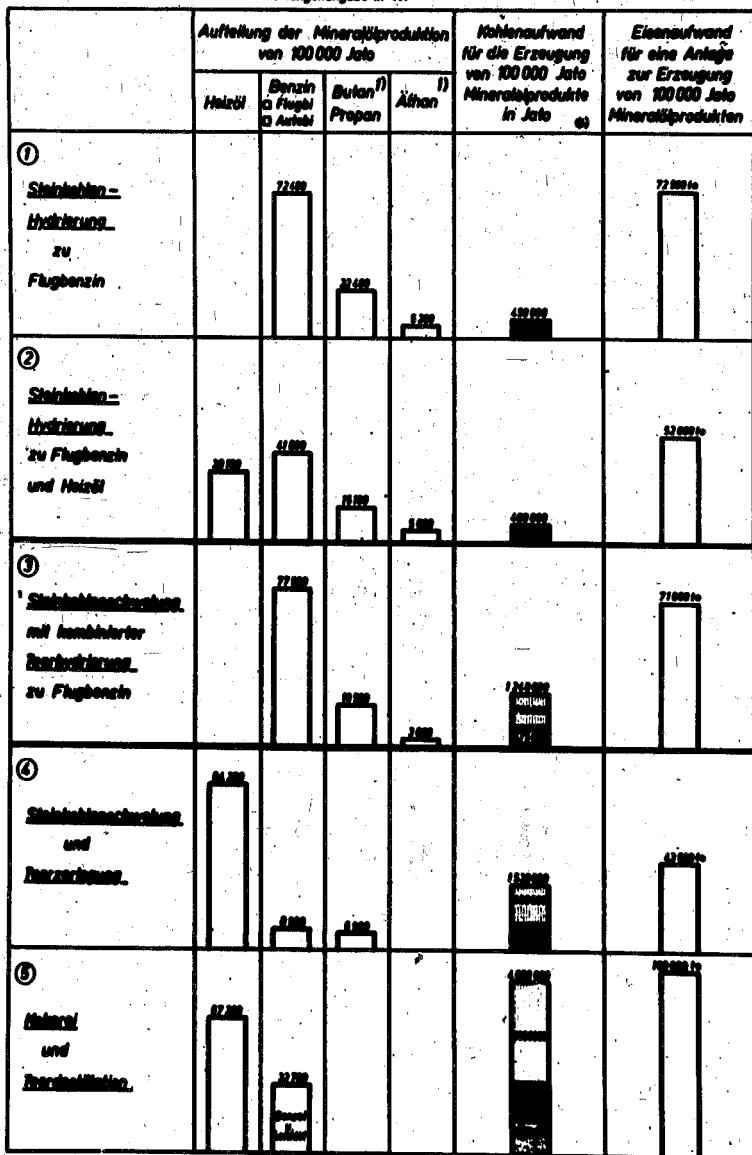
000021

Unterschiede verschiedener Steinkohleveredlungs-Verfahren

Eisen- und Kohleaufwand für eine Mineralölproduktion von 100 000 Tons

(Die Höhe der Säulen entspricht dem Wärmehalt der Produkte)

(Mengenangebe in t)



⑤) Darstellung gegenüber der der Mineralölproduktion im Verh. 1:33 vermindert

1) Vorprodukte für Hochleistungsstoffe und Hochleistungsschmierstoffe

□ Werden der Volkswirtschaft entzogen

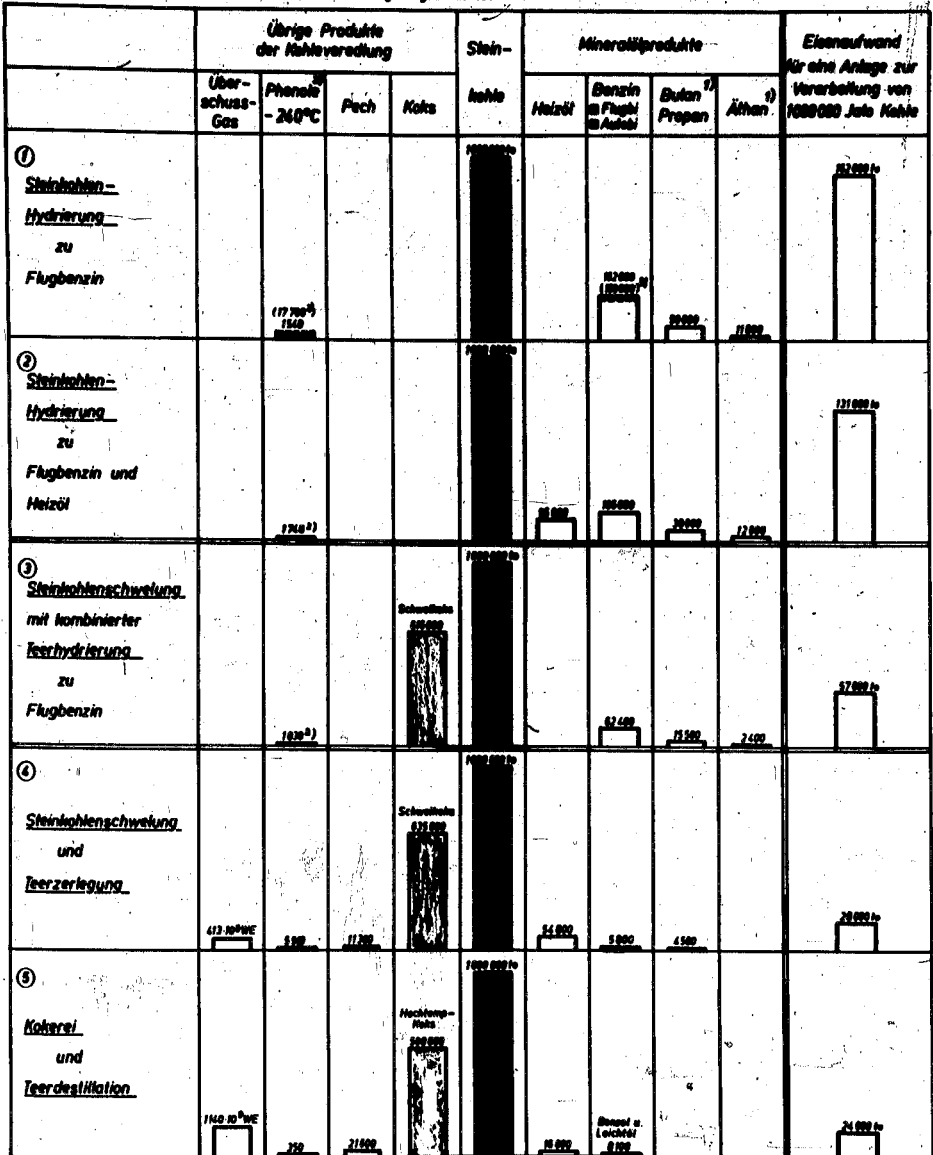
■ Diese Menge fällt in der Volkswirtschaft wieder zufließt

57368

000022

Unterschiede verschiedener Steinkohleveredungs-Verfahren

(Die Höhe der Säulen entspricht dem Wärmehalt der Produkte)
(Mengenangebe in t)



1) Vorprodukte für Hochleistungs-treibstoffe und Hochleistungsschmierstoffe

2) Phenolherzeugung kann auf Kosten der Mineralproduktion gesteigert werden bzw. im Fall 1 auf 17700 t Phenol, wobei die Flugbenzinproduktion auf 150000 t zurückgeht

3) Bei Gewinnung auch höherer Phenole erhöhen sich die Zahlen auf etwa das 2-3 fache

57366

Bag 4056

Target 30/Opportunity

Prof. Dr. E. Kadmer
Technische Hochschule,
Munich

17 Papers

Bag 4056

Target 30/ Opportunity - Prof. Dr. E. Kadmer, Technische Hochschule,
Munich.

1. CAFT assessment report.
2. Ten reports on lubricants for metal cutting and drawing.
3. Investigation of friction, wear and lubricating power, using the Almen-Wieland oil testing machine.
4. Development of new high-pressure viscosity meter.
5. Experiments on oil ageing with the HWA-apparatus according to Noack.
6. The high vacuum distillation of synthetic lubricating oils and petroleum raffinates.
7. The high vacuum distillation of army motor oils.
8. The sulfonation of various mineral oils for acid tar work-up.
- Report and patent.

Box 4056

SECRET.

Item 1

CIOS CONSOLIDATED ADVANCE
ASSESSMENT REPORT.

To - CIOS Secretariat, SHAEF (Rear)

TITLES -
Target No. - Opportunity

Title - Prof. Dr. E. Kadmer, ex Technische Hochschule,

Location - Haufstanglstrasse 8/1, Munich-Nymphenburg.

Condition - Not applicable

Description - Prof. Kadmer is a Professor in the school of Chemical Technology at the Technische Hochschule, Munich and is the second senior professor in this department. During the last two years he has received regular sums of money from the O.K.H. (Ober-Kommando Weeres) to carry out work of a rather fundamental nature on the qualities of natural and synthetic lubricating oils. His work has included determination of "lubrificacity" i.e. oiliness, the composition of the various fractions distilled from luboils, manufacture of high water content cooling (cutting) oils, the preparation of water soluble residues from acid sludges etc.

One copy of each of 19 reports was collected, and Dr. Kadmer has the transparencies so that more can be supplied if required.

Dr. Kadmer has also worked on the improvement of flame thrower fuels, the original composition of which was reputed to be -
60% Coal Tar

40% Benzole Forerunnings

The new formula developed, but never put into operation production owing to the shortage of raw materials was -

- ca. 45% Coal tar
- 20-30% Duesol Extract
- 10% Montan Wax
- 15% Benzoin
- 2-3% Polystyrol

He stated that no work had been done on the aluminium stearate type of F.T. Fuel.

Items Guarded - None

Priority Assessment - Considered to be of no further interest to CIOS.

Date of Assessment - 13 May 45

Assessors' Names - Major R.E.Hales
Major C.W.Scott

6th. Army Group

CIOS Items 17 and 30

Distribution CIOS Secretariat, SHAEF (Rear)
'T' Sub-Div., G-2 SHAEF (Main)
G-2 'T' Section, 7th. Army
'T' Section, G-2, 6th. Army Group
Documents Section, SHAEF (Main)
Naval Targets, Sub-Div., G-2 SHAEF (Main)
CAPT Leader

000023

000024

Bag 4056

2. Ten Reports on Lubricants
for Metal Cutting and Drawing

Bezug: Forschungsauftrag v. 19.1.1944, WA-Mr. SS 4104-0170/43-I/44,
Geheim, "Ausweichschmierstoffe für spannende und spanlose
Formung in der Rüstungsindustrie"

Betrifft: Zwischenbericht

GEHEIM

Der Stoff der Bearbeitung gliedert sich in zwei Hauptab-
schnitte: Metallzerspanung und spanlose Formung.

Metallzerspanung

1. Schon im November 1943 trat der Berichterateter mit der
Fa. Kauserwerke AG, Oberndorf/Neckar in Fühlung und fand mit seinem
Forschungsvorhaben das allergrösste Entgegenkommen. An eine dreitä-
gige Betriebsbegehung unter Führung von Herrn Ing. Reichert, schloss
sich eine ausführliche Besprechung an über durchzuführende Ver-
suche, die sowohl das Interesse des Werkes wie des Berichterateters
hatten. Als grundsätzlichen wurde vorangestellt, dass die Fließ-
fertigung selbstverständlich in keiner Weise durch die Versuche
behindert werden dürfe und dass von Grenzversuchen mit fraglichen
Ergebnissen Abstand genommen werden müsse. So kam es schliesslich
zwischen Herrn Ing. H. Reichert und dem Berichterateter zur Auf-
stellung eines Arbeitsplanes.

Herr Ing. H. Reichert, dem im Werk Oberndorf der Schmierstoff-
haushalt obliegt, und der den Verbrauch für über 10.000 Werkzeug-
maschinen in mustergültiger Weise regelt, war immer wieder daran
gelegen, zu betonen, dass er, wo irgend möglich, die nicht wasser-
mischbaren Schneidöle durch Emulsionen zu ersetzen wünsche, schlies-
slich auch da, wo man bisher nicht daran gedacht oder nicht gewagt
habe, einen derartigen Wechsel durchzuführen.

A.) Emulgierbare Öle

- Das Tieflochbohren von Hülsen mit Hartmetall wurde bisher mit
einem Schneidöl (Jumag) durchgeführt, welches bei diesem Arbeits-
vorgang bei den Arbeitern starke Akne-Bildung hervorrief. Nach
Ansicht der Hartmetall-Fachleute ist ein Wechsel auf Emulsionen
(angeblich wegen Mangel an Schmierwert) unmöglich; trotzdem ent-
schloss sich Reichert zum Einsatz von V/Ka 1 (Versuchsöl/Kadmerl)
einem mit Trikresylphosphat hoch aktivierten Emulsionsöl, das in
mehrwöchiger Labor-Arbeit planmässig entwickelt wurde. Das einst-
weilige praktische Ergebnis kann noch nicht ganz befriedigen,
denn mit dem wasserfreien Schneidöl (Jumag) betrug die durchschn.
Stanzzeit der Hartmetallbohrer 57 Hülsen, mit 15%iger wässriger
Dispersion von V/Ka 1 konnten nur durchschnittlich 40 Hülsen
erreicht werden. Eine weitere, innere Aktivierung des Emulsions-
öles ist kaum mehr möglich, weshalb jetzt in weiteren Versuchen
der Zusatz von wasserdispersiblerem Graphit (Hydrokollag) und
Kolloidschwefel (Cosen) erprobt wird, um die Phase Wasser schmier-
fähiger zu machen. Ergebnisse mit diesen Ansätzen liegen zzt
noch nicht vor. H. Reichert ist weiterhin der Ansicht, dass die
Viskosität derartiger Emulsionen nicht ausreichend sei, was im
Labor Kadmer zu ausgedehnten Messungen über das Viskositäts-
Temperaturverhalten von Emulsionen (Typ Wasser-in-Öl und Öl-in-
Wasser) Veranlassung gab. Bei Emulsionen von Bohról-Charakter
sinkt tatsächlich die Viskosität bei Einstellungen unter 60%
Bohról/40% Wasser stark ab. Reichert schlägt die Mitverwendung
zweier Verdickungsmittel, einseitigen unbekannter Zusammensetz-
ung vor, Kadmer plant die Mitverwendung von wasserlöslicher Cel-
lulose (Tylose).

000025

Einen breiten Rahmen nehmen bei Mauserwerke AG die zahlreichen Fräsarbeiten ein, bei denen überwiegend Bohrmittel HÖ der IGF in Verwendung steht. Die angeordnete Konzentration von nur 1%-igen HÖ-Lösungen erweist sich in vielen Fällen als zu schwach. Die Techn. Gutachter Kommission bei der Reichsstelle f. Mineralöl hat gegenüber Mauserwerke AG die Erprobung einer Kombination von Meplanol (Meier, Bl.-Weissen-see) und HÖ angeordnet; das Ergebnis dieser Versuche steht noch aus. Die labormässige Untersuchung des Meplanol berechtigt nicht zu besonderen Erwartungen. Der Arbeitsplan Reichert-Kadmer sieht deshalb beim Roh- u. Fertigfräsen von Hülsen-Rohlingen mit Rundfräsern, ferner beim Waagrechtfräsen der Hülsen-Unterseite und bei Arbeiten mit Hohlstirnfräsern die Kombination von HÖ mit V/Ka 1, Hydrokollag und Cosan vor, so zwar, dass HÖ tatsächlich nur mehr in 1%iger Lösung in Anwendung kommen soll und durch die angeführten Zusätze Verstärkung finden möge. Abschliessende Versuchsergebnisse liegen noch nicht vor. - Hingegen hat Reichert auf sinnige Weise die schwierige Frage der richtigen Stanzzeit-ermittlung dadurch überbrückt, dass er nicht die mehr oder minder abgenutzten Fräser mit zahllosen Messerschneiden unter Beobachtung nimmt, sondern mit dem Schmelz-Licht-schnittgerät die Oberflächenrauigkeiten der Werkstücke ausmisst. Die Erfahrung zeigt, dass Fräser oft schon nach wenigen Werkstücken stumpf werden; es wird dann weiter mit stumpfen Fräsern weitergearbeitet. Reichert greift nun einfach jede 20-ste, 200-ste, 570-ste und 575-ste Hülse heraus und misst bei verschiedenen HÖ- bzw. V/Ka 1-Emulsionen die durchschnittliche Flächenrauigkeit (Mittel aus je 50 Messungen) in μ . Ein knapper Auszug der umfangreichen Versuchsprotokolle ist in nachstehender Aufstellung enthalten:

Werkstück Konzen- Flächenrauigkeit in μ (Durchschnitt)
tration bei Verwendung von

| | % | Bohrmittel HÖ | Versuchsöl | Kadmer 1 |
|-----------------|-----|---------------|------------|-------------|
| <u>20-stes</u> | 1 | 16,45 μ | | |
| | 1,5 | 14,71 μ | ..... | 16,55 μ |
| | 2 | 15,51 μ | | |
| | 3 | 14,19 μ | | |
| | 6 | 13,01 μ | | |
| <u>200-stes</u> | 1,5 |  | ..... | 17,85 μ |
| | 2 | 16,85 μ | | |
| <u>570-stes</u> | 1 | 17,85 μ | | |
| | 1,5 | 17,75 μ | ..... | 18,08 μ |
| | 2 | 17,52 μ | | |
| | 3 | 17,55 μ | | |
| | 6 | 17,50 μ | | |
| <u>575-stes</u> | 1 | 21,57 μ | | |
| | 1,5 | 20,05 μ | ..... | 18,41 μ |
| | 2 | 19,51 μ | | |
| | 3 | 18,55 μ | | |
| | 6 | 18,05 μ | | |

Weitere Ansätze sind mit HÖ und Cosan bzw. Hydrokollag beabsichtigt.

Auch beim Außenfräsen soll versucht werden, bisheriges Schneidöl durch aktivierte Emulsionen zu ersetzen.

B.) Schneidöle

- Zum Drallnuten-Ziehen an Gewehrläufen mit feinen Schabmessern eignen sich nur die nicht mit Wasser mischbaren Schneidöle. Bei diesem Vorgang kommt es nicht nur auf spontane Effekte der Schmierfähigkeit an, sondern auf gute Flächenfeinbearbeitung. Dass es ausserordentlich schwierig ist, hierbei zu reproduzierbaren Ergebnissen zu kommen, bewies Rottler mit einer Versuchsgruppe, bei der das Öl (Shell MA 21) konstant gehalten wurde, auch alle Arbeitsbedingungen (Schnittgeschwindigkeit, Vorschub) unverändert gehalten wurden, und doch die Standzeit der Schabmesser (Stückzahl Gewehrläufe je Anschliff in weitesten Grenzen streute. Der Einfluss des Schmieröls scheidet hier also aus, die Streuungen sind Ausdruck der wechselnden Schärfe und Schneidhaltigkeit der Messer oder aber der Gefügeunterschiede der Werkstücke, hierbei ist klar, dass die Versuchsanordnung der Praxis völlig ungeeignet ist, Unterschiede im Schmierverhalten verschiedener Öle eindeutig herauszustellen.

Versuchsgruppe Rottler: Öl einheitlich Shell MA 21 mit d/20 0,895, 2,28/50, VZ 5,5, 0,66% S und Pmp. 170°C, - Ziehmesser W 32 Kl-40, Re 65-66, 1,48% C, 0,53% Cr, 7,2% W und 0,08% V.

Anzahl der Schlitze

Messer. 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7 . 8 . 9 . 10 . 11 . 12
 ... Stückzahl Gewehrläufe je Anschliff

| | | | | | | | | | | | | |
|------|------|----|----|----|----|---|----|---|---|---|----|----|
| I | 7 | 2 | 5 | 2 | | | | | | | | |
| II | 5 | 8 | | | | | | | | | | |
| III | 24 | 6 | 8 | 7 | 4 | 3 | 5 | 5 | 2 | 6 | | |
| IV | 4 | 13 | 5 | 12 | 6 | 5 | 7 | 6 | 6 | 8 | 3 | |
| V | 6 | 7 | 10 | 5 | | | | | | | | |
| VI | 3 | 8 | 6 | 2 | 12 | 6 | 10 | 2 | 3 | 7 | 10 | 5 |
| VII | 9 | 5 | 2 | 6 | 6 | 6 | 2 | 4 | 1 | 6 | 4 | 10 |
| VIII | 6 | 7 | 4 | 2 | 6 | 4 | 4 | 5 | 4 | 2 | | |
| IX | 6 | 7 | 7 | 5 | 3 | | | | | | | |
| X | 3 | 8 | 10 | 4 | 12 | 3 | 10 | 6 | | | | |
| XI | 8 | | | | | | | | | | | |
| XII | 5 | 6 | | | | | | | | | | |
| usf. | usf. | | | | | | | | | | | |

Beim Drallnutenziehen bildet sich ein ausserst feiner Span von wellartig-filzigem Griff. Da anzunehmen ist, dass die Spanbildung eine selektive Trennung grenzflächenaktiver Schmierstoffbestandteile verursacht, derart, dass die wirksamsten Schmierölanteile dem Span anhaften, während das übrige Öl an diesen Stoffen verarmt, wurden folgende Proben gezogen und untersucht: f) Frischöl, e) Schleuderöl (Ablauf der Späne-Zentrifuge u. mehrstündiger Lagerung im Absatzbehälter) und e) Extraktöl aus den Spänen (durch Benzol-Extraktion derselben). Das Schleuderöl wurde ausserdem durch Aceton-Behandlung in ein Aceton-Raffinat (e_R) und einen Aceton-Extrakt (e_E) zerlegt.

| Öl | Menge % | Farbe | d/20 | mD/20 | n/20 | n/50 | Wp | m | VZ |
|----------------|--------------------|-------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| f | 7 | .901 | 1.4991 | 5,0 | 1,91 | 2.01 | 4.06 | 6,56 | |
| e | 10 | .906 | 1.5009 | 8,2 | 2,44 | 1.93 | 3.88 | 9,26 | |
| e _R | 56 % | 10 | - | 1.4904 | 7,0 | 2,26 | 1.83 | 3.86 | 7,76 |
| e _E | 44 % | 10 | - | 1.5136 | 9,5 | 2,53 | 2.42 | 4.09 | 14,8 |
| e | 7 % d. Späne | 10 | - | 1.5025 | | | | | 13,6 |

Das extrahierte Öl (e) war völlig uneinheitlich; es zeigte sich bald ein schwarzer, teeriger Bodensatz, Metallseifen und Sulfide enthaltend, zweifellos mit den feinen Spänen die Ur-

sache der Porenvereiterung der menschlichen Haut. - Derartige Untersuchungen werden bei den verschiedenartigsten Arbeitsgängen der Metallzerspanung wiederholt; es soll versucht werden, die Fachärzte für Hauterkrankungen (in München z.B. Landesgewerbearzt Dr. Koelsch) für die auf diese oder ähnliche Weise isolierten Oelbestandteile und ihre Wirkungen auf die menschliche Haut zu interessieren, um endlich den Schleier über den geheimnisvollen "Oelkrankheiten" der Haut zu lüften.

- Bei dem schon (vgl. S. 1) erwähnten Tieflochbohren von Hülsen mit Hartmetallwerkzeugen und Jumbag-Oel wurde das eben beschriebene Schema der Oeluntersuchungen wiederholt; a) 1st Jumbag-Oel nach 200-std. Gebrauch, a_H und a_E sind dessen Aceton-Raffinat bzw. -Extrakt, s) ist das Ablauföl der Spänerschleuder und rR und sE dessen Aceton-Komponenten.

| Oel | Menge % | Farbe | Σ/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m | VZ |
|-----|------------|-------|------|--------|------|------|------|------|------|
| a | ..... | 10 | .911 | 1.5023 | 8,45 | 2,51 | 1,88 | 3,85 | 9,5 |
| rR | ...70,5% a | 10 | - | 1.4924 | 9,35 | 2,60 | 2,11 | 3,95 | 8,5 |
| aE | ...29,5% a | 10 | - | 1.5218 | 8,43 | 2,51 | 2,99 | 4,29 | 14,8 |
| s | ..... | 10 | .915 | 1.5069 | 8,30 | 2,45 | 2,78 | 4,21 | 14,5 |
| rR | ...70,5% s | 10 | - | 1.4981 | 9,17 | 2,50 | 2,12 | 3,90 | 10,1 |
| sE | ...29,5% s | 10 | - | 1.5185 | 7,50 | 2,19 | 2,77 | 4,25 | 15,0 |

- Als einer der schwierigsten Vorgänge wird von Reichert das Räumen der Gewehr-Schläsichen auf Räumnadelziehbanken beschrieben. Die Oelfüllung einer Ziehbank beträgt 25 kg, der wöchentliche Oelneuersatz 7 kg, der Oelumlaufl 3 lit/min, und die Ziehgeschwindigkeit 1,5 m/min, Fertigung 45 Stück/h. Dieser Räumvorgang scheint in besonderem Maße geeignet, Schneidöle auf ihren Gebrauchswert in der Praxis der Metallzerspanung zu prüfen. Nach bisherigen, einwandfreien Beobachtungen ergibt sich folgender Bild:

| Oel, Zusammensetzung, Eigenschaften | Stundzeit-Stückzahl |
|--|---------------------|
| - 90% Rüböl + 10% Terpentinöl | 20.000 |
| - 35% Rüböl + 1,5% akt. S + 2% Trikreäylphosphat, + 0,5% Mineralöl 2,5 E/50. | 8-10.000 |
| - 4,5% Fettöl + 0,5% akt. S + 2% Trikreäylphosphat + 93,2% Mineralöl 2,5/50 ... | 300-500 |
| - Chloriertes Spindelöl, fettfrei | 2 |

Hier eröffnet sich zweifellos ein weites Feld für die Erprobung neuer, fettfreier, geeignet aktivierter Schneidöle. Ob die Ergebnisse solcher Öle auf Oelprüfmaschinen zu Rate gezogen werden können, müssen Parallelversuche entscheiden. Sicher ist jetzt schon, dass der einfache Zusatz von Cl-, S- und P-Verbindungen, also von sog. Hochdruck-Substanzen zu Mineralöl keinesfalls genügt. Der unstrittige Wert fetter Öle in Schmiermitteln erschöpft sich nicht allein in sog. "Filmkraft" oder "filmfestigkeit"; gefettete Öle liefern einen guten Fertigungszustand der Bearbeitungstücke und gerade mit dieser Fähigkeit lassen sie die heute üblichen Hochdruckzusätze nach weit hinter sich.

- Das Vorreiten und Fertigreiten von Petronenlagern mit mehrgradigen Reibahlen scheint ebenfalls als praktische Prüfmethode für den Schmierwert verschiedener Schneidöle geeignet; die Beeinflussung der Streuungen durch Werkzeug und Werkstück lassen sich beherrschen. - Ähnliches gilt für das Reiben von Gewehrläufen mit stehender Reibahle und drehendem Lauf.

2. Bei BMW, Werk I, München hat sich Herr Dipl. Ing. Kreeb, dem bei BMW die Erhaltung und Pflege des Werkzeugmaschinenparks obliegt, beim Berichterstatter mit dem Thema "Metallzerspanung und Schmierungsfrage" als Dissertation angemeldet. Die einstweilige Planung dieser Arbeit sieht vor:

A.) Emulgierbare Öle

- Zylinder-Feindrehen mit Schnellstählen und verschiedenen Emulsionen sowie Aktiv-Zusätzen zu diesen, und
- schwere Bohrarbeiten mit verschiedenen Emulsionen und Zusätzen. Die Arbeiten sind angelaufen, Ergebnisse, die einigen Ueberblick vermitteln, sind erst nach Wochen zu erwarten.

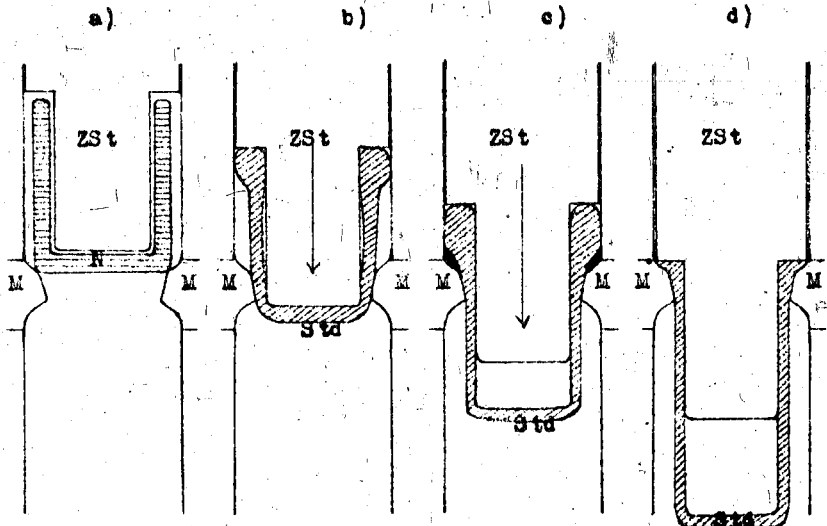
B.) Schneidöle

- Honen der ~~W~~inder nach dem Rändeln, Standzeit-Ermittlung und Bewertung verschiedener Ölzusätze.
- Senkrecht- und Waagrecht-Räumnadelziehen mit verschiedenen Ölzusätzen, (gegebenenfalls auch Austausch gegen konzentrierte Emulsionen).
- Zahnrad-Fräsen, -Hobeln, -Stossen und -Schleifen mit verschiedenen Ölen und Analytierung der Häftöle in Spänen und Schleifschlamm.
- Rollen von Gewinden (Drücken). - Diese Arbeiten stehen noch vor dem Beginn, und sind durch Veränderungen im Betrieb BMW kurzfristig verzögert.

3. Austausch von Rüböl und hoch-gefetteten Ölen beim Schneiden von Gewindebohrern, - Serienversuche bei Siemens-Reiniger AG Erlangen. Bei der Herstellung von Schneidwerkzeugen wird allergrößter Wert auf saubere Flächenfertigung (B hier Gewindeführung) gelegt. Wiederum erweist es sich, dass HD-zusätze den Fettölanteil in Schneidölen nicht ohne weiteres ersetzen können. Verglichen wurde die Standzeit (Stückzahl) beim Schneiden mit Rüböl und zwei fettfreien Schneidölen mit Cl-zusatz und zwar a) Verschnitt mit leicht-flüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen, b) Verschnitt mit hoch-chlorierten Aromaten. Nachteilig für die Versuche war, dass die Gewindebank nur ein grobes Spänesieb und keine Filter hat, so dass die feineren Spänchen im Ölumlaufliegen. - Werkzeug waren Doppelschneidzähne, unleg. Werkzeugstahl, vergütet auf Vickershärte Hv30 = 850 kg/mm² (Rc 65,5), Werkstücke waren Gewindebohrer mit 1 mm Gewindetiefe, 1,5 mm Steigung und 31 mm Gewindelänge, Vickershärte Hv30 = 255 kg/mm², Stahl mit 1,1% C, 1% Cr und 0,15-0,25% V. - Bei Werkstückumdrehungen 120 U/min, Schnittgeschwindigkeit 4m/min und Beistellung (Spantiefe an der Werkzeugspitze) 0,012 mm/Durchgang, wurde mit Rüböl eine Standzeit (Stückzahl) bis 80 Stück erreicht, mit fettfreiem Schneidöl, Typ a) eine solche von 7-8 Stück, und mit fettfreiem Schneidöl, Typ b) fehlen noch die sicheren Resultate. - Die fettfreien Schneidöle wurden durch Lösemittel- und Adsorptionsanalyse genauestens untersucht. - Die Untersuchung der probeweise geschnittenen Gewindebohrer mit dem Lichtschnittgerät von Schmalz bzw. die photographische Wiedergabe der Flächenfertigung bereitet erhebliche Schwierigkeiten. - Eine Wiederholung der Versuche ist ange laufen.

Spanlose Formung

4. Bei Metall&Eisen GmbH, Nürnberg, steht das sog. "Neumeyer-Verfahren" des "Kaltspritzens", besser gesagt des "Fließpressens" von Stahl in Verwendung, dessen Wirkungsweise anhand nachstehender Skizze kurz erläutert werden soll. ZSt bezeichnet den Ziehstempel, M die Matrize oder den Zieh-Ring, N den Napf aus Stahl, und Std sind die daraus durch Fließpressen erhaltenen Stadien in ihrer fortschreitenden Entwicklung.



a) bedeutet die Ausgangsstellung, Ruhelage, bei der der Napf (N) lose auf dem Ziehring (M) aufsitzt und der Ziehstempel (ZSt) ihn noch nicht berührt. b) zeigt das Tiefgehen des Ziehstempels, der mit seinem Abschlussstück den Napf taucht und ihn andererseits durch den Ziehring nimmt. Bei c) ist der Stempel weiter nach abwärts gegangen und der Druck im getauchten Teil der Stadien ist derart angewachsen, dass diese unter Fließen dem Stempel bereits vorausseilt. Die dunklen Stellen oberhalb der Matrize sollen andeuten, dass hier auch das Schmiermittel gestaut und gestaucht wird und mit der abwärts fließenden Stadien den Ziehring (M) schmiert. In Stellung d) ist die Abwärtsbewegung des Stempels beendet, der Napf ist in einer Stufe kalt zu einer Stadien (Std) verformt, die allenfalls oben noch einen Wulst oder Kragen zeigt.

Um die Kaltverformung des Napfes (N) zu erleichtern, wird derselbe "gehondert", d. h. in eine Zink-Phosphat-Lösung getaucht und dadurch mit einer Phosphatschicht überzogen. Seifenlösungen, bedingt auch Emulsionen (vgl. Kolloid Z. Bd. 101 (1943) Heft 1) werden an Phosphatschichten angereichert, sodass das Schmiermittel gewissermaßen verankert wird. Dies ist unerlässlich, da von den gigantischen Kniehebelpressen durch den Stempel ungeheure Drücke übertragen werden, die sich im gegebenen Fall auf 15-20.000 kg/cm² abschätzen lassen. Unter solchen Drücken

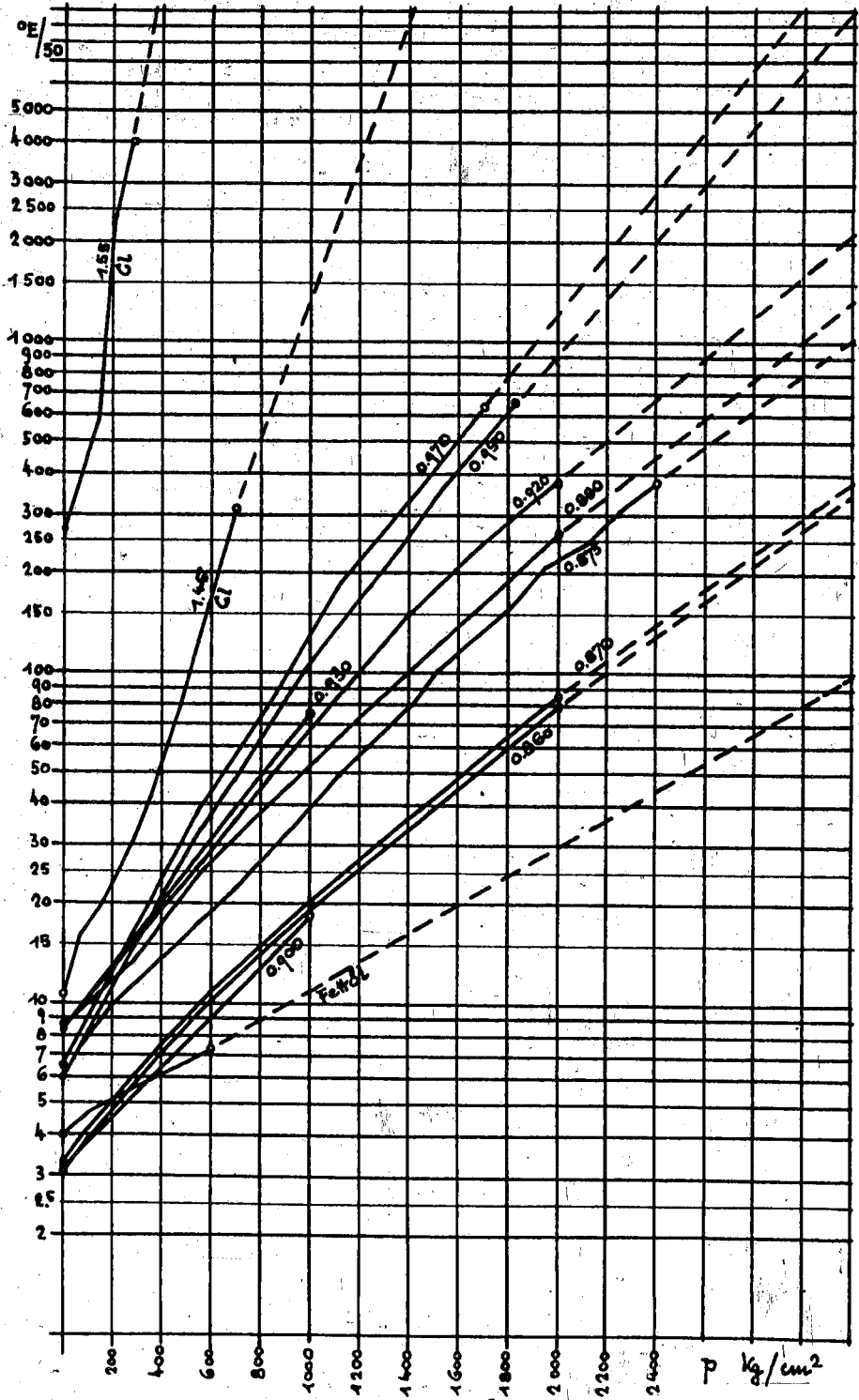
und einer Temperaturentwicklung von schätzungsgewise 200-300°C, werden die Nöpfe aus weichem Stahl plastisch verformbar. Diesen beträchtlichen Beanspruchungen ist auch das Schmiermittel ausgesetzt, und es wird ebenso lohnend, als schwierig sein, die Vorgänge in der Schmier-schicht unter solchen Einflüssen zu erforschen. Einsteilen weist die Praxis nicht viel mehr anzugeben, als dass bei auskömmlicher Schmierung sich der Vorgang des "Fließpressens" oder "Kaltspritzens" nahezu geräuschlos vollzieht, während bei versagender Schmierung kreischende Geräusche auftreten. Bei entsprechender Schmierung zeigt die ausgeworfene Stadie leichten Ölrauch und fettigen Glanz, bei unzureichender Schmierung ist die Stadie trocken und zeigt deutliche Ziehriefen und mehrfach beschädigte Bonderschicht. Bei völliger Versagen der Schmierung bleibt die Stadie an der Matrize kleben, oft schon nach wenigen Arbeitstücken, und der weitere Betrieb ist unmöglich.

Nach übereinstimmenden Äußerungen war Talg hier das beste Schmiermittel für den Vorgang des Fließpressens. Mit Talg wurden Standzeiten der Matrize bis zu 10.000 Stadien erzielt, Standzeiten des Stempels sogar bis 50.000 Stück. Da von RIF und RfM Verbote für die Verwendung reiner u. technischer Fettstoffe (Gruppe B 5) und hochgefetteter Mineralöle (Gruppe B 4) zu Schmierzwecken ausgesprochen wurde, ist man auch hier auf den Einsatz von Ausweichschmierstoffen angewiesen. Metall&Eisen GmbH bezeichnet 1.) als gut brauchbare Schmierstoffe, solche, bei denen eine normale Standzeit der Spritzmatrizen von 5000 Stadien und wenig Nachpolieren während der Fertigung möglich ist. 2.) Noch brauchbare Schmiermittel geben bis zu 5000 Stück je Matrize, bei häufigerem Nachpolieren als Folge des Ansetzens von Material an der Spritzfläche und 3.) unbrauchbare Schmiermittel geben Riefenbildung an der Stadie und Beschädigung des Werkzeugs nahezu bei jedem Arbeitsgang. - Dazu wird allerdings gleichzeitig der Hinweis gegeben, dass die Stückzahlangebe von Stadien für die Werkzeugleistung nur einen relativen Masstab darstellt, da nicht zuletzt sowohl die Hülsentype als auch die Werkzeugherstellung einen wesentlichen Einfluss auf die Standzeit haben. - Zur angegebenen Qualitätsstufung wurden drei Ölproben als Beleg gegeben und zwar:

| Ziehmittel | Tropf-
Gütestufe | nD/20 | E/20 | E/50 | E/100 | E/150 | Wp | m | VZ |
|------------|---------------------|--------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 1 | 62,5°C | 1.4852 | - | (6,8) | 1,62 | 1,20 | 2,95 | 4,06 | 14,25 |
| 2 | 31°C | 1.4900 | (30,8) | 2,25 | 1,90 | 1,33 | 1,59 | 3,33 | 11,92 |
| 3 | - | 1.5181 | 120 | 14,7 | 2,34 | 1,38 | 2,53 | 3,76 | 3,56 |

Die in der Praxis getroffene Gütereihenfolge wird durch die Kennzahlen nD und VZ bestätigt (wobei hier die VZ nicht unbedingt nur Fettsäureglyceride erfasst). Aus dem Viskositäts-Temperaturverhalten (Wp, m) ist kein Urteil möglich, wohl aber müssen hier, eingehender als bisher, die Berechnungen der Viskositäts-Druckabhängigkeit der Schmierstoffe stuftiert werden. Fettöle sind bei derartigen Verformungsvorgängen nicht nur ihres Fettcharakters und ihrer Verseifbarkeit wegen nützlich, sondern auch wegen ihres sehr günstigen Zähigkeit-Druckverhaltens. Bei den Mineralölen steigt die Viskositäts-Druckabhängigkeit offenbar mit Zunahme des "aromatischen" Charakters. In der folgenden Abbildung (S. 8) ist aus bisherigen Literaturangaben die Zähigkeit verschiedener Öle mit dem Anstieg des Druckes bis auf 2000 kg/cm² eingetragen, wobei sich der Masstab für die Viskosität einfach logarithmisch verjüngt. Man ist versucht, das Winkelmaass zum Ausdruck der "Druckzähigkeit" zu machen, und erkennt, dass mit etwa 28-30°C die fetten Öle den flachsten Anstieg ihrer Viskosität mit wach-

DRUCKZÄHIGKEIT VON ÖLEN.



000032

sendem Druck nehmen; die Mineralöle, "paraffinischen" Charakters (d o, 270-o, 900) zeigen mit ihrer Viskositäts-Druckabhängigkeit im gewählten Diagramm etwa 44-48° x, die "naphtenischen" Mineralöle (d o, 900-o, 935) 48-54° und die "asphaltischen" Mineralöle (d o, 935-o, 970) 54-58° x. Interessanter sind noch zwei hochchlorierte aromatische Kohlenwasserstoffe ("Arpelor") mit ihrer Viskositäts-Druck-Funktion von 70-80° x eingetragen. Man kann auch, für Zwecke technischer Beurteilung, überschlägig sagen, dass z.B. bei 1000 atm Druck Fettsäure ihre Zähflüssigkeit verdreifachen, während die Vervielfachung der Viskosität bei paraffinischen Mineralölen das 6-8 fache, bei naphtenischen Ölen das 8-10 fache und bei asphaltischen Ölen das 10-20 fache beträgt.

Mit dem Gebiet der Schmierleistung von Ziehmitteln beschäftigt sich auch der "Arbeitskreis C im Sonderausschuss M IV" (Sachbearbeiter f. Schmierstoffe Dr. A. Wüstefeld, Hamburg-Langenhorn), mit dem der Berichterstatter zwecks Gedankenaustausch in Verbindung getreten ist. Dem Untersuchungsbericht 2/43 ist zu entnehmen, dass zum Fließpressen von Stahl nach dem Neumeyer-Verfahren mit mehr oder minder gutem Schmierstoff-Markens in Verwendung genommen wurden; dieser Versuchsbericht des genannten Arbeitskreises vermeidet bezüglich der praktischen Erprobung der Öle, wie ihrer Kennzahlen, Einzelheiten und liefert, wohl bewusst, nur Querschnittsurteile.

Der Berichterstatter beabsichtigt, in Gemeinschaft mit Herrn Dipl. Ing. Heilmeyer (BMW, Werk II, Allach b. München), der auf dem Gebiete der Konstitutionsaufklärung von Mineralschmierölen eine Dissertation angemeldet hat, hier das Thema der Druckviskosität von einfachen und kombinierten Schmierstoffen eingehend zu erforschen. Heilmeyer ist an der Konstruktion eines neuen Druckviskosimeters.

5. Der gleiche Vorgang des Fließpressens von Stahl wird auch bei der Neumeyer GmbH, München, durchgeführt. Die erhaltenen Stadien werden in einem 2. Zug, ebenfalls wieder Zn-phosphat gebondert, von etwa 40 auf 65 cm tiefgezogen bei einer Wandstärkenminderung von ca 1 mm. Ziehmittel ist hier eine 3%ige Seifenlösung; der Berichterstatter will versuchen, durch Einsatz aktivierter Emulsionen an Seife einzusparen. Es wird indessen ziemlich schwer sein, zu reproduzierbaren Ergebnissen zu kommen, da schon bei konstanter Verwendung von 3%iger Seifenlösung die Standzeiten der Ziehringe (= Stückzahl gefertigter Stadien) ungleichmäßig schwanken, wie nachstehender Wochenbericht veranschaulichen soll:

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|-----|-----|----|-----|------|------|------|-----|-----|
| Ziehring Nr. : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Stück Stadien : | 1550 | 250 | 800 | 27 | 978 | 1235 | 1380 | 1000 | 350 | 287 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|
| Ziehring : | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| Stadien : | 480 | 150 | 450 | 300 | 1200 | 1285 | 913 | 312 | 403 | 1765 | 750 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-----|------|-----|-----|----|-----|------|------|-----|------|
| Ziehring : | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| Stadien : | 1713 | 300 | 1067 | 733 | 350 | 80 | 542 | 1680 | 1089 | 776 | 4609 |

6. Bei Noris-Zündlicht AG, Nürnberg-Schweinsu ist im gleichen Zusammenhang der Vorgang des Kalt-Tiefziehens von weichem Krupp-Randstahl von besonderem Interesse. Der durch Heiss-Tiefzug (1100°C) gewonnene Napf von ca 10 cm h und 10 cm h wird gebondert und dann auf ca 15 cm h bei 2 mm Wandstärkenminderung kaltgezogen. Für diesen Arbeitsgang war bisher nur Rüböl als Ziehschmiermittel befriedigend; nunmehr gelang einer Bremer Oelfabrik mit einem völlig fettfreien Schneidöl ein voller Erfolg. Das genaue Zahlenmaterial steht noch aus. Der Betriebsleiter,

Herr Ing. Dürst, zeigt Entwicklungsarbeiten gegenüber das größte Interesse.

7. Bei Dynamit AG, Mürnberg interessiert sehr der von den Ingenieuren Gronemann und Witteborg bis in alle Einzelheiten aufgezeichnete Vorgang des Kalt-Tiefziehens kleiner Hülsen in 3 Stufen. Vorerst ist es durch emulgierbare Öle in entsprechender Verdünnung nicht gelungen, die bisher übliche Seifenlösung zu ersetzen, wie nachstehender Auszug aus den Versuchsprotokollen belegen soll. Als Standzeit wird hier die Anzahl der Ziehringe je 100 kg gefertigter Hülsen angegeben, wobei eine fertige Hülse nur 4 gr wiegt.

| | Seifenwasser Emulsionen-
öl 3407 | Seifenwasser Emulsionen-
öl 1066N | | |
|--------------|---|--------------------------------------|------|------|
| | ... Zahl der verbrauchten Ziehringe je 100 kg
gefertigter Hülsen | | | |
| 1. Ziehstufe | 1,09 | 1,95 | 1,41 | 1,67 |
| 2. Ziehstufe | 1,35 | 2,05 | 1,51 | 1,66 |
| 3. Ziehstufe | 1,85 | 2,72 | 3,22 | 4,46 |
| zus. | 4,27 | 6,72 | 6,14 | 7,79 |

Diese Querschnittswerte sind Summe einer Unzahl von Messungen. Hier soll versucht werden, durch aktivierte Emulsionen die Seifenlösung abzulösen oder an ihr einzusparen. Die Hülsen-Rohlinge kommen "atramentiert" zum Einsatz. "Atramentol" der IGF ist ebenfalls eine Bonderflüssigkeit. Der erhöhte Verbrauch an Ziehringen in der 2. und 3. Ziehstufe ist auf das Schwinden der Bonderschicht zurückzuführen; man erkennt ohne weiteres den bedeutenden Einfluss der Flächenvorbehandlung beim Tiefziehvorgang neben der Schmierung.

8. In allerjüngster Zeit hat der Berichtersteller auch Verbindung aufgenommen mit der Versuchsanstalt für Blechverformung, Aue i. Sa., um bei gelegentlichen Versuchen derselben die schmiertechnische Seite solcher Versuche zu bearbeiten.

Die Laboratoriumsarbeiten gliedern sich in synthetische und analytische Arbeiten. In der Erzeugung wird im Hinblick auf die gegenwärtigen Verhältnisse vom Grunddata ausgegangen, die zwangsbewirtschafteten Fettstoffe als Bestandteile zu vermeiden. Trotzdem können Fettstoffe nicht einfach durch die üblichen "Hochdruckzusätze" ersetzt werden. Es ist im Gegenteil das Bemühen der Entwicklungsarbeit auf diesem Gebiete, die bekannten, vielfach auch nachteiligen S-, Cl- und P-Verbindungen zurückzudrängen, soweit es die nicht-Wasser-mischbaren Schneidöle betrifft. - Unter den wasserlöslichen bzw. emulgierbaren Ölen nimmt das "Bohrmittel H8" der IGF zweifellos eine interessante Schlüsselstellung ein. Die eigenen Arbeiten zielen zunächst auf eine Aktivierung der üblichen Emulsionen ab, andererseits auf eine zweckvolle Aufarbeitung von Rückstandölen, Extrakten und Teeren mithilfe organischer Verarbeitungsmethoden. In dieser Richtung wird Herr Dipl. Ing. Theumert beschäftigt und soll späterhin Unterstützung durch Herrn Dipl. Ing. Pöny finden. Die analytischen Arbeiten werden durch Herrn Held besorgt.

Die Prüfung der Schmierfähigkeit, Filmfestigkeit und Korrosion von Schneidölzusätzen und Emulsionsbestandteilen erfolgt in Gemeinschaftswartung mit Ing. Wieland. - Ein diesbezüglicher Teilbericht erfolgt gesondert.

Neben Herrn Held als Laboranten, der sich als Schwerkriegsbeschädigter bestens bewährt, wird ein zweiter Schwerkriegsverseh- ter eingearbeitet.

H. Pöny

Bezug: Forschungsauftrag SS 4104-0170/43-1/44, Ausweichschmierstoffe für spanlose und spangebende Formung in der Rüstungsindustrie, v. 19.1.1944 - geheim.

Betrifft: Teilbericht.

Geheim

Schmierstoff-Prüfung beim Tiefziehen kleiner Geschosshülsen

Bei der Dynamit AG, vorm. Alfred Nobel, Nürnberg, werden kleine Geschosshülsen für Pistolen-Munition (PP 08) in 3 Stufen tief-gezogen. Zum Tiefziehen kommen Napfchen aus Flusstahl, die vor dem 1. Zug vorschriftsmässig durch ein Atramentierbad genommen werden. Das Atramentierbad (IGF) besteht aus 4,8 Vol.-% Atramentol K (vornehmlich Zinkphosphat mit etwas Zinknitrat), 4 Vol.-% Atrament-Beschleuniger und 91,2 % Wasser. Die fertigen Geschosshülsen wiegen durchschnittlich 4 g.

Zur Bewertung der Schmierstoffe, die ausnahmslos in wässriger Lösung bzw. in wässriger Emulsion zur Anwendung kamen, wird in den folgenden Zahlentafeln die Anzahl der verbrauchten Ziehringe je 100 kg Hülsendurchsatz angegeben.

Als Schmierstoffe fanden Verwendung:

- A Kerosolseifenschnitzel und gefüllte Seifenseife in 1%iger Lösung.
- B Ein emulgierbares Öl (Firmen-Erzeugnis), hergestellt aus
 - 15% Emulgator Pellastol,
 - 10% Emulgator HL Nordimport,
 - 68,5% Mineralöl-destillat 2,6°E/20 (Spindelöl),
 - 2,5% Naphtensäure,
 - 1,5% Sprit und
 - 2,5% Natronlauge 21°Be in 5%iger Emulsion,
- C Ein emulgierbares Ziehöl (Firmen-Erzeugnis), bestehend aus
 - 50% eines handelsüblichen Bohróles,
 - 20% eines naphtensäurehaltigen Mineralöldestillates 5°E/50,
 - 15% Seifenseife,
 - 3% Kalilauge 25°Be und
 - 12% Wasser in 5%iger Emulsion,
- D "V/Ks 1" = "Versuchsöl Kadner 1", bestehend aus einem durch "Trupon HL 25 M" (Clemens Trumpler, Worms) emulgierbar gemachten Mineralóles, dem ausserdem 7% Trikresylphosphat zur Aktivierung des Mineralóles einverleibt wurden. - Zur Aktivierung der wässrigen Phase wurde ausserdem wasserdispersibler Kolloidschwefel (Präparat "Cosen" der Riedel-de Haen AG) verwendet. Konzentration: 2% V/Ks 1 + 1% Cosen + 97% Wasser.
- E "V/Ks 3" = "Versuchsöl Kadner 3", bestehend aus 95% Bohrmittel H3 der IGF und, zur weiteren Aktivierung desselben, 3% Trikresylphosphat und 2% Hexachlorbutadien ("Tripen" der Alex. Wacker AG, Burghausen, Obb.) in 3%iger Lösung.
- IGF Bohrmittel H3 allein in 3%iger Lösung, und Kombination von 1,5% "V/Ks 3", 0,5% wasserdispersibler Kolloidgraphit ("hydrokollig", Riedel-de Haen AG), 82% Wasser.

000036

Die Füllung einer Ziehpresse beträgt 50 Liter, der tägliche Nachersatz an Schmierlösung rund 15 Liter.
 Da zwischen den Zügen keine Glühungen zur Entfettigung der Stadien erfolgen, haben dieselben vor dem 3. Zug erhebliche Härte und der 3. Zug beansprucht Werkzeug (Ziehring und Ziehstempel) und Schmierstoff in erhöhtem Maße.

Versuchsreihe A ... B

| A) 1%ige Seifenlösung | | | B) 5%ige Emulsion von B | | |
|--|--------|-------------------------|-------------------------|--------|--------|
| 1. Zug | 2. Zug | 3. Zug | 1. Zug | 2. Zug | 3. Zug |
| Anzahl der Ziehringe je 100 kg Hülsendurchsatz |  |  | ..... |  |  |
| 0,96 | 0,96 | 2,00 | 1,62 | 1,62 | 3,81 |
| | | 1,77 | | | 1,47 |
| 1,34 | 2,67 | 1,44 | 3,03 | 3,03 | 2,19 |
| 0,63 | 1,21 | 1,64 | 1,74 | 2,31 | 2,94 |
| 0,78 | 1,58 | 1,47 | 1,55 | 1,55 | 4,23 |
| 1,43 | 2,14 | 1,51 | 2,06 | 2,74 | 2,45 |
| 2,07 | 1,38 | 2,29 | 1,34 | 1,34 | 2,21 |
| 0,85 | 0,97 | 1,97 | 3,01 | 3,01 | 2,12 |
| 1,35 | 1,35 | 1,43 | 1,82 | 1,82 | 3,13 |
| 1,17 | 1,75 | 1,73 | 2,10 | 2,86 | 2,91 |
| 0,69 | 1,37 | 1,31 | 1,46 | 2,19 | 2,51 |
| 1,37 | 1,37 | 1,68 | 4,45 | 3,03 | 1,92 |
| 1,87 | 1,31 | 2,27 | 2,00 | 2,00 | 3,13 |
| 1,37 | 0,81 | 3,40 | 1,58 | 1,95 | 3,08 |
| 3,38! | 6,10! | 3,06 | 2,52 | 2,52 | 3,83 |
| 0,72 | 1,43 | 1,43 | 1,41 | 1,41 | 1,67 |
| 1,18 | 1,46 | 1,90 Mittel | 2,12 | 3,17 | 2,73 |
| 2,07 | 2,67 | 3,40 Maximum | 4,45 | 3,03 | 4,23 |
| 0,63 | 0,81 | 1,31 Minimum | 1,34 | 1,05 | 1,47 |
| 1,44 | 1,76 | 2,09 Streuung | 3,11 | 1,38 | 2,76 |
| | | 1/2 Streuung vom Mittel | | | |
| 122% | 120% | 110% | 147% | 91% | 101% |

Versuchsreihe A ... C

| A) 1%ige Seifenlösung | | | B) 5%ige Emulsion von B | | |
|--|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| 1. Zug | 2. Zug | 3. Zug | 1. Zug | 2. Zug | 3. Zug |
| Anzahl der Ziehringe je 100 kg Hülsendurchsatz |  |  | ..... |  |  |
| | 0,98 | 2,20 | | | 4,70 |
| 1,10 | 1,10 | 2,20 | 1,30 | 2,30 | 6,90 |
| 1,20 | 1,30 | 2,70 | 2,70 | 1,30 | 4,70 |
| 1,50 | 1,60 | 3,30 | 1,50 | 2,50 | 4,10 |
| 1,50 | 1,30 | 2,50 | 1,30 | 2,00 | 3,30 |
| 1,50 | 1,59 | 5,70 | 2,30 | 2,50 | 6,00 |
| 1,70 | 1,60 | 3,70 | 1,70 | 1,70 | 6,00 |
| 1,50 | 1,60 | 4,00 | 2,30 | 2,10 | 4,10 |
| 0,80 | 1,80 | 2,70 | 1,80 | 1,70 | 5,20 |
| 0,80 | 1,30 | 2,60 | 1,50 | 1,70 | 5,10 |
| 1,80 | 1,60 | 5,60 | 1,70 | 1,60 | 0,80 |
| | 1,50 | 4,50 | 1,20 | 1,10 | 4,30 |
| 1,30 | 1,40 | 3,40 | 1,40 | 1,10 | 3,80 |
| 1,60 | 1,30 | 3,20 | 1,50 | 1,60 | 3,10 |
| 0,73 | 3,10! | 3,50 | 1,50 | 2,40 | 2,40 |
| 0,80 | 1,50 | 3,30 | 0,90 | 1,50 | 1,70 |
| 1,70 | 1,20 | 2,40 | 1,60 | 1,60 | 1,60 |
| 1,90 | 2,40 | 2,40 | 1,30 | 2,60 | 2,60 |
| 1,40 | 1,40 | 3,40 | 1,40 | 1,50 | 4,50 |

| A) 1%ige Seifenlösung | | | C) 5%ige Emulsion von C | | |
|-----------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| 1. Zug | 2. Zug | 3. Zug | 1. Zug | 2. Zug | 3. Zug |
| 1,30 | 2,10 | 3,50 | 1,40 | 1,40 | 4,40 |
| 1,40 | 1,40 | 4,10 | 1,40 | 1,40 | 4,50 |
| 1,40 | 1,40 | 2,10 | 1,90 | 1,50 | 4,40 |
| 1,90 | 1,50 | 3,00 | 2,30 | 1,60 | 6,20 |
| 2,80 | 2,20 | 3,70 | 3,50 | 2,00 | 4,90 |
| 2,60 | 2,20 | 3,70 | 2,30 | 2,50 | 7,40 |
| 1,50 | 1,50 | 3,80 | 2,30 | 2,00 | 6,90 |
| 1,60 | 1,00 | 3,10 | 1,90 | 0,90 | 3,30 |
| 1,00 | 1,00 | 1,60 | 0,84 | 0,84 | 2,00 |
| 1,45 | 1,57 | 2,54 | Mittel | 1,73 | 4,62 |
| 2,80 | 3,10 | 3,70 | Maximum | 3,50 | 8,50 |
| 0,73 | 0,98 | 1,60 | Minimum | 0,84 | 1,50 |
| 3,07 | 2,12 | 4,10 | Streuung | 2,66 | 6,90 |
| | | | Streuung vom Mittel | | |
| 142% | 135% | 123% | | 154% | 102% |
| | | | | | 150% |

Versuchsreihe A ... D, E

nur im 3. Zug. Bei den mit F. versehenen Versuchsergebnissen wurden hartverchromte Ziehringe verwendet, während bei allen übrigen, auch den vorausgegangenen Versuchen nur unverchromte Ziehringe in Anwendung kamen.

| A | D | E |
|--------------------|--------------------------|-----------|
| 1%ige Seifenlösung | 5% V/Ka 1
+ 1%Gowal | 5% V/Ka 3 |
| 0,52+ | 1,25+ | 1,14+ |
| 0,56+ | 3,35+ | 0,63+ |
| 5,08 | 15,40 | 5,51 |
| 1,82 | | 2,23 |
| 2,16 | | 3,76 |
| 3,10 | | 4,30 |
| 2,90 | | 3,60 |
| 4,50 | | 4,50 |
| 5,50 | | 5% V/Ka 3 |
| 3,80 | | 9,80 |
| 1,70 | | 4,30 |
| 0,54+ | Mittel, verchromte Ringe | 3,50 |
| 3,30 | Mittel, unverchromte " | 0,68+ |
| 5,50 | Maximum, " " | 3,69 |
| 1,70 | Minimum, " " | 9,80 |
| 3,80 | Streuung, " " | 2,93 |
| 11% | Streuung, " " | 6,87 |
| | | 12,6% |

Für die Versuchsdurchführung bei Dynamit AG, Hürnbach, und die verständnisvolle Aufnahme aller meiner Versuchsvorschläge bin ich den Herren Obering. Reinecke und Ing. Gronemann von der Betriebsdirektion, sowie Herrn Ing. Diener VDI, Gelfachberater der R. In. XIII, zu ganz besonderem Dank verpflichtet.

Die Versuchsergebnisse mit F und G liegen noch nicht abgeschlossen vor; sie folgen auf S. 4.

000038

- 4 -

Versuchsreihe A ... G (nur 3. Zug)

| | A | G |
|-----------|-------------------------|--------------------------------------|
| | 1%ige Seifen-
lösung | 1,5% V/Ka 3
0,5% Hydro-
kollag |
| | 0,52 | 2,33 |
| | 0,45 | 2,27 |
| | 0,54 | - |
| | 0,43 | - |
| | 1,10 | - |
| | 1,01 | - |
| | 0,44 | - |
| | 0,80 | - |
| | 1,22 | - |
| | 0,62 | - |
| Mittel | 0,71 | 2,30 |
| Maximum | 1,22 | 2,33 |
| Minimum | 0,43 | 0,63 |
| Streuung | 0,79 | 1,70 |
| %Streuung | 11% | 10% |

Beurteilung der Versuchsergebnisse

1. Das Tiefziehen der Stahlnäpfechen zu Patronenhülisen wäre mit allen angeführten Schmierstoffen, einschliesslich der Seifenlösung, undurchführbar, wenn die Stahlnäpfechen nicht vor dem Zugstramentiert d. h. kalt-phosphatiert würden.
2. Das Phosphatieren ist für gewisse spanlose Verformungen von Stahlblechen unerlässlich geworden; die Phosphatschicht übernimmt eine wesentliche Aufgabe der Schmierung. - Ueber Art und Wirkungsweise technischer Phosphatierungen (Bondero und Atramentieren) unterrichtet in kürzester Zeit einige Schriften, so u. a.
 - Xng. Chem. Hugo Krause - Phosphatverfahren f. d. Metallindustrie, 3. Aufl., Leuze Verlag, Leipzig O. L., (1944)
 - C. Rosener, L. Schuster u. R. Krause - Korrosion u. Metallschutz 1941, 174
 - W. Mechu, Chem. Fbr. 13 (1940), 461 u. Korrosion u. Metallschutz 1941, 157
 - L. Schuster u. R. Krause - Korrosion u. Metallschutz 1942, 79
 - W. Wiederholt, V. Duffek u. S. Sonntag - Korros. u. Metallsch. 1941, 193
 - Dr. F. Singer DRP 673405 (Ziehendervorverfahren)
 - Fuhrer u. Kopp - Korros. u. Metallsch. 1941, 211
 - A. Wüstefeld u. L. Louwien - Metallwirtschaft XXI (1942), 7
 - A. Durer, E. Schmid u. H. D. Graf v. Schweinitz - VLI 1942, 15 und Stahl u. Eisen 1942, 968
 - W. Mechu - Metallwirtschaft XXII (1943), 481
 - L. Schuster u. R. Krause - Korros. u. Metallsch. 1944, 155
 - H. Krause - Korros. u. Metallsch. 1944, 167.
3. Der Effekt der Phosphatschichten auf Stahl, deren Schichtstärke mit 30-80 μ anzunehmen ist, wurde von Berichterstatler bereits in Forschungs-Teilbericht "Reibung, Verschleiss u. Schmierfähigkeit, beobachtet in der Alpen-Tiroland-Öelprüfmachine" (Mai 1944) bestätigt gefunden.
4. Bei den vorstehenden Versuchsergebnissen aus der Praxis des Tiefziehens von Patronenhülisen kommt unzweifelhaft zum Ausdruck, dass die 1/2ige Seifenlösung den konzentrierteren Emulsionen bewährter bisheriger Ziehschmiermittel (B, C), aber auch des Austauschstoffes E und E überlegen ist. - Die Erklärung dafür dürfte auf folgende Weise zu gehen sein: die poröse Phosphatschicht hat Schweißwirkung auf die Seifenlösung und wird durch diese gleichmässig perforiert; die Seife kommt auf diese Weise zu voller Schaftwirkung. Alle Produkte indessen, bei denen Emulgatoren (B, E) oder gar Seife im Überschuss (C) zur Emulgierung von Mineralöl verbraucht werden, sind scheinbar dadurch nachteilig, dass die gröber dispergierten Mineralöltropfen die Phosphatschicht oberflächlich verschleieren, nicht durchdringen, und schmiertechnisch eben dadurch ungünstiger sind. Mit dieser Erklärung werden allerdings die Ausführungen von Wüstefeld und Louwien (Metallwirtschaft 1942, Nr. 1/2) in wesentlichen Punkten widerlegt. - Selbst beim "Bohrmittel H5" der IGM, welches sich als neutralisiertes Kogasin-Sulfonchlorid darstellt, erweist sich unter dieser Perspektive der mit 30-40% unverändert gebliebene Kohlenwasserstoffanteil als schmiertechnisch nachteilig. Das kann auch nicht durch eine Aktivierung dieses Produktes mittels Triäthylphosphat und Hexachlorbutadien (E) behoben werden.
5. Als neues Produkt soll hier das neutralisierte Gelharasulfonat (V/20 5)... vgl. Forschungs-Teilbericht "Die Sulfonierung verschiedener Mineralöle zum Zwecke der Säureteer-Aufarbeitung" ... zum Einsatz kommen. Dieses blank-wasserlösliche Er-

- zeugnis ist mineralölfrei und mit Zinkphosphat-Lösungen zudem sehr gut verträglich, schliesslich auch in sehr weiten pH-Grenzen anwendbar, und .. beurteilt mit der Almen-Wieland-Ölprüfmaschine .. auffallend schmierfähig.
6. Bohrer-Emulsionen in Verbindung mit wässrigen Dispersionen von Kolloidschwefel haben sich nach Versuchen des Berichterstatters, die noch nicht abgeschlossen sind, bei Zerspanungsarbeiten (Lauferwerke; Laufbohren) hervorragend bewährt. Die Übertragung dieser günstigen Resultate auf Vorgänge der spanlosen Formung ist unzulässig und führte jedenfalls im gegenständlichen Fall zu einem glatten Reibschlag. Es mag auch sein, dass Schwefel im Kontakt mit besondersartigen nachteilig wirkt.
 7. Die vorliegenden Versuche sind dank der exakten Anweisungen und der Betriebserfahrungen des Herrn Ing. Cronemann mit besonderer Sorgfalt durchgeführt worden. Das ausreichende Zahlenmaterial gibt klaren Einblick in die ganz beträchtlichen Streuungen bei praktischer Standzeitermittlung von Werkzeugen, hier insbesondere bei Feststellung der Anzahl verbrauchter Ziehringe (Matrizen) je 100 kg Hülseendurchsatz. Streuungen um 100% der gefundenen Mittelwerte sind Regel; diese Streuungen sind nun nicht Ausdruck verschiedener Schmierstoffeigenschaften, sondern bei noch Qualität und Quantität möglichst konstant gehaltenen Schmierstoff lediglich Ausdruck von Verschiedenheiten in der Werkzeug-Beschaffenheit, besonders klar Verschiedenheiten in der Phosphatschicht und der Verfestigung der teilgezogenen Hüllen. Aus diesem Grunde sind die Streuungen beim 5. und letzten Zug auch besonders augenfällig.
 8. Sehr aufschlussreich ist der ganz wesentlich verringerte Ziehringverbrauch bei Verwendung hartverehrter Ridge (A...E); der Einfluss der Härte der Matrize ist jedenfalls beträchtlicher als der vonseiten der Schmierstoffe. - An drastischen Ergebnissen soll gerade der Chemiker nicht achtlos vorbeigehen.
 9. Unerwartet kommt bei diesen Versuchen schliesslich der Misserfolg mit wasser-dispergierbarem Kolloidgraphit ("Hydrokollag") in Kombination mit anfangs 1,5% Emulsionsöl V/Ka 3, dann 3% Emulsionsöl. Allerdings wird hier mit Seifenwasser der aussergewöhnlich niedrige Mittelwert von 0,71 Ringen je 100 kg Hülseendurchsatz erzielt, der sich in keiner der anderen Versuchsgruppen findet und wohl auch auf Wechsel in der Seifenqualität zurückzuführen ist. Gegenüber der Versuchsreihe A...E sind die mit 3% V/Ka 3 + 0,5% Hydrokollag erzielten Ergebnisse günstig; das gleiche gilt gegenüber der Versuchsreihe A...D. - In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, dass sich bei einem ähnlichen Vorgang bei Dynamit AG, nämlich dem Fertigen von Zündkitchen aus blankem oder gebeiztem, indessen nicht gebondertem Stahlblech, Hydrokollag (allerdings in höherer Konzentration) hervorragend bewährt hat.
 10. Die Ergebnisse aus Versuchsreihe A...F liegen bis zum Berichtabschluss noch nicht vor.

F. d. R.
M. D. R.



Bestellungsnummer Nr. 22 4104-0170/45-1/44 v. 19.1.44 - Auswahlschmierstoffe für spanlose und spangebende Fernung in der Rüstungsindustrie. - Geheim. -
Betrifft: Versuchsbericht

Geheim

Versuchsversuche mit Emulsionen

In vielen Betrieben der Rüstungsindustrie, hier bei Messerwerke AG, Obererpfalz/Neckar, spielt der Schmierstoff- und der Werkzeugverschleiß bei den zahlreichen, verschiedenartig gestellten Fräsmaschinen eine bedeutsame Rolle. Wie schon in Zwischenbericht vom Mai 1944, S. 2, ausgeführt, bereitet es aber gewisse Schwierigkeit, die Standzeit von Fräsern richtig, wenn überhaupt zu erfassen. Da es nicht nur zeitraubend, sondern kaum möglich ist, die zahlreichen Messerabschnitte an den verschiedenartig ausgebildeten Fräsern (Planfräser, Rundfräser, Stirn- und Hobelstirnfräser usw.) auf fortschreitende Abnutzung unter Beobachtung zu halten, so hat Ing. Reichert vorgeschlagen, die bearbeiteten Stücke nach bestimmten Zeitabständen des Werkzeuglaufes herauszugreifen und an ihnen die Flächenrauigkeiten mithilfe des Schmelzschalen Lichtschnittgerätes festzustellen, um auf die fortschreitende Fräserabstumpfung schließen zu können.

Vorausversuche von Ing. Reichert an einer Invee-Waagrecht-Fräsmaschine zur Planbearbeitung der Hülsen-Unterseite

| Emulsion | Gehalt | Stückzahl | Rauigkeit | Fläche in μ |
|----------|--------|-----------|-----------|------------------------|
| | | | | durchschnittl. maximal |
| Hö | 1,5 | 570 | 100 | ... |
| Behröl | | | | |
| Shell | 1,5 | 650 | 118 | ... |
| " 9151 | 3,0 | 950 | 167 | 10,5 ... 20,8 |
| Behröl | 3,0 | 670 | 117 | 10,5 ... 22,0 |
| Hö | 4,5 | 720 | 126 | 20,9 ... 37,8 |
| Hö | 6,0 | 760 | 133 | 21,4 ... 30,7 |

Bei planmäßiger Bearbeitung dieses Problems zeigten sich aber bereits am einzelnen Werkstück an verschiedenen Messstellen Größensunterschiede in der Flächenrauigkeit, die ein eindeutiges Urteil kaum zulassen. Herr Reichert hat seine Messergebnisse beim Rundfräsen von Hülsen mit 1/2iger Hö-Lösung zur Verfügung gestellt; er hat in mehreren Versuchsgängen jeweils die 20-ste, 200-ste, 370-ste und 575-ste Hülse herausgegriffen und die Flächenrauigkeit an jedem Beobachtungsstück mithilfe des Lichtschnittgerätes an 9 verschiedenen Stellen festgestellt, um dann erst auszumitteln. Die folgende Zahlenaufstellung zeigt das reichlich mühsame Ergebnis mit allen Einzelheiten, ... die Zahlenwerte geben die Flächenrauigkeit in μ an; in der darauffolgenden Tabelle sind dann die Werte ausgemittelt und die Streuungen der Werte sowohl in μ wie in % vom Mittelwert angegeben.

000042

- 2 -

Flechtebräunlichkeit in μ bei Zusatzgaben von Kollagen mit 10%iger
Na-Lösung

| Versuch
Nr. | 20-ste Kollagen | 200-ste Kollagen | 370-ste Kollagen | 575-ste Kollagen |
|----------------|--|--|--|--|
| 1 | 19,4 16,7 18,1 | 19,9 18,7 18,2 | 17,6 15,9 18,5 | 18,3 15,8 22,9 |
| | 13,2 16,7 15,9 | 16,7 22,9 18,4 | 25,6 20,3 17,6 | 22,9 21,2 19,4 |
| | 12,3 15,9 21,2 | 22,9 14,1 17,6 | 15,9 19,4 21,2 | 16,7 16,7 23,9 |
| 2 | 17,6 14,1 15,9 | 17,6 22,9 16,7 | 25,6 21,2 15,9 | 20,3 19,4 19,4 |
| | 14,1 17,6 17,6 | 15,9 17,6 15,9 | 22,9 24,7 15,9 | 22,9 22,9 23,2 |
| | 16,7 17,6 15,9 | 18,5 17,6 22,9 | 20,3 15,2 20,3 | 20,3 22,9 17,6 |
| 3 | 17,6 19,4 19,4 | 20,3 18,5 22,9 | 17,6 20,3 18,5 | 24,7 15,9 20,3 |
| | 17,6 15,9 21,2 | 13,2 15,9 22,9 | 20,3 15,9 15,9 | 18,5 18,5 22,9 |
| | 17,6 21,2 15,9 | 20,3 18,5 22,9 | 22,9 15,9 24,7 | 23,9 16,7 16,7 |
| 4 | 11,4 15,9 15,9 | 19,4 20,3 20,3 | 15,2 16,7 22,9 | 19,4 18,5 25,6 |
| | 14,1 17,6 24,7 | 21,1 13,2 17,6 | 17,6 22,9 15,9 | 25,6 18,5 18,5 |
| | 15,9 15,9 21,2 | 19,4 17,6 16,7 | 24,7 15,9 14,1 | 22,9 22,9 15,9 |
| 5 | 15,9 17,6 14,2 | 13,2 12,3 20,3 | 25,6 14,1 16,7 | 22,9 24,7 16,7 |
| | 15,9 22,9 18,5 | 17,6 18,5 16,7 | 16,7 20,3 17,6 | 23,9 17,6 20,3 |
| | 18,5 17,6 12,3 | 22,9 19,4 19,4 | 18,5 12,3 15,9 | 20,3 19,4 22,9 |
| 1 | Mittel <u>16,5</u>
Streuung
8,9 = 54% | Mittel <u>17,8</u>
Streuung
9,7 = 55% | Mittel <u>19,9</u>
Streuung
10,6 = 56% | Mittel <u>20,9</u>
Streuung
9,7 = 49% |
| 2 | Mittel <u>15,8</u>
Streuung
4,4 = 28% | Mittel <u>18,1</u>
Streuung
7,9 = 39% | Mittel <u>19,9</u>
Streuung
12,4 = 62% | Mittel <u>20,5</u>
Streuung
4,4 = 21% |
| 3 | Mittel <u>18,3</u>
Streuung
5,3 = 29% | Mittel <u>19,2</u>
Streuung
9,7 = 51% | Mittel <u>19,9</u>
Streuung
9,7 = 51% | Mittel <u>19,6</u>
Streuung
9,7 = 49% |
| 4 | Mittel <u>16,6</u>
Streuung
13,3 = 80% | Mittel <u>18,4</u>
Streuung
7,9 = 43% | Mittel <u>17,6</u>
Streuung
11,5 = 65% | Mittel <u>20,7</u>
Streuung
10,6 = 51% |
| 5 | Mittel <u>16,6</u>
Streuung
9,7 = 58% | Mittel <u>17,8</u>
Streuung
10,3 = 58% | Mittel <u>17,4</u>
Streuung
13,3 = 76% | Mittel <u>20,9</u>
Streuung
8,9 = 38% |
| Mittel | <u>16,7</u> | <u>18,4</u> | <u>18,6</u> | <u>20,3</u> |

Nach diesem für Bewertungszwecke nicht gerade erfreulichem Vor-Ergebnis, wurde daran gegangen, verschiedene Emulsionsöle in verschiedenen Wasserverdünnungen daraufhin zu untersuchen, wie weit sie in der Lage sind, die Flächenfärbung beim Fräsen günstig oder ungünstig zu beeinflussen bzw. die Abstumpfung der Fräser hintanzuhalten. - Als Emulsionsöle fanden Verwendung: - Das Bohrmittel R6 der IGF, ein vermutlich mit Kollagen und Dithiolamin (Dithionolamin + Triäthanolamin) neutralisiertes Kogasin-Sulfochlorid, also ein Kogasin-Sulfonat mit folgenden

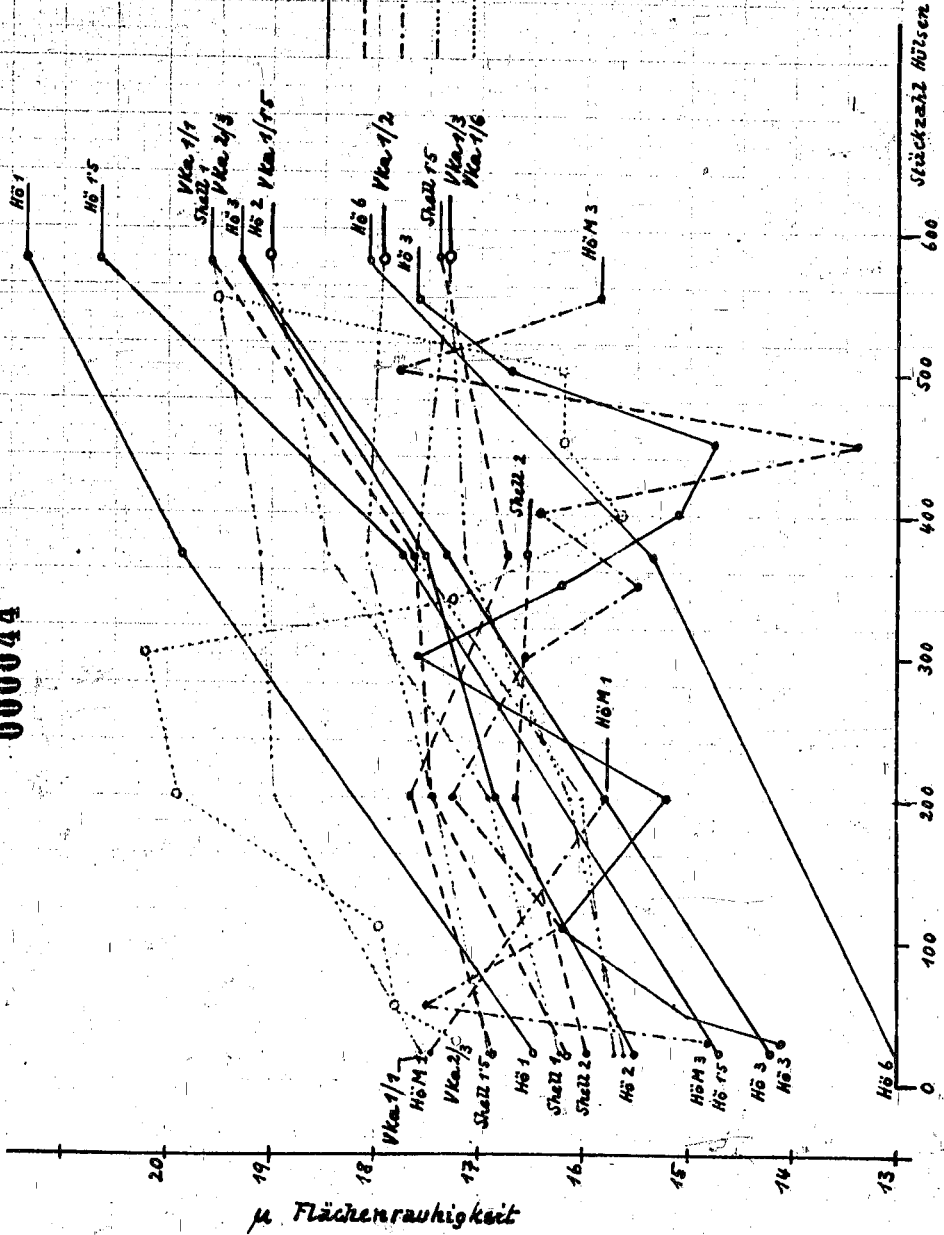
Kennzahlen: $d/20$ 0,939, $mD/20$ 1,4513, Viskosität 31,5°E/20 = 7,3°E/50 = 2,04°E/100, W_p 1,44, m 3,16, Farbe 4, Gesamtflüchtiges 14,5%, Asche 0,5%, Unverseifbares SO_3 0,2%, Gesamt- SO_3 (Eschke) 11,3%, anorganisch-gebundene SO_3 0,2%, organisch-gebundene SO_3 11,1%, Gesamt-Stickstoff 1,7% und pH 7,0. Das "Hö" wurde in 1 bis 6%igen wässrigen, opalisierenden Lösungen verwendet. (Kurz-Zeichen "Hö")

- Ein Shell-Bohröl Nr. 9151 mit $d/20$ 0,920, 4% Wasser, 2,7% Asche, 14,7% Emulgator (Delfe) und pH 0,9. - Dieses Bohröl kam in 1-, 1,5- und 2%igen Emulsionen zur Anwendung. (Kz.Z. "Shell")
- Eine von der Techn. Gutachter-Kommission bei der Reichsstelle für Mineralöl empfohlene Kombination von 3 Teilen Hö mit 8 Teilen "Merplanol" (Meier, Berlin-Weissensee). "Merplanol" ist ein sehr unseifhaltiges Kolloid, wasserquellbar, mit sehr wechselnder Zusammensetzung je nach Probenahme. - Das Mischprodukt kam in 1 und 3%iger Wasserlösung zur Anwendung und hat erhebliche Rostbildung verursacht. (Kz.Z. "Hö")
- "Versuchsöl Kadmer 1": 55% Emulgator Trupon HL 25A (Cl. Trumpf, Worms) werden bei 25°C mit einer blanken Lösung von 8% Trikresylphosphat in 55% Spindelöl-Destillat verrührt und abschließend mit 2% etwas alkalischem Wasser blank gerührt. Auch dieses Produkt kam mit 1 bis 6%igen wässrigen Emulsionen in Anwendung. (Kz.Z. "VKA 1")
- "Versuchsöl Kadmer 2": 40% Emulgator Trupon HL 25A werden bei 25°C mit einer Lösung von 7% Trikresylphosphat in 52% Meschinnöl-Destillat verrührt (Mineralöl $PO_4/50$) und mit 2% alkalischem Wasser geklärt. (Kz.Z. "VKA 2"). Dieses Produkt kam nur in 3%iger Emulsion in Anwendung.

Das Ergebnis der Versuche zeigen die beiden folgenden Tabellen und das Diagramm:

| Stückzahl | Menge | %Gehalt der Emulsion | Flächenraunigkeit in μ bei ... | | | |
|-----------|-------|----------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|
| | | | Hö | Shell | HöM | VKA 1 |
| 20-ste | 1,0% | | 16,45 | 18,16 | 17,47 | 17,57 |
| | 1,5% | | 14,71 | 16,84 | | 16,19 |
| | 2,0% | | 15,53 | 15,95 | | 17,05 |
| | 2,0% | | | | | 16,88 |
| | 3,0% | | 14,19 | | | 15,03 |
| | 6,0% | | 13,01 | | | 15,08 |
| 200-ste | 1,0% | | | 17,46 | 15,78 | 18,97 |
| | 1,5% | | | 17,65 | | 17,42 |
| | 2,0% | | 16,85 | 16,00 | | 17,72 |
| | 2,0% | | | | | 17,46 |
| | 3,0% | | | | | 16,19 |
| | 6,0% | | | | | 16,02 |
| 70-ste | 1,0% | | 19,85 | 17,67 | | 18,12 |
| | 1,5% | | 17,74 | 18,77 | | 18,47 |
| | 2,0% | | 17,52 | 18,55 | | 17,58 |
| | 2,0% | | | | | 18,18 |
| | 3,0% | | 17,33 | | | 17,10 |
| | 6,0% | | 15,30 | | | 17,01 |
| 575-ste | 1,0% | | 21,37 | 18,60 | | 19,61 |
| | 1,5% | | 20,63 | 17,39 | | 18,01 |
| | 2,0% | | 19,31 | | | 17,95 |
| | 3,0% | | 19,35 | | | 17,33 |
| | 3,0% | | 18,03 | | | 17,28 |

000044

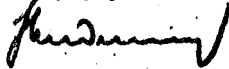


| 1%ige Emulsionen | | | | 3%ige Emulsionen | | | |
|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|
| Hülse
Stück | H3 | H3M | VKa 2 | Hülse
Stück | H3 | H3M | VKa 2 |
| 30. | 16,60 | 17,80 | 18,30 | 28. | 14,08 | 14,76 | 17,20 |
| 360. | 16,60 | 16,60 | 17,60 | 53. | 15,12 | 17,50 | 17,78 |
| 510. | 17,40 | 14,70 | 16,70 | 107. | 16,20 | 16,18 | 17,94 |
| 790. | 17,40 | 18,20 | 18,60 | 200. | 15,68 | 17,24 | 19,88 |
| | | | | 300. | 17,60 | 16,54 | 20,22 |
| | | | | 350. | 16,18 | 15,50 | 17,26 |
| | | | | 400. | 15,12 | 16,46 | 15,66 |
| | | | | 450. | 14,76 | 13,38 | 16,20 |
| | | | | 500. | 16,70 | 17,76 | 16,20 |
| | | | | 550. | 17,62 | 15,84 | 19,52 |

Das Diagramm auf S. 4 lässt besser als die Tabellen erkennen, dass die versuchte Methode der Messung der Flächenrauigkeit als Maass für den Werkzeugverschleiss, hier die Fräserabstumpfung, versagt. Es scheint wohl zunächst bei den Versuchen mit H3 und VKa 1 ein ebenmässiger Kurvenanstieg mit der Stückzahl der bearbeiteten Hülsen gegeben, aber beim Shell-Bahröl 9151 zeigt sich ein gänzlich uncharakteristisches Bild, und bei H3M und VKa 2 (auch bei einem zweiten Versuch mit H3 in 3%iger Lösung) zeigen die Kurven Stürze und Abfälle ohne jedes gesetzmässige Verhalten.

Die Erklärung kann nur damit gegeben werden, dass erfahrungsgemäss die Fräser viel früher stumpf werden, als hier angenommen wird, dass dann mit stumpfen Fräsern weitergearbeitet wird, und dass schliesslich stumpfe Fräser auf den zu bearbeitenden Werkstücken "hämmern", sodass die Flächenrauigkeit der bearbeiteten Stücke stationär gehalten wird oder gar wieder absinkt. Es wird demnach kaum möglich sein, auf diesem Wege zu brauchbarer Beurteilung von Schmierstoffen und ihren wässrigen Dispersionen zu gelangen, da Fräserarbeiten eine eindeutige Beurteilung auf diesem Wege nicht zulassen.

F. d. R.





Bewegt. Forschungsauftrag 85 (104-9170/43-1/44, v. 10.3.1944 - Aus-
weichmetallstoffe für spezielle und spangende Formung
in der Rüstungsindustrie. - Geheim.
Betrifft: Teilbericht

Geheim

Schneidleistung durch Emulsionen beim Fließbohren von

Gewehrteilen mit Hartmetall

Das Reichministerium für Bewaffnung und Munition hat vor Kurzem die Förderung aufgestellt und durch die Reichsstelle für Mineralöl und deren Untergang öffentlich gemacht, dass innerhalb kürzester Frist, alle Schneidflüssigkeiten, die brennbar sind, gegen nichtbrennbare auszutauschen wären. Diese Förderung wird nicht nur deswegen gestellt, um Brände an Werkzeugmaschinen zu verhüten, sondern auch zur weiteren Einsparung von Mineralöl. Eines der ergangenen Rundschreiben erwähnt, dass daran zu denken wäre, geeignete Emulsionen, im Verhältnis 1:5 mit Wasser vermischt, anstelle wasser-nicht-mischbarer aktivierter Mineralöle einzusetzen.

Schon im Zwischenbericht zu obiger Forschungsaufgabe vom Mai 1944 ist im Hauptabschnitt "Metallzerspanung" unter Ziffer 1A die Rede davon, dass beim Tieflochbohren von Gewehrteilen, als "Hülse" bezeichnet, mittels Hartmetallbohrern, das wasser-nicht-mischbare Schneidöl "Shell-Junag" durch Emulsionen ersetzt werden soll. Es wurde ausgeführt, dass zwar nach Ansicht von Hartmetall-Fachleuten bei dem bezeichneten Vorgang ein Wechsel auf Emulsionen (angeblich wegen Mangel an Schmierwert) unmöglich erscheine; Herr Ing. H. Reichert der Mauserwerke AG, Oberndorf/Neckar, entschloss sich aber mit allem Nachdruck zur Durchführung von Versuchen mit Emulsionen, und hat es in zielbewusster Versuchsarbeit tatsächlich und grundsätzlich möglich gemacht, in Gemeinschaft mit dem Berichterstatter bei dem nachfolgend genauer beschriebenen, durchaus schwierigen Zerspanungsvorgang, wasser-nicht-mischbare, aktive Schneidöle durch Emulsionen zu ersetzen, bei denen sowohl der Ölanteil, wie das Wasser chemisch aktiviert werden.

Der mitten in der Fließfertigung zu Versuch gestellte, markante und richtungweisende Arbeitsvorgang bei den Mauserwerken AG, Oberndorf/Neckar, ist das Senkrecht-Hülsebohren K98 mit Hartmetall. Gegen den feststehenden Bohrer von 17,6 mm Φ mit Hartmetallschneiden (zwei Innenbohrungen zwecks Druckölzulauf und einer Hohlkehle zwecks Spanabfuhr und Ölrücklauf) wird das Werkstück mit einer Spindelrehzahl von 1800 U/min und einer Vershub von 54 mm/min bewegt. Das Gewicht des Hülse-Rohlings ist 1703 g, nach dem Bohren 1302 g; der Spananfall je Hülse beträgt also 401 g oder 23,5 Gew. % und kennzeichnet einen Zerspanungsvorgang schwerster Art. Die tägliche Leistung auf 3 Maschinen beträgt rund 700 Hülse; der Spananfall erfolgt in groben, lang-gezogenen Wendeln. Die Ölfüllung der Maschine beträgt max. 540 lit., die gebräuchliche Befüllung ist mit 300 lit.

anzugeben, der täglich erforderliche Zusatz an Öl (nicht-wasser-mischbar) betrug erfahrungsgemäß 25-30 lit. Das Schneidöl wird mit einem Druck von 15atü durch zwei Kanülen in der Bohrer-spitze gegen das zu bearbeitende Werkstück ausgepresst und spült die Späne durch die Hohlbohrung des Bohrers zurück.

Zu Versuch gestellt waren folgende Produkte:

- 1.) Schneidöl "Shell-Jung" mit Farbe 10,4/20 s. 915, d/20 1.5167, Visk. $3,8^{\circ}\text{E}/20 = 1,77^{\circ}\text{E}/50$, Wp 1.61, n_{D}^{20} 1.41, Flammpunkt 130° , Siedepunkt -9°C , VZ 15,4, JE 49 und Schwefelgehalt s. 78%. Nach etwa 200-stündiger Arbeitszeit und der täglichen Öl-ergänzung von 25-30 lit. hat sich dieses Öl, wie folgt, verändert: Farbe 10,4/20 s. 911, d/20 1.5023, Visk. $8,45^{\circ}\text{E}/20 = 2,51^{\circ}\text{E}/50$, Wp 1.88, n_{D}^{20} 1.41, VZ 9,32, Schwefelgehalt s. 46% und Aschegehalt (Metallspäne) s. 141%. - Aus der Späne-schleuder kamt dieses Öl mit Farbe 10,4/20 s. 915, d/20 1.5069, Visk. $8,3^{\circ}\text{E}/20 = 2,45^{\circ}\text{E}/50$, Wp 2.79, n_{D}^{20} 1.41, VZ 14,5, Schwefelgehalt s. 53% und Asche s. 170%. Das Schleuderdöl wird nach Bedarf zur Ergänzung der Ölfüllung der Benckrecht-Bohrwerke verwendet.
- 2.) Versuchsöl-Kadmer 1, kurz V/Ka 1, Rezeptur:
3% Emulgator HL 25 N (Oleum Trumpler, Werns) werden bei 25° mit einer blanken Lösung von 2% Trikresylphosphat in 5% Spindeldöl-Destillat verrührt und abschließend mit 2% schwach-alkalischem Wasser (Zusatz von Dicitranin, IEF) blank-gerührt. - In diesem Produkt ist das Mineralöl durch Trikresylphosphat grenzflächenaktiviert, da im Schmier-vorgang bei Zerapahungsarbeiten angenommen wird, dass die in Emulsion schwebenden Öltröpfchen aufgeschloßen werden.
- 3.) Da Ing. Reichert bei seinen Versuchsbeobachtungen rein gefühlsmäßig der Ansicht war, dass die Emulsionen mit V/Ka 1 zu "dünn" und zu wenig schmierfähig seien, wurde V/Ka 2 geschaffen: 40% Emulgator Trupon HL 25 N (Trumpler-Werns) werden bei 25°C mit einer Lösung von 7% Trikresylphosphat in 5% Maschinendöl-Destillat verrührt und abschließend mit 2% alkalischem Wasser geklärt. - Das Spindeldöl des V/Ka 1 ist hier also durchaus nicht zwecklos, wie die Versuche zeigen, durch ein wesentlich viskoseres Öl ersetzt, welches $8^{\circ}\text{E}/50$ zeigte.
- 4.) Um auch das Wasser als Emulsionsbestandteil möglichst wirksam zur Anwendung zu bringen, wurden ihm
a) 1-2%ige Zusätze an wasserdispersiblen Kolloidschwefel "Ceson" (Riedel-de Haen AG) gemacht, ein Produkt, welches bisher nur als Schädlingsbekämpfungsmittel eingesetzt war,
b) 0,5-1%ige Zusätze an wasserdispersiblen Kolloidgraphit "Hydrakollag" (Riedel-de Haen AG).

In diesem Zusammenhange wurde auch das Viskosität-Temperatur-Verhalten von Emulsionen verschiedener Wassereinstellung studiert. Kapillar-Instrumente, wie die Viskosimeter nach Ostwald, Ubbelohde oder Vogel-Oesag, sind für Emulsionen unbrauchbar, da sie sich aus den mehr oder minder heterogenen System Öl-Emulgator-Wasser Teilchen an den Gefäßwänden ad-herieren und den Kapillar-Querschnitt unkontrollierbar verengen. Selbst bei Gebrauch des Kugelfallviskosimeters von Hoppler zeigen sich bei Emulsionen in haltbarer Einstellung unverkennbare Anomalien. - Die folgende Tabelle enthält die

Viskosität eines Spindelöl-Destillates, welches die Basis war für ein Bohröl aus 27% Baulgator Trapes HL 25H, 73% Spindelöl-Destillat und 1,5% Wasser, enthält die Viskosität dieses Bohröles und seiner Emulsionen mit 20, 30, 40 und 50% Wasser, sowie die Dichte und die pH-Werte derselben.

| | 4/20 | pH | E/20 | E/30 | E/40 | E/50 | Ann.) |
|-----------------------|-------|-----|------|------|------|------|-------|
| Spindelöl-Dest. | 0,865 | - | 2,27 | 1,84 | 1,59 | 1,44 | - |
| Bohröl, unverdünnt | 0,898 | - | 34 | 16 | 9 | 6,2 | 1) |
| 80% Bohröl-20% Wasser | 0,918 | 6,1 | 180 | 135 | 107 | 86 | 2) |
| 70% " +30% " | 0,928 | 7,2 | 160 | 120 | 65 | 36 | 3) |
| 65% " +35% " | 0,934 | 8,5 | 11,4 | - | - | - | 4) |
| 60% " +40% " | 0,939 | 8,8 | 5,2 | 4,1 | 3,5 | 3,1 | 5) |
| 55% " +45% " | 0,943 | 7,9 | 1,56 | - | - | - | 6) |

Ann.: 1) Baulgator und Wasser im Bohröl erhöhen verständlicherweise die Viskosität desselben gegenüber dem Spindelöl ganz beträchtlich. Die erhaltenen Viskositätswerte liegen nicht auf einer Geraden, wie dies bei Mineralölen im log-log-Feld der Fall ist, sondern auf einer schwach nach unten durchhängenden Kurve, weshalb die Feststellung von W_p und m nicht möglich ist. 2) Mit 20% Wassergehalt erhält man aus dem Bohröl eine dickmilchige, sahnige Emulsion von hoher Viskosität und einer unwirklich flachen Viskosität-Temperatur-Funktion. 3) Bei der Einstellung des Bohröls mit 30% Wasser krümmt sich unverständlicherweise die Viskositätskurve bei höheren Temperaturen stark nach abwärts. 4) Zwischen 30 und 35% Wassergehalt liegt offenbar die Stelle eines sprunghaften Abfalls der Viskosität, nämlich von 160R/20 auf 11R/20. 5) Die Einstellung des Bohröls mit 40% Wasser zeigt wieder eine schwach nach unten durchhängende Viskosität-Temperatur-Kurve und 6) bei 45% Wassergehalt ist die Zähflüssigkeit der Emulsion bei Raumtemperatur nur mehr das 1,56-fache der des Wassers. Die fertiggestellten Forderungen Reicherts nach Anwendung künstlicher Zusätze zwecks Viskositäts-erhöhung von Emulsionen entbehren also nicht einer gewissen Berechtigung. Es hat sich allerdings gezeigt, dass Quellungen von Tylose (Kallose, Mischlich/Rh.) oder Collaresin (IGP) Emulsionen zwar viskosser zu machen vermögen, deren Haltherkeit aber und vor allem deren Schmierfähigkeit, beobachtet mit der Almen-Wieland-Ölprüfmaschine, erheblich zu beeinträchtigen vermögen.

Standzeiten

- 1.) Beim Arbeiten mit dem wasser-nicht-mischbaren Schneidöl "Shell-Jung" wurden im Mittel 57 Hülisen je Bohrerenschliff gefertigt. Leider fehlen hier die früheren Aufzeichnungen, die auch die Standzeit-Streuungen erkennen lassen.
- 2.) Das V/K_n 1 wurde zunächst in der Verdünnung 1:3 mit Wasser, also 25% V/K_n 1 mit 75% Wasser verwendet. Die erzielten Standzeiten von (Anzahl gebohrter Hülisen je Bohrer):

| Bohrer | nqx | 1. Rechs-schleifen | 2. Rechs-schleifen |
|--------|-----|--------------------|--------------------|
| Nr. 10 | 18 | ... | 24 |
| Nr. 20 | 18 | ... | 53 |
| Nr. 30 | 73 | ... | 35 |
| Nr. 40 | 64 | ... | 30 |
| Nr. 50 | 58 | ... | 19 |
| Nr. 60 | 43 | ... | 43 |

| weitere Versuchs-Standzeiten: | 40 | 21 | 46 | 26 | 45 | 28 | 39 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| | 40 | 60 | 27 | 50 | 41 | 35 | 40 |
| | 45 | 40 | 35 | 75 | 35 | 30 | 28 |
| | 60 | 80 | | | | | |

Mittelwert aus 38 Versuchen: Standzeit = Stückzahl 42

Die Standzeit-Streuungen sind hierbei sehr erheblich, denn der max-Wert wird mit Stückzahl 80, der min-Wert mit Stückzahl 18, der Streubereich also mit 62 festgestellt, was gegenüber dem Standzeit-Mittel von Stückzahl 42 eine Streuung von 148% bedeutet.

3.) Das V/Ka 2 wurde zunächst in 10%iger Emulsion versucht. Die Standzeiten (Stückzahlen) ergaben sich, wie folgt:

43 43 49 50 12 10 32
 49 48 51 25 28 15 48
 24 36 Mittelwert 35

Der Streubereich beträgt $51-10 = 41 = 117\%$

4.) 5% V/Ka 2 wurden mit 0,5% Cosan in insgesamt 94,5% Wasser kombiniert. Die Standzeiten waren:

33 39 40 35 28 37 42 43
 42 15 18 30 36 39 69 80 Mittelwert 39, Streuung 167%

5.) 10% V/Ka 2 wurden mit 1% Cosan in insgesamt 80% Wasser kombiniert. Die Standzeiten waren:

40 35 14 54 26 40
 52 35 29 28 63 55 82
 94 53 56 64 80 Mittelwert 50, Streuung 136%

6.) 15% V/Ka 2 wurden mit 1,5% Cosan in insgesamt 83,5% Wasser kombiniert. Die Standzeiten waren:

49 84 100 62 48 53 28
 35 100 85 86 60 35 45
 43 76 53 Mittelwert 61, Streuung 120%

7.) Bei Zusatz von Kolloidgraphit in wässriger Dispersion wurden nach Werkaangaben weder Vor-, noch Nachteile gegenüber den ermittelten Standzeiten festgestellt. Bemängelt wurde verschiedentlich das Absetzen von Graphit, das der Farbe wegen natürlich deutlicher wird als das Absetzen grob-disperser Schwefelkörperchen.

Die folgerichtige Versuchsdurchführung lässt, auch bei erheblichen Streuungen in den Standzeiten, erkennen, dass

- a) das wasser-nicht-mischbare Schneidöl durch aktivierte Emulsionen ersetzbar ist, dass
- b) in Emulsionsölen viskosere Öle den leichtflüssigen Spindelölen als Basis unbedingt vorzuziehen sind, und dass
- c) kolloider Schwefel in wässriger Suspension sich unbedingt bei diesem Vorgang günstig auswirkt.

Die hier bei Zerspanungsarbeiten gewonnenen Erkenntnisse können nicht auf Arbeiten der spanlosen Formung angewendet werden, ... vgl. Teilbericht "Schmierstoffprüfung beim Tiefziehen kleiner Geschosshülsen".

E. J. R.



Bauart: Leftung Nr. 45 204-204/41-1/44 v. 10.3.44, - Antriebs-
schmierstoffe f. spanende u. spangebende Formung in der
Richtungsinstrumente. - Geheim.

Betrifft: Versuchsbericht

Geheim

PRÜFUNG VON EMULSIONEN BEIM FEINDREHN VON METERSZYLINDERN

Unter Mitwirkung von Herrn Dipl.-Ing. Kreeb der Bayer-Motorenwerke AG, Werk I, München, sollten hier beim Feindrähen von Zylinderbohrungen verschiedene Emulsionen und Zusätze im Hinblick auf die Zerapannungleistung bzw. die Standzeit der Hartmetallwerkzeuge erprobt werden.

Das Feindrähen der Meterszylinder erfolgte mit Drehzahl 3000/min bzw. Schnittgeschwindigkeit 16 m/min, Spantiefe 0,2 mm, Vershub 0,009 mm/U, Werkzeug: Hartmetall (Sintermetall) Titant P 1, Werkstoff: Stahl mit Zugfestigkeit 76-90 kg/mm², Brinellhärte 217-257, Schnittzeit je Bohrung 9 Min. 45 Sek..

Als Emulsionen wurden zunächst in Vergleich gestellt:

- Bohrmittel H₂ der IGF in 1%iger vierziger Lösung,
- fettfreies Bohröl aus 2% fettfreies Emulgator Trupen HL 25N^o (Clemens Trumpler, Worms), 73% Spindelöl-Desfllat 5X/20 (Optimol GmbH, München) und 1,6% Wasser, in der Konzentration 1,6% Bohröl, 98,4% Wasser. Das Wasser erhielt zwecks Rostschutzes außerdem Zusatz von 0,2% Natriumnitrit und Triätriumposphat.

Die Standzeiten, .. Stückzahl der Zylinder je Werkzeug, ergaben sich wie folgt:

- H₂ 1%ig: 15 12 16 19 17 18 13 14 15 19
- im Mittel 15,8, Streubereich 12-19 = 7,0 i. d. H.
- Trupen-Bohröl, 1,6%ig: 13 41 17 22 24 23 19 27 21 23
- im Mittel 23,4, Streubereich 13-41 = 26 s. i. d. H.

Der Spanfall war bei Trupen-Bohröl etwas besser als bei H₂, von glatter Oberfläche, Spanform lange Wendeln.

Die Versuche sollten nun sowohl bei H₂, wie bei Bohröl mit verschiedenen Zusätzen wie Kolloidschwefel, Kolloidgraphit, Aktivierungsmitteln, ferner mit neuen Produkten wie Gelharasulfamat fortgesetzt werden; durch Fliegerschaden sind diese Versuche indessen für längere Zeit unterbrochen. Kreeb beabsichtigte im Rahmen einer Dissertation neben dem Wechsel der Schmierstoffe den Wechsel der Werkzeuge, der Schnittgeschwindigkeit und des Vershubs u. a. m. .

f. d. H.
Handwritten signature

000050

apl. Professor Dr. H. Kadner
Technische Hochschule, München



Oktober 1944

Bezug: Auftrag Nr. SS 4104-0170/43-1/44 v. 19.1.44, - Ausweich-
schmierstoffe f. spanlose u. spangehende Formung in der
Richtungsindustrie. - Geheim. -
Betrifft: Versuchsbericht

Geheim

Prüfung von Emulsionen beim Feindrehen von Motorenzylindern

Unter Mitwirkung von Herrn Dipl. Ing. Kreeb der Bayr. Mo-
torenwerke AG, Werk I, München, sollten hier beim Feindrehen von
Zylindertechnungen verschiedene Emulsionen und Zusätze im Hin-
blick auf die Zerspanungsleistung bzw. die Standzeit der Hart-
metallwerkzeuge erprobt werden.

Das Feindrehen der Motorenzylinder erfolgte mit Dreh-
zahl 3000/min bzw. Schnittgeschwindigkeit 145m/min., Spantiefe
0,2 mm, Vorschub 0,085 mm/U, Werkzeug: Hartmetall (Sintermetall)
"Titanit P 1", Werkstoff: Stahl mit Zugfestigkeit 76-80 kg/mm²,
Brinellhärte 217-257, Schnittzeit je Bohrung 9 Min. 45 Sek..

- Als Emulsionen wurden zunächst in Vergleich gestellt:
- Bohrmittel H8 der IGF in 1%iger wässriger Lösung,
- fettfreie Bohrröl aus 27% fettfreiem Emulgator "Trupon HL 25N"
(Clemens Trumpler, Worme), 73% Spindelöl-Destillat 3E/20 (Opti-
mol GmbH, München) und 1,8% Wasser, in der Konzentration 1,6%
Bohrröl, 98,4% Wasser. Das Wasser erhielt zwecks Rostschutz aus-
serdem Zusatz von 0,2% Natriumnitrit und Trinatriumphosphat.

Die Standzeiten, ... Stückzahl der Zylinder je Werkzeug,
ergaben sich, wie folgt:

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| - H8, 1.6%ig : | 15 | 12 | 16 | 19 | 17 | 18 | 13 | 14 | 15 | 19 | ..... |
| | im Mittel 15,8, Streubereich 19-12 = 7,6 d. i. 44% | | | | | | | | | | |
| - Trupon-Bohrröl, 1,6%ig : | 15 | 41 | 17 | 22 | 24 | 23 | 19 | 27 | 21 | 25 | |
| | im Mittel 23,4, Streubereich 41-15 = 26 d. i. 111%. | | | | | | | | | | |

Der Spananfall war bei Trupon-Bohrröl etwas besser als bei H8,
von glatter Oberfläche, Spanform lange Wendeln.

Die Versuche sollten nun sowohl bei H8, wie bei Bohrröl
mit verschiedenen Zusätzen wie Kolloidschwefel, Kolloidgraphit, Ak-
tivierungsmitteln, ferner mit neuen Produkten wie Gelharzsulfon-
at fortgesetzt werden; durch Fliegerschaden sind diese Versuche
indessen für längere Zeit unterbrochen. Kreeb beabsichtigte im
Rahmen einer Dissertation neben dem Wechsel der Schmierstoffe
den Wechsel der Werkzeuge, der Schnittgeschwindigkeit und des
Vorschubs u. a. m..

f. d. R.
Handwritten signature

Erkenntnisse über die Schmierfähigkeit von Ölen beim Zerspanungsvorgang des Räumens

Es ist eine, gewissermassen im Unterbewusstsein bekannte, durch Gottwein u. Reichel +) in trefflicher Darstellung erneut betonte Tatsache, dass alle jene Zerspanungsvorgänge in besonderem Masse der Schmierung bedürfen, bei denen ein gewisses Gleiten des Werkzeugs und gezwängter Spanabfluss in Erscheinung treten. Ein solcher Vorgang ist in ausgeprägter Weise beim Räumen gegeben; Reibung und kontinuierlicher Verschleiss schaffen natürlicherweise die idealen Bedingungen für Grenzflächenschmierung.

Es hat in den letzten Jahren an Bemühungen nicht gefehlt, das Problem der Schmierfähigkeit zu klären, und man hat, um Fremdeinflüsse auf den Vorgang der Schmierung möglichst auszuschalten, leider immer wieder versucht, von den einfachsten Bauformen gleitender Flächen auszugehen und an ihnen mit Theorie und Berechnungen das Wesen der Schmierfähigkeit in brauchbare Formeln zu bringen. Es soll hier nicht entschieden werden, wie weit diese Bestrebungen von Erfolg oder Misserfolg begleitet waren, aber es darf gesagt werden, dass vielfach aus den Versuchsergebnissen in Schmierstoff-Prüfgeräten oder sog. Ölprüfmaschinen gerade in jüngster Zeit Schlüsse gezogen wurden, die völlig in die Irre führen.

Nichts lag deshalb für den Berichtersteller näher, als einmal zu versuchen, Zerspanungsvorgänge in den Bereich der Betrachtung und der kritischen Beobachtung zu ziehen, hier die Schmierung und die sog. Schmierfähigkeit zu studieren und wenn möglich zu messen. Hohe Gelehrsamkeit spricht bei solchen Versuchsvorhaben gerne von Empirie; das Wort ist bitter und ist hier ungerechtfertigt, denn es ist ja nicht beabsichtigt, aus Hilfsvorstellungen und Behelfsvorrichtungen zu Resultaten zu kommen, sondern einen natürlich gegebenen Vorgang zu beobachten und zwar richtig zu beobachten. Naturbeobachtung aber hat in der Forschung noch nie Nachteile gebracht.

Unter diesen Gesichtspunkten hat es sich der Berichtersteller zur Aufgabe gemacht, zu betrachten, ob nicht der natürliche Zerspanungsvorgang beim Räumen prädestiniert sei, die Frage Schmierfähigkeit in etwa aufzuklären. Unter "Räumen" versteht man ganz allgemein einen spangebenden Arbeitsvorgang mit einem in seiner Längsachse (waagrecht oder senkrecht) geradlinig bewegten Mehrfachschneidwerkzeug, einer sog. Räumnadel. Die je Zahn abgenommene Spanstärke beträgt 0,02-0,12 mm; die Spanwinkel betragen bei Stahl und Stahlguss 10-16°, bei Gusseisen 2-5°, bei Kupferlegierungen 2-5°, die Rückenwinkel (Freiwinkel) betragen 1-2° und die Faserbreite ist 0,4-1 mm; mit der Faserbreite wächst der Ziehkraftbedarf. Die Ziehgeschwindigkeit beträgt bei Stahl, Stahlguss und Gusseisen 3m/min, bei legierten Stählen 2m/min, bei Kupferlegierungen 2m/min und bei Leichtmetallen bis 14m/min. Da der Wärmeabfluss beim Ziehvorgang ungünstig ist, muss die Schmierflüssigkeit +) kühlen u. schmieren b. d. Metallbearbeitung, VDI-Worlag 1944, S. 10

| | | |
|--|--|---|
| <p align="center">Geheim!</p> <p><small>Dies ist ein Staatsgeheimnis im Sinne des § 89 NSG in der Fassung des Gesetzes vom 24. 4. 1934.</small></p> <p><small>Weitergabe nur geschlossen, bei Postbefreiung als "Einschreiben".</small></p> <p><small>Empfänger haftet für sichere Aufbewahrung</small></p> <p align="center"><i>Fresslaser</i></p> | <p>SS 4104-0170/43-I/44 geheim v. 19. 1. 44 - Ausweischmierstoffe b. Metallverformung</p> <p align="center"><i>Benennung</i></p> | <p>Zu Nr. Teilbericht</p> |
| | <p>Arbeitsgruppe apl. Professor Dr. Kadner, Techn. Hochschule, München, dt. Landshut, Ndb.</p> <p align="center"><i>Institut</i></p> | <p>Januar 1945</p> <p align="center"><i>Datum</i></p> |
| | | <p align="center">Blatt 1</p> |

000052

keit die wandernde Räumadel überfluten und es ist dabei nicht leicht, die Schmierstoffmenge im Umlauf je Zug der Räumadel konstant zu halten oder gar gleichmässig verteilt in Anwendung zu bringen, sodass dadurch von vorneherein Streuungen der Standzeit des Werkzeugs gegeben sind. Trockenschnitt wird nur bei leichten Räumarbeiten in gewissen Leichtmetallen, bei Messing und Grauguss angewandt; vielfach arbeitet man hier auch mit Emulsionen. Für schwere Arbeiten in hartem und zähem Material, insb. Stahl und Stahlguss, verwendet man aber aktivierte Mineralöle und der Versuchsbericht erweist, dass es hier sehr auf die "Schmierkraft" des Oeles ankommt, wenn nicht ein sehr augenfälliges, vorzeitiges Stumpfwerden der Werkzeugschneiden auftreten soll.

Für die Versuche des vorliegenden Teilberichtes wurde eine Räumadelziehbank der Mauserwerke AG, Oberndorf/N. gewählt und Herrn Ing. Herm. Reichert sei auch an dieser Stelle für die wertvollen Anregungen und vor allem für die Versuchsüberwachung gedankt. Da die bezeichnete Räumadelziehbank mitten in der Produktion verblieb, konnten nur Standzeitbeobachtungen, nicht aber Ziehkraftmessungen erfolgen. Die Ziegeschwindigkeit betrug einheitlich 1,5m/min, die Standzeit der Räumadel wird ausgedrückt in der Anzahl Gewehrslösschen, die je Räumadel zu fertigen möglich war, wobei die eingeklammerten Kurzzeichen hinter der Standzeit bedeuten: (-) Abstumpfung der Schneiden, (--) Ausbrüche der Schneiden und raue Fertigungsflächen im Werkstück, und (x) Bruch der Räumadel durch Verfressen. An sonstigen konstanten Versuchsbedingungen ist anzugeben: Oelfüllung 25 kg, minutlicher Oelumlauflauf 3 lit, Oelverbrauch mit Spanabgang 1 kg je Arbeitstag, Fertigungsgeschwindigkeit 45 Gewehrslösschen je Stunde. - In der folgenden Zahlenaufstellung sind die untersuchten Schmierstoffe mit den wesentlichsten Kennzahlen zusammengestellt:

| Nr. | Oel-Bezeichnung | Gruppe | d/20 | E/20 | NZ | VZ | Fettöl % | SS | Andere Zusätze |
|-----|-----------------|--------|------|------|-----|-----|----------|------|----------------|
| 1a | Rüböl, techn. | B-5 | .910 | 12,4 | -- | 183 | 100 | -- | -- |
| 1b | " +Terpentinöl | B-5 | -- | -- | -- | -- | 90 | -- | -- |
| 2a | Schneidöl O.M. | B-5 | .911 | 12,0 | 3,8 | 58 | 37 | 0,50 | 2% Tkp. |
| 2b | " O.M. | B-5 | .914 | 14,1 | 5,5 | 54 | 37 | 0,47 | 2% Tkp. + |
| 3 | Schneidöl O.M. | B-5 | -- | -- | -- | -- | 32 | 1,00 | 1,5% Tkp |
| 4a | Schneidöl X | B-4 | -- | -- | -- | -- | 16 | 0,80 | 6% C1-61++ |
| 4b | " X | B-4 | -- | -- | -- | -- | 9 | 0,75 | 9% C1-61++ |
| 5a | Schneidöl O.M. | B-4 | .915 | 7,0 | 4,5 | 18 | -- | 0,22 | Tkp. 7% |
| 5b | " O.M. | B-4 | -- | 8,0 | -- | -- | 10 | 0,45 | 5% Tkp |
| 6 | Schneidöl G.S. | B-4 | .939 | 13,0 | 0,9 | 6,7 | -- | 0 | +++) |
| 7 | Schneidöl V | B-4 | -- | 6,5 | 0,2 | 6,6 | -- | 0 | x) |
| 8 | Schneidöl P | B-4 | .916 | 26,6 | 0,3 | 5,9 | -- | 0 | -- |
| 9 | Schneidöl H | B-4 | .904 | 5,0 | 1,7 | -- | -- | + | -- |
| 10 | Schneidöl V | B-3 | .896 | 13,0 | 0,3 | 2,8 | -- | 0,54 | x) |
| 11 | Schneidöl G.S. | B-2 | .926 | 25,0 | 0,2 | 2,0 | -- | 0,05 | +++) |
| 12 | Schneidöl V.R. | B-2 | .893 | 4,4 | 0,5 | 1,7 | -- | 0 | C1, Tkp |
| 13 | Schneidöl V | B-2 | .923 | 52,0 | 0,4 | 1,1 | -- | 0,38 | 0,5% Graph. |
| 14 | Schneidöl V | B-2 | .894 | -- | 0,4 | 0,8 | -- | 0,76 | x) |

| | | |
|------------|--|--------------------|
| Fraktionen | SS 4104-0170/43-I/44 geheim
v.19.1.44 - Ausweichschmierstoffe b. Metallverformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Januar 1945 |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadner, Techn. Hochschule
München, dt. Institut Landshut, Ndb | Datum |
| | | Blatt 2 |

Unterschrift

| Nr. | Öl-Bezeichnung | Gruppe | d/20 | %Wasser | %Seife | %Asche | NZ | pH |
|-----|----------------|--------|------|---------|--------|--------|------|------------|
| 15 | Bohröl G | B-1 | .941 | 7 | 12,9 | 2,65 | 11,7 | 8,0 |
| 16 | Emulgieröl Sh | B-1 | -- | 1 | 6,6 | 1,7 | 2,4 | 6,9
xx) |

Erläuterungen: Gruppe B-5 25-100% Fettölgehalt
 " B-4 3- 25% " "
 " B-3 1- 3% " "
 " B-2 fettfreie Mineralöle
 " B-1 wasseremulgierbare Öle

Anm.: Tkp = Trikresylphosphat, +) Jodzahl 56, ++) chloriertes Spindelöl, tiefschwarz, viskose, (Bauer, Gaebel & Co, Hamburg),
 +++) 1-2% farblose, hochchlorierte Aromaten und Trikresylphosphat, x) Aktivzusätze der Deutschen Vacuum-Öl AG von unbekannter Komposition, xx) Schwefelgehalt 5%.

Die Standzeiten der Räumnadeln betragen:

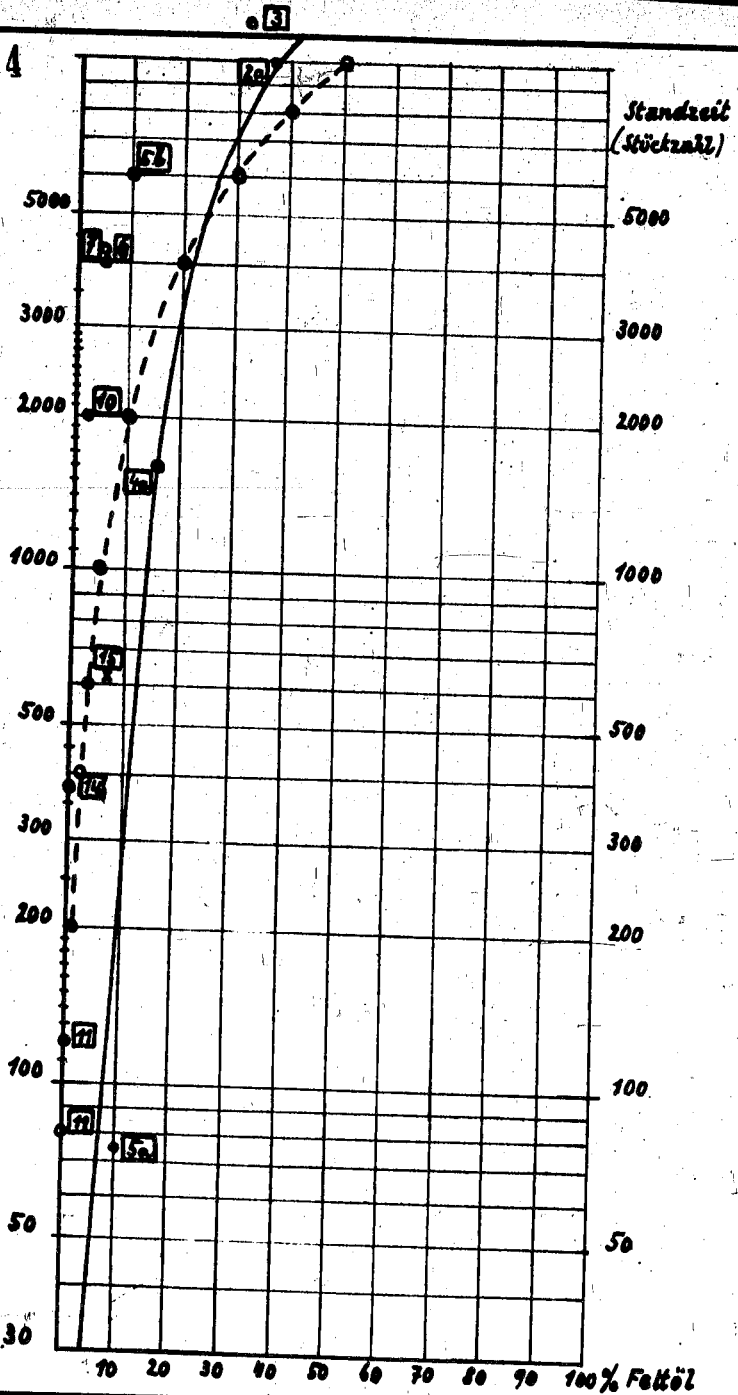
| Nr. | Ölbezeichnung | Gruppe | Charakteristik | Stückzahl | Gewehr |
|-----|----------------|--------|------------------------|------------|--------|
| | | | | - | - |
| | | | | schüsschen | |
| 1a | Rüböl, techn. | B-5 | 100% Fett | 20 000 | (-) |
| 1b | " +Terpentinöl | B-5 | 90% Fett | 20 800 | (-) |
| 2a | Schneidöl OM | B-5 | 37% Fettöl, S, P.. | 10 000 | (-) |
| 2b | Schneidöl OM | B-5 | 37% Fettöl, S, P.. | 9 645 | (-) |
| 3 | Schneidöl OM | B-5 | 32% Fettöl, 1% S, P | 12 000 | (-) |
| 4a | Schneidöl X | B-4 | 16% Fett, S, P, Cl- | 1 500 | (--) |
| 4b | Schneidöl X | B-4 | 9% Fett, S, P, Cl- | 25 | (--) |
| 5a | Schneidöl OM | B-4 | 10% Fett, S, P?... | 75 | (--) |
| 5b | Schneidöl OM | B-4 | 10% Fett, S, 5% Tkp | 6 000 | (-) |
| 6 | Schneidöl GS | B-4 | 4% Fett, Cl+, P.. | 4 000 | (-) |
| 7 | Schneidöl V | B-? | 4% Verseifb., akt. | 4 200 | (-) |
| 8 | Schneidöl P | B-4 | 4% Verseifb., akt. | 14 | (--) |
| 9 | Schneidöl H | B-4 | 1% Fetts., S | 20 | (x) |
| 10 | Schneidöl V | B-3 | 1,5% Fett, S, akt. | 2 000 | (x) |
| 11 | Schneidöl GS | B-2 | fettfrei, Cl, P.. | 120 | (--) |
| 11 | " | B-2 | " , Cl, P.. | 80 | (--) |
| 12 | Schneidöl VK | B-2 | " , Cl, P.. | 2 | (xx) |
| 13 | Schneidöl V | B-2 | " , S, graphit. | 10 | (--) |
| 14 | Schneidöl V | B-2 | " , S, aktiviert | 35 | (--) |
| 14 | " V | B-2 | " , S, aktiviert | 380 | (x) |
| 15 | Bohröl G | | | | |
| | 1:1 m. Wasser | B-1 | Emulsion m. 6,5% Seife | 560 | (--) |
| | 1:10 m. " | B-1 | " m. 1,3% Seife | 20 | (x) |
| 16 | Emulgieröl Sh | | | | |
| | 1:1 m. Wasser | B-1 | " m. 3,3% Seife, 3% S | 2100 | (-) |
| | 1:2 m. Wasser | B-1 | " m. 2,2% Seife, 2% S | 910 | (-) |

Wenn man das Ergebnis dieser Zahlenaufstellung in ein Schaubild einträgt, dessen eine Achse die Standzeit = Stückzahl, und dessen andere Achse den Fettungsgrad des Schmierstoffes abmisst, so erhält man eine durchaus gesetzmässige Beziehung, die in der dargestellten Kurve zum Ausdruck kommt, und die besagt, dass beim Schliessenräumen, die Standzeit der Räumnadel umso höher ist, je mehr ein Mineralöl mit Fettöl verschnitten wird;

| | | |
|----------|---|--------------------|
| Frohmann | SS 4104-0170/43-I/44 geheim
v. 19.1.1944 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallyerformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Januar 1945 |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadner, Techn. Hochschule,
München, 3. t. Landshut, Ndb. | Datum |
| | Institut | Blatt 3 |
| | | Unterschrift |

000054

Standzeit - Stückzahl



SS 4104-0170/43-I/44 geheim
v.19.1.44 - Ausweischmier-
stoffe b. Metallverformung

Benennung

Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadner, Techn. Hochschule
München, dzt. Landshut, Ndb

Institut

Zu Nr. Teilbericht

Januar 1945

Datum

Blatt 4

Professoren

Unterschrift

wenn man diese Erkenntnis gerade in gegenwärtigen Zeiten nicht wahrhaben will, so ist sie doch eindeutig und kaum anzuzweifeln. In der gestrichelten Kurve des Schaubildes kommt die lineare Beziehung der Standzeit zum Fettungsgrad des Schmierstoffes zum Ausdruck, der durch die praktischen Versuche nicht bestätigt wird. Wenn man im Versuchsfalle des Schlösschenräumens die Standzeit von 100% Fettöl zu 20 000 fixiert und die des ungefetteten Mineralöls zu praktisch Null, so wäre für ein 5%ig gefettetes Mineralöl theoretisch eine Standzeit von 1000 zu erwarten; dies trifft leider nicht zu, denn mit 5%iger Fettung erreicht man praktisch, wie die Versuche zeigen, bestenfalls eine Standzeit 40. Bei 10%iger Fettung ergibt sich die theoretische Standzeit zu 2000 Stück, die tatsächlich erzielte Standzeit nur zu 80-200 Stück. Ähnlich anders wird das Bild bei 20%iger Fettung, bei der sich nämlich zeigt, dass Theorie und Versuch nahezu übereinstimmen und eine Standzeit von 4000 Stück erreicht wird. Und man kehrt sich das Bild sogar um, bei 30%iger Fettung bleibt das arithmetische Mittel der Standzeit mit 6000 bereits hinter der praktisch erreichten Standzeit von 7200 zurück und bei 40%iger Fettung ist diese Divergenz mit 10-12 000 Stückzahl des praktischen Versuches gegenüber 8000 als theoretisches Mittel besonders augenfällig und es scheint, dass man in früheren Jahren vielleicht gar nicht so unbewusst zur Beherrschung schwerer Zerspanungsvorgänge das Schneidöl bis zu 40% gefettet hat, um den dann ausgezeichneten Schneidleistungen reiner Fettöle nahezukommen. Es muss in diesem Zusammenhange darauf hingewiesen werden, dass beispielsweise die Ergebnisse des Vierkugel-Geprüfverfahrens n. S. 3014, deren aufolge die Verschleißbelastung fetter Gele nicht markant höher liegt als die der ungefetteten Mineralöle, dem praktischen Ergebnis des Zerspanens beim Räumen vollkommen widerspricht.

In gegenwärtigen Zeiten haben nun alle Versuche besonderes Interesse, die zu relativ günstigen Ergebnissen bei schweren Zerspanungsvorgängen führen und Schmierstoffe benützen, bei denen ganz oder grösstenteils auf Fettung verzichtet wird. Während gerade den Bestimmungen und Anordnungen der "Reichsstelle für Mineralöl" bis 1943 noch Schneidöle der Gruppe B-3 zulässig waren, ist seit 1944 die Fettung von Schneidölen mit bewirtschafteten Fettölen überhaupt verboten, sodass also nunmehr nur Produkte der Gruppe B-2 in Frage kommen, sofern man nicht versucht, evtl. in einem Gele (Gruppe B-1) einzusetzen, bei denen wiederum die hydrophile Seife als offenkundiges Schmiermittel wirksam wird.

Aktive Schmierstoffzusätze, sog. "Hochdruckzusätze", die bisher selten verwendet wurden und nun wohl die Fettung ersetzen sollen, enthalten Schwefel, Phosphor oder Chlor. Der Schwefel scheint in der Sulfidischen Form als "Partis" nicht nur handlicher, sondern auch wirksamer zu sein als der emulsioide, dispergierte Schwefel. Der Phosphor ist in zahlreichen Patenten Sulfidischer Zusatz in Form von Triäthylphosphat, Triphenylphosphat, Triäthylphosphat, als Phosphorester des Ricinusöls und in der natürlichen Form der Phosphatide (Lecithin). Organi-

| | | |
|-----------|--|--------------------|
| Frolassen | SS 4104-0170/43-1/44 geheim
v. 12.1.1944 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallverformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Januar 1945 |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Fiedler, Techn. Hochschule,
München, dt. Landshut, Ndb. | Datum |

sche Chlorverbindungen liegen vor in Form der grenzflächenwirk-samen, aber leicht flüchtigen und durch Metallstaub zwrsetzlichen Lösungsmittel wie Tetrachlorkohlenstoff, Trichloräthylen, Tetrachloräthan, Perchloräthylen und des wasserstoff-freien "Tripens", des Hexachlorbutadiens (Alex. Wacker AG, Burghausen), dann, aber auch in Form hochviskoser IGF-Produkte von untadeliger Reinheit wie "Clopheh" (= chloriertes Diphenyl) oder "Nirenwachs" (chloriertes Naphtalin). Chlorierte Kohlenwasserstofföle, die heterogen sind, Cl und HCl abspalten, und damit als ausgesprochen schmierschädlich erklärt werden können, liegen vor in Form eines dunklen, hochviskosen sog. "chlorierten Spindelöles", Erzeugnis der Firma Bauer, Gaebel & Co, Hamburg, und als rotes, viskoses "hochchloriertes Naphtalin" der Firma Konsolidierte Alkaliwerke, Westeregeln.

Das beanständete chlorierte Spindelöl ist im Schneidöl Nr. 4a enthalten und beeinträchtigt mit 6% die Komposition nicht wahrnehmbar; bei höherem Gehalt an diesem Produkt aber, wie dies bei Schneidöl Nr. 4b gegeben ist, fällt die Standzeit plötzlich auf die Stückzahl 25 ab, wiewohl der Fettölgehalt noch 9% beträgt. Ein ähnliches chloriertes Mineralöl ist nun, ohne Fettölzusatz, im Schneidöl Nr. 12 enthalten, und hatte eine ausgesprochen verheerende Wirkung; die Räumnadel sprang bereits beim zweiten bearbeiteten Gewehrschlosschen mit schussartigem Knall ab und hätte um Haaresbreite ein Menschenleben gekostet. Zusammenfassend ist zu sagen, dass Cl und HCl-abspaltende chlorierte Kohlenwasserstoffe als Schmierstoffzusätze betriebgefährlich sind; ein milderes Urteil ist nicht möglich. - Wesentlich andere verhält es sich mit den vorerwähnten, stabilisierten hochchlorierten Aromaten der IGF-Produktion, glasklaren Flüssigkeiten (Clopheh) oder farblosen Kristallmassen (Nirenwachs), wie sie in den Schneidölen Nr. 6 und 11, ausmasslich auch in den Schneidölen Nr. 7, 10 und 14 enthalten sind. Ohne Kombination mit geringen Mengen verseifbaren Oeles (wie bei den Schneidölen Nr. 11 u. 14) sind diese Zusätze in Menge von 1-2% nahezu wirkungslos, bei geringem zusätzlichen Fettölgehalt oder Gehalt an verseifbarer Substanz werden indessen Standzeiten von Stückzahl 2000 bis 4000 erzielt (Schneidöl Nr. 10, 7 und 6). Die Wirkung des Zusatzes von Trikresylphosphat und ähnlichen Stoffen liess sich bei den zahlreichen, angelieferten Industrie-Produkten nicht eindeutig isolieren. Der Effekt des Trikresylphosphates ist besonders bei Schneidöl Nr. 5b mit Standzeit 6000 recht augenfällig, scheint aber ebenfalls an das Vorhandensein geringer Mengen an verseifbarer Substanz gebunden zu sein, denn bei dem fettfreien Schneidöl Nr. 11 wirkt sich dieser Zusatz offenbar recht wenig aus. Ein gleiches ist über Schwefelzusätze zu sagen; bei fettarmen oder fettölfreien Produkten (Schneidöl Nr. 9, 13 u. 14) ist die Wirkung von Schwefelzusätzen nicht nennenswert und die Wirkung von Kolloidgraphit bei Schneidöl Nr. 13 enttäuscht sehr. - Versuch Nr. 15 veranschaulicht, dass eine Bohröl-Emulsion 1:1 mit Wasser, allerdings mit 6,5% Seifengehalt, immerhin eine gewisse Wirkung hat, die mit zunehmender Wasser-

| | | |
|-----------|--|---------------------|
| | SS 4104-0170/13-I/44 geheim v. 19.1.44 - ausweichschmierstoffe b. Metallverformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Januar 1945 |
| Frolissen | Arbeitsgruppe apl. Professor Dr. Wacker, Techn. Hochschule München, dt. Landshut, Ndb. | Datum |
| | Institut | Blatt 6 |
| | | Unterschrift |

gehalt abnimmt. Es ist leider vermutet worden, hier auch unbeschwerte Seifenlösungen einzusetzen, denn es ist zu vermuten, dass diese in ihren Schmierereffekt wirkungsvoller sind, als jene, wo, wie in Bohröl-Mulsionen, ein grosser Teil der Seife zur Emulgierbarmachung des Mineralöls gebunden ist. Wahrnehmungen dieser Art sind bei spanloser Verformung (vgl. Teilbericht: "Schmierstoffprüfung beim Tiefziehen kleiner Geschosshülsen") gemacht worden und dürften bei Vorgängen der Metallzerspannung ein Analogon finden. Eine recht glückliche Kombination von Seife und dispergiertem Schwefel ist bei Versuch Nr. 16 gegeben; die Standzeit von Stückzahl 2100 ist für ein Produkt mit 50% Wassergehalt, 3,3% Seife und 3% Schwefel durchaus beachtlich.

Wenn man die Ergebnisse dieser Versuchsgruppe zusammenfasst, so ist ziemlich offensichtlich, dass S, P und Cl-zusätze ohne Vermittlung geringerer Fettsäuremengen oder irgendwie veresteter Substanz in ihrer Schmierwirkung oder gar "Hochdruckschmiereigenschaften" enttäuschen. Es liegt deshalb der Gedanke nahe, Fettsäure nicht durch wasensfremde Grenzflächenwirkstoffe, zumeist auch korrosive Stoffe zu ersetzen, sondern durch wasensverwandte Substanzen, die der Wirtschaftlichkeit von Fetten für den Ernährungssektor unterliegen.

Der Berichterstatter dachte zunächst an die Produkte der Paraffinoxydation, also an synthetische Fettsäuren und ihre synthetischen Glyceride. Durch einen Zufall zeigte sich aber, dass auch die durch Luftdurchsatz erheblich beanspruchte und natürlich gealterten Öle der Braunkohlentee-Hydrierung, hier kurz als "Brabag-Öle" bezeichnet, einen ganz bedeutenden Schmierereffekt aufweisen, der anteilmässig hinter dem der gefetteten Mineralöle kaum zurückbleibt. Aus diesem Gesichtspunkte heraus hat der Berichterstatter das

Versuchsprodukt Madger-4, kurz "V/Ka-4" entwickelt und, wie folgt, zusammengesetzt:

| Variante a | | Variante b | |
|------------|--|------------|-------|
| 75 % | Brabag, Frischöl, ER-30 | 75 % | ..... |
| 7 % | Brabag-Altöl +) | 7 % | ..... |
| 15 % | Mineralöl-Deot. 3,5/20 | 15 % | ..... |
| 1 % | Trikresylphosphat
oder Lecithin ++) | 1 % | |
| 2 % | Nibrenwachs | 2 % | ..... |
| - | Gloria-Faktis (Dr. Grundel)... | 5 % | ..... |

+) Als "Brabag-Altöl" wurde ein 18000 h in einer Dampfmaschine betriebenes Brabag-ER 30 gewählt, welches auf 222/50 und VZ 100 oxydiert war. - ++) Lecithin als Hochdruck-Schmierzusatz ist ein DRR des Berichterstatters anno 1937, gemeinsam mit der Optinol GmbH-München. - Das Produkt "V/Ka-4" ist, gemeinsam mit der Optinol-Cellwerke GmbH, München und Wien, zur Patentanmeldung vorgesehen. Sehr maßgebend ist der Gedanke, dass Brabag-Öle als chemisch-wandelbare Öle sich thermisch und durch Luftoxydation bei Metallbearbeitung aktivieren. Bedauerlich ist, dass im gegenwärtigen Zeitpunkt, Brabag-Öle aufolge Fliegenschäden nicht in wünschenswerter Menge greifbar sind.

| | | |
|------------|--|--------------------|
| Freilassen | ES 4104-0170/43-I/44 geheim
v. 19.1.1944 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallverformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Januar 1945 |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Admer, Techn. Hochschule
München, Zst. Landshut, KdB. | Datum |
| | Institut | Blatt 7 |

Unterschrift

-000058

Das Produkt V/Ka-4 ist, worüber demnächst berichtet wird, mit Erfolg beim Gewindeschneiden eingesetzt worden; das natürlich gealterte, hoch-oxydierte Brabag-Oel erwies sich hierbei als ausgesprochenes Fettungsmittel. Herr Ing. Reichert der Mauserwerke AG, Oberndorf/N. hat nun das V/Ka-4 in den beiden Modifikationen a) und b) beim Räumen von Gewehrslösschen eingesetzt; die Versuche sind noch nicht abgeschlossen; über das Ergebnis wird gesondert berichtet.

Abschliessend eine kurze Mitteilung über das Verdicken und Altern des Rüböls während des Gebrauchs beim Schlösschen-Räumen unter den auf Blatt 2 dieses Berichtes angeführten Arbeitsbedingungen, Oelumlauflauf 3 lit/min. Rf bezeichnet Rüböl, frisch Ra Rüböl nach 5000 Schlösschen, Raa Rüböl nach 10 000 Schlösschen und Rs Rüböl, extrahiert von den Spänen nach 10 000 Schlösschen, wobei 145 g geschleuderter Späne mit 290 ccm Benzol kalt digeriert wurden und 36,5 Gew.-% Oel ausbeute erbrachten.

| Oel | Farbe | d/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | E/100 | Wp | m | %Asche |
|-----|-------|-------|--------|-------|------|-------|------|------|--------|
| Rf | 4,5 | 0,910 | 1.4794 | 12,5 | 3,91 | 1,66 | 1.15 | 3.04 | - |
| Ra | 7,5 | 0,916 | 1.4750 | 15,1 | 4,64 | 1,80 | 1.12 | 2.96 | 0,313 |
| Raa | 10 | 0,917 | 1.4768 | 17,6 | 5,27 | 1,89 | 1.13 | 2.90 | 0,426 |
| Rs | 10 | - | 1.4847 | 119,0 | 27,2 | 5,43 | 1.19 | 2.50 | - |

Aufschlussreich ist hierbei, dass die oxydierten Oelanteile in besonderem Masse an den Span gehen.

f.d.R.

H. Reichert

| | | |
|-----------------|--|--------------------|
| | SS 4104-0170/43-1/44 geheim
v. 13.1.44 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallverformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Januar 1945 |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Ladaer, Techn. Hochschule
München, Inst. Landgut, MdB | Datum |
| Forschen | | Blatt 8 |

Unterschrift

000059



Emulsions-Kühlschmierung beim Waagrecht-Laufbohren mit

Schnellstahl-Tieflochbohrern

Herr Ing. Hermann Reichert der Mauserwerke AG, Oberndorf/N, hat eine mitten in der Fliessarbeit stehende Waagrecht-Bohrmaschine zum Laufbohren K-98 mittels Schnellstahl-Tieflochbohrern dazu ausersehen, verschiedene Emulsionen auf ihre Kühlschmiereigenschaften hin zu untersuchen. Die Zuführung der Emulsion erfolgt mit 27 stü durch die zentrale enge Bohrung in der "Seele" des Bohrers, der Abfluss derselben mit gleichzeitiger Abfuhr der Späne durch die Hohlkenne des Bohrers. Der Laufbohrer hat 7 mm Ø, die Bohrtiefe beträgt ca 650 mm. Bei diesem Arbeitsvorgang deuten lange Späne mit engen Wendeln auf guten Zustand der Bohrerschnelde, kurze Späne indessen auf eine sehr unliebsame Auskolkung unter der Hauptschnelle. Es ist üblich und notwendig, den Bohrer nach jedem gebohrten Lauf zu schleifen. Zur Beurteilung des Arbeitsvorganges hat sich eine Werks-Kennziffer herausgebildet:

$$W-Kz = \frac{a + 2b + 3c + \dots}{a + b + c + \dots}$$

wobei bedeuten: W-Kz Werkskennziffer, a Anzahl der guten Läufe, b Anzahl der Läufe mit einem Nachschliff, c Anzahl der Läufe mit zwei Nachschliffen, d Anzahl der Läufe mit 3 Nachschliffen usw.. Als "Nachschliff" ist zu verstehen, wenn der Bohrer die Gesamtstrecke eines Laufes von 650 mm nicht durchstent und für die Fertigung einer Laufbohrung ein-, zwei- oder mehrmals nachgeschliffen werden muss.

Es hat sich aus der Praxis der letzten Zeit ergeben, dass eine Emulsion von 2% Schmierseife und 2% Bohröl (oder Bohrmittel H5 der IGF) in 96% Wasser nahezu ohne Streuungen immer wieder die W-Kz 1 liefert, mit anderen Worten, dass mit der bezeichneten Emulsion, Kurzzeichen "N", das Laufbohren so gut wie ohne Nachschliffe erfolgt, sodass die N-Emulsion bei den folgenden Versuchen zur Bezugs-Emulsion gewählt wird. Neben der N-Emulsion wurden erprobt:

- IGF 1042, ein neuartiges, sog. "Bohröl-Konzentrat" nicht näher bekannter Zusammensetzung, welches gegenwärtig durch die Reichsstelle für Mineralöl allgemeine Einführung erfahren soll,
- Bohröl MN, ein handelsübliches Bohröl, bereitet mit 30% Emulgator "Trupon HL 25 N" (Cl. Trumpler, Worms) und 70% Spindelöl-Destillat,
- V/Ka-2, Versuchsöl Kadmer+2, bestehend aus 50% Mineralöl-Test. 6E/5C, aktiviert mit 3% Faktis und 7% Trikresylphosphat und emulgierbar gemacht mit 40% Trupon HL 25 N, fettfrei. (Anm. Die Emulgierbarkeit dieses Produktes ist hoch, weshalb es bei einem Versuch von Reichert vor Emulgierung noch mit der gleichen Menge eines an sich nicht-wassermischbaren, S- und P-aktivierten Schneidöles verschnitten wurde.) V/Ka-2 wurde in einem Fal-

Geheim!

- 1) Dies ist ein Staatsgeheimnis im Sinne des §§ 113/114 in der Fassung des Gesetzes vom 24. 4. 1934.
- 2) Weitergabe nur verschlüsselt, bei Postübertragung als "Einschreiben".
- 3) Empfänger haftet für sichere Aufbewahrung.

Profession

SS 4104-0170/43-1/44 geheim v.19.1.44 - Ausweichschmierstoffe b. Metallverformung

Benennung

Arbeitsgruppe apl. Professor Dr. Madmer, Techn. Hochschule, München, dzt. Landshut, Ndt. Institut

Zu Nr. Teilbericht

Februar 1945

Datum

Blatt 1

Unterschrift

000060

le auch mit wasserdispersierbarem Kolloidschwefel ("Cosan", Riedel-de Haen AG) kombiniert, in einem anderen Falle, weniger glücklich, mit dem hoch-alkalischen "Siliron WH". Schliesslich wurde noch ein Versuch zum teilweisen Ersatz der Schmierseife durch V/Ka-2 gefahren.

- V/Ka-L, Versuchsprodukt Kadmer-Luers, mit KOH neutralisiertes Oelharzsulfonat der Mineralölsulfonierung mit Oleum, DBPa, in Lieferzustande für Mauserwerke 70% Wassergehalt.

Zur richtigen Beurteilung der nachfolgenden Ergebnisse ist die Konzentration der einzelnen Versuchsansätze wesentlich:

| Vers. Nr. | Emulsion Bezeichnung | % Seife | % Emul-gator | %Unver-seifb. | %Aktiv-zusätze | % Wasser |
|-----------|------------------------------------|---------|--------------|----------------|----------------|----------|
| 1a-d | N-Emulsion | 2 | 1 | 1 | - | 96 |
| 2a, b | IGF-1042 (15%ig), ca.. | - | 6 | 9 | 7 | 85 |
| 3a, b | Bohröl MN (15%ig).... | - | 4,5 | 10,5 | - | 85 |
| 4a | V/Ka-2, (20%ig)..... | - | 8 | 10 | 2 | 80 |
| 4b | V/Ka-2 (15%)+Siliron.. | - | 6 | 7,5 | 1,5+2 | 83 |
| 4c | V/Ka-2 (15%)+Cosan... | - | 6 | 7,5 | 1,5+1 | 84 |
| 4d | 1%Schmierseife +
5% V/Ka-2..... | 1 | 2 | 2,5 | 0,5 | 94 |
| 4e | V/Ka-2+Schneidöl, 1:1
(15%ig).. | - | 3 | 10,5 | 1,5 | 85 |
| | | | | %Sul-
fonat | | |
| 5a | V/Ka-L, (6%ig)..... | - | 1,8 | - | - | 98,2 |
| 5b | V/Ka-L, (12%ig)..... | - | 3,6 | - | - | 96,4 |

in der nachfolgenden Zusammenstellung der Ergebnisse bedeuten die abkürzungen in den einzelnen Kolonnen:

- Kolonne a) ... "%S/L" = Konzentration der wirksamen Stoffe
%Seife/%Emulgator (bezw. bei V/Ka-L %Sulfonat)
- b) ... "Vers.Läufe" = Gesamtzahl der durchgeführten Laufbohrungen,
- c) ... "% gute Läufe" = vH-anteil an einwandfrei gebohrten Läufen,
- d) ... "%Nachschliffe" = vH-anteil nötig gewesener Nachschliffe,
- e) ... "n-Kz" = Werk-Kennziffer,
- f) ... "Schwund, mm/Lauf" = notwendige Kürzung des Bohrers in mm durch Schleifen je Laufbohrung (Anm. Sie steigt begreiflicherweise mit der Zahl der Nachschliffe je Laufbohrung)
- g) ... "min/Lauf" = Fertigungszeit in Minuten je Lauf.

| | | |
|---|---|-----------------------|
| | SS 4104-0170/43-1/44 geheim
v.19.1.1944 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallverformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Februar 1945
Datum |
| Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadmer, Techn. Hochschule,
München, dt. Institut | Landshut, Ndb. | Blatt 2 |
| | | |

Friedrichsen

Unterschrift

= 000061

| Vers. Nr. | Emulsion Bezeichnung | $\frac{W}{Ks}$ (a) | Vers. Läufe (b) | % gute Läufe (c) | % Nachschleife (d) | $\frac{W}{Ks}$ (e) | Schwund mm/Lauf (f) | min/Lauf (g) |
|-----------|--------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| 1a | N-Emulsion | $\frac{2}{1}$ | 38 | 97 | 3 | <u>1,03</u> | 0,90 | 14 |
| 1b | " | $\frac{2}{1}$ | 18 | 100 | 0 | <u>1,00</u> | 0,32 | 15,5 |
| 1c | " | $\frac{2}{1}$ | 34 | 100 | 0 | <u>1,00</u> | 0,51 | 15,9 |
| 1d | " | $\frac{2}{1}$ | 24 | 100 | 0 | <u>1,00</u> | | |
| 2a | IGF 1042, 15%ig | $\frac{0}{6}$ | 20 | 35 | 65 | <u>1,65</u> | | |
| 2b | " | $\frac{0}{6}$ | 20 | 80 | 20 | <u>1,20</u> | | |
| 3a | Bohröl, 15%ig | $\frac{0}{4,5}$ | 42 | 81 | 19 | <u>1,19</u> | | |
| 3b | " | $\frac{0}{4,5}$ | 36 | 83 | 17 | <u>1,16</u> | | |
| 4a | V/Ka-2, 20%ig | $\frac{0}{8}$ | 69 | 64 | 36 | <u>1,36</u> | 1,22 | 13,4 |
| 4b | V/Ka-2 (15%) + Silliron | $\frac{0}{6}$ | 27 | 18,5 | 81,5 | <u>1,93</u> | 2,61 | 20 |
| 4c | V/Ka-2 (15%) + Cosan | $\frac{0}{6}$ | 38 | 71 | 29 | <u>1,28</u> | | |
| 4d | Seife/V Ka-2 | $\frac{1}{2}$ | 26 | 93 | 7 | <u>1,08</u> | | |
| 4e | V/Ka-2 + Schneidöl, 1:1, 15%ig | $\frac{0}{3}$ | 28 | 64 | 36 | <u>1,40</u> | 2,20 | 17 |
| 5a | V/Ka-L, 6%ig | $\frac{0}{1,8}$ | 14 | 7 | 93 | <u>2,14</u> | 3,19 | 20 |
| 5b | " 12%ig | $\frac{0}{2,5}$ | 20 | 25 | 75 | <u>1,75</u> | 1,61 | 17,5 |

Das Ergebnis der Versuche lässt sich, wie folgt, zusammenfassen:

- Das für den Vorgang des Waagrecht-Laufbohrens K-98 bei Mauserwerke AG bewährte Emulgat von Rüböl mit Schmierseife, wie es in Friedenszeiten üblich war, liess sich bisher durch die N-Emulsion (2% Schmierseife, 2% Bohröl oder HÖ, Rest Wasser) durchaus brauchbar ersetzen.

- Ein überraschend günstiges Ergebnis hat - vgl. Versuch 3a, b - der Einsatz einer 15%igen Emulsion eines guten Bohröles, da die $\frac{W}{Ks}$ hier nur auf 1,18 ansteigt.

- Erstaunlich ist es dann, dass ein "aktiviertes" Bohröl, wie es das Versuchsprodukt Kadmer-2 darstellt, derart, dass der Mineralölanteil durch S und P grenzflächenwirksamer gemacht wurde, mit $\frac{W}{Ks}$ 1,36 noch merklich ungünstiger abschneidet als das einfache Bohröl. Dieses Ergebnis steht zudem in einem gewissen Gegensatz zu den günstigen Werten des gleichen Produktes bei einem ganz ähnlichen Arbeitsvorgang, nämlich dem des Hülsenbohrers mit Hartmetallbohrern (vgl. Teilbericht v. Okt. 1944: "Schneidbblersatz durch Emulsionen beim Tieflochbohren von Gewehrteilen mit Hartmetallen") - Der Zusatz von 1% Cosan zur 15%igen Emulsion von V/Ka-2 wirkt sich mit $\frac{W}{Ks}$ 1,28 scheinbar günstig aus. Versuche mit Zusatz von wasserdispersiblen Kolloidgraphit (Hydrokollag) unterblieben, weil sich die Arbeiter im Hinblick auf Mangel an

| | | |
|-------------|---|-----------------------|
| Professoren | SS 4104-0170/43-1/44 geheim
v. 19.1.44 - Ausweichschmierstoffe b. Metallverformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Februar 1945
Datum |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadmer, Techn. Hochschule,
München, dt. Institut | Blatt 3 |
| | Unterschrift | |

Seife zum Waschen über starkes Verschmutzen der Hautporen beklagen. Cosan wird beim Versetzen der Poren nicht so bemerkt und hat ausserdem (wie Dr. Dr. Seemann, Seelze, mitteilte) gegenüber Hautausschlägen (Oel-Akne) ausgesprochen entzündungshemmende und heilende Wirkung. - Die Kombination von V/Ka-2 mit dem hoch-alkalischen Reinigungsmittel "Siliron WK" ist unglücklich gewählt; es ist nicht üblich, im pH-Bereich über 10 Zerspanungsarbeiten durchzuführen. Auch der Versuch der Belastung der hohen Emulsionskraft des V/Ka-2 durch Zusatz der gleichen Menge eines wasser-nicht-miscbaren Schneidöls ist nicht instruktiv. - Hingegen hat der teilweise Ersatz der Seife durch das V/Ka-2 (vgl. Versuch 4d) ein recht bemerkenswertes Ergebnis mit W-Kz 1,08, und man ist versucht, zu sagen, dass sich bei diesem Arbeitsvorgang der Gebrauch der Seife noch weiter einschränken, aber nicht völlig ausschalten lässt.

- Die bisher durchgeführten Versuche mit dem IG-Produkt 1042 streuen in ihren Ergebnissen erheblich; der W-Kz Wert von 1,65 ist übrigens schon recht ungünstig. Bei dem IG-Produkt handelt es sich um eine Kombination eines neutralisierten Sulfochlorids (Mersolates) der Paraffinoxidation mit Mineralöl; weiteres hierüber ist dem Berichterstatter nicht bekannt.

- Der Einsatz des V/Ka-L für diesen schwierigen Zerspanungsvorgang erschien dem Berichterstatter ein Wagnis, das Herr Ing. Reichert indessen verantworten wollte. Dass das V/Ka-L ohne sonstige Hilfsstoffe mit nur 3,6% Oelharzulfonatgehalt die W-Kz 1,75 erreichte, kann durchaus befriedigen; selbst das Ergebnis mit 1,8% Oelharzulfonat und 98,2% Wasser ist beachtlich, zumal Reichert hierbei mit 1 Promille Natriumnitrit zwecks Rostverhütung sein Auslangen fand.

Bei weiteren Versuchen interessiert, ob beim beabsichtigten Austausch der Seife durch Emulsionsöle der Mineralölgehalt derselben nicht einfach Ballast ist, derart, dass ein Teil des seifenartigen Körpers "Emulgator" lediglich zur emulgierbarmachung des mineralöles verbraucht wird. Jedenfalls ist der auch in Fachkreisen oft gehörte Standpunkt völlig abwegig, dass in Emulsionsölen von Bohröl-Charakter und in Schmierfetten nur das Mineralöl Schmiereigenschaften habe. Die Erfahrungen mit Metallbearbeitungsölen lehren sowohl bei spangebender, wie spanloser Formung das genaue Gegenteil. Es ist deshalb beabsichtigt, im Vergleich zu Seife einmal den in Bohrölen viel verwendeten und bewährten, fettfreien Emulgator "Trupon N" allein für sich d.h. in entsprechender wässriger Lösung einzusetzen. Es ist in diesem Zusammenhange also gewiss kein Nachteil, dass das V/Ka-L mineralölfrei zu Verwendung kommt bzw. überhaupt oleophoben Charakter hat; für derart schwere Zerspanungsarbeiten bedarf dieses Produkt aber einer Unterstützung, entweder durch Kombination mit Seife oder mit "Trupon N", gegebenenfalls auch mit Mersolat oder Bohrmittel "H8". Es ist so gut, wie sicher, dass das letztgenannte Erzeugnis der IGF für diese Zerspanungsarbeiten umso wirksamer wäre, je geringer in ihm der Gehalt an Unverseifbarem ist, der aus dem Kogasinöl mitgeschleppt wird.

| | | |
|-----------|--|----------------------|
| | SS 4104-0170/43-1/44 geheim
v. 19.1.44 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallverformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Februar 1945 |
| Professor | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadner, Techn. Hochschule,
München, dt. Institut Landshut, Ndb. | Datum

Blatt 4 |

• 000063

Nur in diesem Sinne ist auch das Ergebnis zu deuten, dass das mineralölrreiche Emulsionsöl IGF-1042 wenig günstig abschneidet. Es wäre der Versuch nachzutragen, das Bohrmittel H8 allein in 10 und 15%iger Wassereinstellung beim waagrecht-Laufbohren einzusetzen; ein solcher Versuch muss Überlegungsgemäss wesentlich besser abschneiden wie der mit IGF 1042.- Schliesslich soll noch, zufolge einer Idee des Berichterstatters zusammen mit Dr. Hammen (Metallgesellschaft AG, DRPA) versucht werden, das V/Ka-1 durch Verschnitt mit Bondersalzlösungen verschiedener Einstellung gerade bei diesem Arbeitsgang des Laufbohrens zu intensivieren. Da die Reichsstelle für Mineralöl durch ihre Organe neuerlich auf die irgend mögliche Verarbeitung von Sulfitablauge hinweist, so steht gerade einer Kombination von Gelharzsulfonat und ligninsulfosaurem Na (Sulfitablauge) nichts im Wege; beide Produkte werden hier allerdings eines Zusatzes mit "mehr Körper" bedürfen, worunter Stoffe wie Seife, Tersolat oder anderen Emulgatoren zu verstehen sind.

Ing. Hermann Reichert betont zu wiederholtem Male seine Idee und seinen Vorschlag, Emulsionen der hier beschriebenen Art durch Quellmittel wie "Collorosin DK" (IGI), "Colleroal" (IGI) oder "Tylose" (Kalle & Co) zu verdicken, um diese Emulsionen mit höherer Zähflüssigkeit zum Schnitt zu bringen. Er weist in diesem Zusammenhange auf ein Teilergebnis hin, demzufolge das Vorreiben von Hülisen mit 15%iger V/Ka-2 Emulsion allein nicht zu bewerkstelligen ist; der Arbeitsvorgang ist aber durchführbar, sobald man vorher in dem zur Emulgierung des V/Ka-2 nötigen wasser. Collorosin DK und zwar 6g/lit. quellen lässt; die Emulsion soll dann eine Viskosität von 3-4_D/20 aufweisen.

f. d. R.

| | | |
|-------------|---|--------------------|
| | SS 4104-0170/43-1/44 geheim
v. 19.1.44 - Ausweisschmier-
stoffe b. Metallverformung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Februar 1945 |
| Professoren | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadner, Techn. Hochschule
München, dzt. Institut Landshut, Ndb | Datum |
| | | Blatt 5 |

Unterschrift

000064



Ueber Standzeit-Streuungen bei Tiefziehvorgängen

Im Bericht: "Schmierstoffprüfung beim Tiefziehen kleiner Geschosshülsen" (Sept. 1944) kam zum Ausdruck, dass der hierbei geschilderte Arbeitsvorgang durchaus geeignet sei, verschiedene Emulsionen gegeneinander in ihrer Schmierleistung zu vergleichen, wenn man entsprechend Bedacht darauf nimmt, die Versuchsbedingungen konstant zu halten. Trotzdem wurde mit aller Absicht nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass die Standzeitstreuungen beim Ziehen der Kleinhülsen für Pistolenmunition doch recht beträchtlich sind und im Mittel 100% betragen, bzw. sich zwischen 25 bis 150% bewegen.

Der Sonderausschuss M IV der Artilleriehülsen-Hersteller beschäftigt sich mit seinem Arbeitskreis C systematisch mit Fragen der geeignetsten Schmierstoffbeschaffung und -erprobung bei den sehr schweren Arbeitsgängen des Tiefziehens und des Fließpressens (Kaltspritzens) von Stahl. Bei den Arbeitstagen dieser Gemeinschaft referierte Herr Dr. Wüstefeld (Hamburg) über Fortschritte und Erkenntnisse, derart, dass er zu den beiden Vorgängen des Fließpressens und des Tiefziehens aufgrund Erfahrungsaustausch zwischen den beteiligten Firmen eine Reihe von Erzeugnissen der Celindustrie nannte, die dem gedachten Verwendungszweck entsprachen bzw. nicht entsprachen. Im Rahmen dieser Referate ist bisher die Frage unberührt geblieben nach dem Warum solcher Befunde; aus sehr begreiflichen Gründen blieb einerseits die Herstellung bzw. Rezeptur der Firmenerzeugnisse ausser jeder Diskussion, was selbstverständlich zur Folge hat, dass man sich bei den bezeichneten Arbeitsvorgängen auch nicht klar werden konnte, welche Bestandteile oder Gruppenbestandteile dieser Schmierstoffe sich günstig bzw. ungünstig, nützlich bzw. nachteilig verhalten. Andererseits hat man wohl aus Mangel an Zeit und aus Mangel an fachhoch gebildeten Mitarbeitern darauf verzichtet, den Dingen weiter auf den Grund zu gehen.

So fand die 3. Arbeitstagung vom 21.10.1943, geheim, zu Entschliessungen, aus denen im Auszug mittellenswert ist, dass der Sonderausschuss M IV/C für die spanlose Formung einteiliger Kartuschen- und Patronenhülsen auf tierische und pflanzliche Fette als Zieh- oder Schmiermittel verzichten könne. Die einschlägige Industrie liefere brauchbare Erzeugnisse, die mit ihren Fettstoffen höchstens in die B 3-Gruppe der Reichsstelle für Mineralöl fallen. Die Tabelle I umfasst die von M IV/C bisher erprobten Schmierstoffe für das Neumeyer-Spritz-Verfahren (welches im Teilbericht vom Mai 1944, S 6/7 beschrieben wurde), Tabelle II die Schmierstoffe die für normale Tiefziehoperationen der weiteren Fertigung in Anwendung kamen.

Tabelle I: Beim Neumeyer-Spritzverfahren haben sich dasumal als Schmierstoffe in der Massenfertigung bewährt: Vasmun Oel AG - VEF 825, Optimal Zieh Fett 1311 mit Ceresin, Optimal Ziehmittel 3411A und Optimal Zieh Fett 1106.

Geheim!

1) Dies ist ein Staatsgeheimnis im Sinne des § 88 Abs. 1 in der Fassung des Gesetzes vom 24. 4. 1934.

2) Weitergabe nur, verschlossen, bei Postversicherung als "Einschließen".

3) Empfänger haften für ihre Aufbewahrung.

Prüfung

SS 4104-0170/43-1/44, geheim
v. 19.1.44 - Ausweisschmier-
stoffe b. Metallbearbeitung

Geheim

Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadow, Techn. Hochschule
München, Inst. Landnutz. u. B.

Geheim

Zu Nr. Teilbericht

Februar 1945

Datum

Blatt 1

Unterschrift

Ein gutes Versuchsergebnis hatte: Vacuum Produkt 1635 im Gemisch mit Sultran AX; ein ausreichendes Versuchsergebnis: Shell 6815 MB 22 und ein schlechtes Versuchsergebnis die beiden Schneidöle der Gasclin AG, Spezial K 20 BT und Top-Schneidöl extra.

Tabelle II nannte eine ganze Reihe emulgierbarer Öle oder fertiger Emulsionen als Seifenersatz für die weiteren Züge der Geschosshülsen, ohne diese Produkte irgendwie näher zu bewerten.

Die Schmierstoffverbräuche in g je qm Hülsenoberfläche wurden sehr sorgfältig ermittelt, gaben aber Streuungen in weitesten Grenzen, mit der im Bericht niedergelegten Erkenntnis, dass der unterschiedliche Verbrauch weniger auf die Produkte an sich, als die durchaus verschieden gehandhabte Sparsamkeit zurückzuführen sei. So enthielten die Aufzeichnungen über den Schmierstoffverbrauch beim Kaltspritzen für das in Friedenszeiten vorwiegend benutzte Produkt, ein Gemisch von Talg, Zylinderöl und Bohrfett, den Wert von 86g/m², während sich später, unter Bedachtnahme auf Sparsamkeit mit den eben genannten Ausweichschmierstoffen Verbräuche von 10-40 g/m² erzielen liessen; der Vacuum Öl AG gelang es sogar, nachzuweisen, dass man beim Neumeyer-Spritzverfahren mit 6 g VXP 825 je qm Hülsenoberfläche auskommen könne. Nicht anders die Verbrauchsangaben beim Ziehverfahren, nämlich: Schmierseife 5 g/m², Kernseife 0,7 g/m², Seifenschnittel 3,2 g/m², daneben doch auch Seifenverbräuche bis 28 g/m² und Emulsionsölverbrauch in Grenzen von 8-150 g/m².

Bei der letzten Arbeitstagung des M IV/C am 17.10.44 berichtete Dr. Wüstefeld vorausgewisse über neue Erkenntnisse beim Tiefziehen der Artilleriehülsen. Ungeeignete Ziehschmiermittel würden die schützende Phosphatschicht völlig abreiben. Die Ziehdrücke nahmen erheblich ab, wenn man die phosphatierten Werkstücke länger in der Ziehemulsion eingetaucht hält; zudem beeinflusse der pH-Wert die Bindung Schmierstoff-Phosphatschicht wesentlich. Mineralöl erweise sich im Konnex mit Bonderschichten als unbrauchbar. Mineralöhlhaltige Emulsionen wirken im Kontakt mit phosphatierten Flächen nicht so gut wie echte bzw. kolloide Lösungen, eine Wahrnehmung, die auch der Berichtersteller in zwei Teilberichten zu vorliegender Forschungsaufgabe schon unter Beweis gestellt hat. Nach einer durchaus berechtigten Ansicht Wüstefelds sind alle bisher versuchten Austauschstoffe von Seife nur Ersatzmittel. 0,8 bis 1% Seife werden überschlägig durch 5 bis 10% Emulsionsöl ersetzt. Der Reibungsbeiwert für Seife-Zn-phosphat wurde mit $\mu = 0,29$, der von Emulsionsöl (Vacumul 1160) mit 0,376 festgestellt. Ueber einen optimalen Ziehwinkel von 18-21° sollte man nicht hinausgehen; gefährliche Beanspruchungen werden bei konischen Zügen mit niederen Ziehwinkel von 6-8° geschaffen. Emulsionen sind auch nur für Verformungen bis 45% zulässig; bei stärkeren Verformungen ist die Seife als Ziehmittel unersetzlich. Die Versuche der IQF, Höchst, mit neuen Produkten, ähnlich dem Bohrmittel H8 scheinen erfolgreich; es handelt sich hierbei nicht mehr um Emulsionsöle, sondern um ölartige Produkte, die mit Wasser kolloide Lösungen bilden; der Emulgator "Emulphor ENL" der

| | | |
|--------------------|--|--------------------|
| | SS 4104-0170/43-I/44 geheim
v. 19.1.44 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallbearbeitung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Erzeugung | Februar 1945 |
| Prof. Dr. K. Adner | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. K. Adner, Techn. Hochschule
München, Inst. Landbau, 23b | Datum |
| | | Blatt 2 |

IGF veranlasst beispielsweise die Blankwasserlöslichkeit von Mineralöl. (Anm. Auch beim kali-abgesättigten Oelharzsulfonat V/Ka-L ist mit Betonung auf die blanke Löslichkeit in Wasser hingewiesen worden.) Abschliessend betonte Dr. Wüstefeld die erprobte Eignung nachgenannter Öle in der beigeklamerten Wassereinstellung: Houghton MF 18(1:10), Vacum 1160(1:3 bis 1:15), Shell 3020(1:10), IGF 1042(1:20 bis 1:100) und Optimol 1066 N (1:50). Als Verbrauchrichtlinien wurde mit Wirkung vom 1.12.44 für die Artilleriehülsenfertiger angegeben: 2 g Seife mit 70% Gesamtfettgehalt je qm Hülsenoberfläche (Innen- u. Aussenfläche), sowie 18 g/m² Austausch-Schmierstoffe.

Wenn nun auch diese Mitteilungen den Zeitbedürfnissen der Schmierstoffverbraucher dieses engeren Gebietes und den Schmierstoffherzeugern entsprechen und wertvolle Anregungen geben, so lassen sie doch den wissenschaftlichen Sachbearbeiter in vieler Hinsicht unbefriedigt.

Hier, wie in anderen Fällen empfiehlt es sich, vor der Eignungsprüfung von Schmierstoffen festzustellen, ob und in welchem Umfang ein bestimmter Verarbeitungs- oder Bearbeitungsvorgang überhaupt geeignet ist, Schmierstoffe zu qualifizieren. Dies ist bisher in viel zu geringem Masse und mit zu wenig Kritik durchgeführt worden, weshalb mit diesem Teilbericht ein unerlässlicher Beitrag zum Thema: Standzeit-Streuungen bei Tiefziehvorgängen gebracht wird, und daraus die notwendigen Folgerungen gezogen werden. Der Betriebsführung und den Ingenieuren der Firmen: Metall u. Eisen GmbH, Nürnberg, Metallwerk Neumeyer AG, Nürnberg und Neumeyer GmbH, München, bin ich für die Überlassung des absolut kritischen Zahlenmaterials bei verschiedenen Versuchsreihen zu ganz besonderem Dank verpflichtet.

Schon im 1. Teilbericht zu vorliegender Forschungsaufgabe (Seite 9) wurde das Wochenbild des Tiefziehens von phosphatierten Artilleriehülsen bei Neumeyer GmbH, München, mit den detaillierten Standzeiten der 32 Ziehringe Wochenverbrauch dargestellt, um zu zeigen, dass bei konstantem Schmiermittel (hier 3%iger Seifenlösung) und konstant gehaltener Schmierflüssigkeitsmenge die Standzeiten der einzelnen Ziehringe gänzlich unkontrollierbar streuen. Bei Seifenlösung als Schmierstoff liesse sich allenfalls annehmen, dass sich dieselbe an geborderten Flächen fortschreitend verbraucht, sodass die Standzeiten der Ziehlinge in der zweiten Wochenhälfte absinken; wie aber die folgenden Zahlen dartun, ist keinerlei Ordnung in den streuenden Werten zu erkennen:

| | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|
| Ziehling Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Stückzahl Stadien: | 1550 | 250 | 800 | 27 | 978 | 1235 | 1380 | 1000 | 350 |
| Ziehling: | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Stadien: | 287 | 480 | 150 | 450 | 300 | 1200 | 1285 | 913 | 312 |
| Ziehling: | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| Stadien: | 750 | 1713 | 300 | 1067 | 733 | 350 | 80 | 542 | 1680 |
| Ziehling Nr. 32 | Stückzahl Stadien: 4609 | | | | | | | | |

| | | |
|-----------|---|-----------------------|
| Professur | SS 4104-0170/43-I/44, geheim
v. 19.1.44 - Ausweisschmier-
stoffe b. Metallbearbeitung
<i>Recessung</i> | Zu Nr. Teilbericht |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadner, Techn. Hochschule
München, dt. Justiz. Landeshut, Ndb | Februar 1945
Datum |
| | | Blatt 3 |

000067

Es ist fast sinnlos, aus diesem Zahlengewirr das Stückzahl-Mittel von 872 zu nehmen und festzustellen, dass die Standzeit-Streuung 4609-27 = 4582, d. s. 527% beträgt. Selbst wenn man von den vereinzelt aus der Reihe gefallenen Werten absieht, bleibt immer noch eine Standzeit-Streuung von 200 % erhalten, und der Arbeitsvorgang ist füglich nicht dazu angetan, Schmierstoffe auf Eignung zu prüfen. - Der Berichtersteller hat bei Neumeyer GmbH, München, bei diesem Arbeitsvorgang das V/Ka-1 (mit Trikresylphosphat aktiviertes Bohról) anstelle der Seifenlösung eingesetzt; das Produkt war angeblich sehr geeignet, aber man hatte es im Werk, zufolge der vielen fremdländischen Arbeiter, unterlassen, die Einzelstandzeiten der Ziehlinge neuerlich festzustellen. Ein aufschlussreiches Ergebnis wäre daraus ohnehin nicht zu erwarten gewesen.

Wesentlich aufschlussreicher ist eine Versuchsgruppe, über die Herr Ing. Schmid bei Metall&Eisen GmbH, Nürnberg berichtet hat. Zunächst wollen hier in Aufeinanderfolge drei Arbeitsvorgänge unterschieden sein:

- 1.) Arbeitsvorgang **KL**, das Erstellen des Napfes aus der Ronde. Dieser Arbeitsgang wird in einem Doppelzug (1. und 2. Zug hintereinander) ausgeführt. Die Metallscheibe ("Ronde") wird, statt wie sonst üblich, nicht in Emulsion geweicht, sondern aussen-seitig mit Altöl und Altfetten bestrichen. Im Ziehprozess selbst wird mit Kühlschmierlösung überflutet, deren Zusammensetzung die folgende ist: 1% Seife, 1% Bohról, 2% Mineralöl und 96% Wasser.
- 2.) Arbeitsvorgang **KS**, das Kaltspritzen (FlieSSpressen) des vorher gebonderten Napfes zur rohen Hülse (Stadie). Der gebonderte Napf hat vor dem Spritzvorgang eine Härte von 106-114 Brinell; der Spritzring ist Kohlenstoffstahl (Wasserhärter) mit 0,9%C und R_c-Härte 54-56, der Spritzzapfen Chrom-Vanadium-legierter Stahl (Öelhärter) mit 0,7%C und R_c 54-57, und das Druckstück ebenfalls Chrom-Vanadium-legierter Stahl (Öelhärter) mit 0,7%C und R_c 54-57. Die Schmierung des gebonderten Napfes erfolgt sehr sparsam und zwar derart, dass der Napf mit einem Spezialrollwerkzeug nur an den besonders beanspruchten Stellen eingefettet wird, etwa in einer Breite von 20-25 mm und mit einer Schichtstärke von 0,4-0,6 mm. Schmierstoff war hier in der Berichtszeit ein Industrie-Erzeugnis von sehr geschätzter Eignung, bezeichnet als Talgersatz (Gemisch von unverseifbarem synthet. Talg und Mineralöl-Destillat 3-4/50), verschritten mit 4% wachsartigen Stoffen, 1% Trikresylphosphat und 0,3% aktivem Schwefel; die VZ betrug 25. Ausser der sparsamen Fettung des gebonderten Napfes erfahren die Spritzwerkzeuge nur eine Kühlung mit gewöhnlichem Wasser, welches in ständigem Umlauf aus der Pressengrube über Pumpe und Werkzeug läuft. - Bei den drei genannten Firmen, die sich im Rahmen ihrer Fertigung des sog. "Neumeyer-Spritzverfahrens" bedienen, galt als bester und

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | SS 4104-0170/43-1/44, geheim
v. 19.1.44 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallbearbeitung
<i>Benennung</i> | Zu Nr. Teilbericht |
| | | Februar 1955
<i>Datum</i> |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadner, Techn. Hochschule
München, dtz. Institut Landshut, Ndb | Blatt 4 |

Frolmann

Unterschrift

einsiger Schmierstoff in Friedenszeiten der Rindertalg. Der unseitig beschriebene Schmierstoff "Talg-Ersatz", sowie die auf Seite 1 und 2 des Berichtes namentlich genannten Produkte galten als "gut brauchbar", da sich bei ihrer Verwendung Standseiten der Spritzringe von 5000 Stadien erzielen lassen, ohne dass während der Fertigung viel nachpoliert werden muss. Bei Rindertalg waren für den Spritzring Stückzahlen um 10.000 Stadien als Standzeit üblich. Bei auskömmlicher Schmierung ist auch der Vorgang des Kaltspritzens ziemlich geräuschlos, während bei Versagen der Schmierung kreischende Geräusche auftreten; bei entsprechender Schmierung zeigt die ausgeworfene Stadie auch immer leichten Ölrauch und fettigen Glanz, während sie bei unzureichender Schmierung trocken und riefig ist. Schmierstoffe werden hier als noch brauchbar angesehen, wenn bei der Standzeit von 5000 Stadien häufigeres Nachpolieren als Folge des Ansetzens und Festklebens von Material der Mäpfe an Spritzring in Erscheinung tritt. Unbrauchbar sind Schmierstoffe aber dann, wenn diese Riektandbildung auf den Spritzringen fortgesetzt auftritt, ununterbrochen zur Nachreinigung veranlasst und damit den Zeitablauf dieses Vorganges dauernd verzögert. - Im vorliegenden Versuchsbericht war die Schmierung einwandfrei.

3. Arbeitsgang **TA**, beinhaltet das Weiter- und Fertigziehen des vom Fließpressen kommenden rohen Stadien. Dieselben werden neuerlich Kn-phosphatiert, darauf für einige Minuten in der Kuhlachmierlösung aus 1% Seife, 1% Bohrerl, 2% Mineralöl und 96% Wasser eingeweicht und im Ziehvorgang von dieser Schmierflüssigkeit, die durch Pumpen in stetem Umlauf gehalten wird, überflutet. Hier streuen die Standseiten der Ziehringe sehr, wie dies zunächst auf S. 3 dieses Berichtes zum Ausdruck kommt. Die Ziehringe werden meist durch Ausbrüche, seltener durch Rissbildung, unbrauchbar und es zeigt sich meist an den Auskehlungen oder den sonst erwähnten Stellen eine Erhärtung von Mg 85 auf 42.

Bei den nun folgenden Standzeit-Tafeln sieht man, dass die Standzeiten der Werkzeuge sehr wesentlich abhängig sind von der Art, der Größe bzw. dem Kaliber der gefertigten Geschosshülsen, hier: 6350 St. Fl. 41, Kwk 43 oder 6347 St. Dann empfiehlt es sich, die einzelnen Arbeitsvorgänge **BN**, **KS** und **TZ** unter sich zu betrachten.

| Geschosshülse | Arbeitsgang BN | | Standzeit-Streuung |
|---------------|-----------------------|---------------|------------------------|
| | Stückzahl | Stücks. Diff. | |
| 6350 St ... | 1. Ziehring | 43 250 | 47000-39000 ... 18,5 |
| | 2. Ziehring | 6 000 | 8000- 5000 ... 50,0 |
| Fl. 41 | 1. u. 2. Stempel | 100 000 | 120000-80000 ... 40,0 |
| | 1. Ziehring | 15 000 | 20000- 8000 ... 60,0 |
| | 2. " | 5 000 | 7000- 3000 ... 60,0 |
| | 1. u. 2. Stempel | 25 500 | 40000-11000 ... 114,0 |
| | 3. Ziehring | 10 000 | 15000- 5000 ... 100,0 |
| | 3. Stempel | 86 000 | 136000-36000 ... 116,0 |

| | | |
|-------------|---|--------------------|
| Professoren | SS 4104-0170/43-1/44 geheim
v. 19.1.44 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallbearbeitung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Februar 1945 |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadner, Technische Hochschule
München, Institut für Landmasch. | Datum |
| | | Blatt 5 |

000069

Arbeitsgang RN (Forts.)

| Geschoss-
hülse | | Stückzahl | | Standzeit-Streuung | |
|--------------------|----------------|-----------|---------------|--------------------|-------|
| | | -mittel | Stücks, Diff. | Stücks, Diff. | % |
| Kvk 43 ... | 1. Ziehring | 12 000 | 17000-5000 | .... | 100,0 |
| | 2. Ziehring | 4 000 | 7000-3000 | .... | 100,0 |
| | 1.u.2. Stempel | 19 250 | 67000-3000 | .... | 327,0 |
| | 3. Ziehring | 3 200 | 4000-2500 | .... | 46,8 |
| 6347 St... | 3. Stempel | 15 300 | 19000-8500 | .... | 68,7 |
| | 1. Ziehring | 33 000 | 43000-23000 | .... | 60,6 |
| | 2. Ziehring | 5 850 | 9000-3000 | .... | 102,0 |
| | 1.u.2. Stempel | 120 000 | 170000-70000 | .... | 83,3 |

Arbeitsgang KB

| Geschoss-
hülse | | Stückzahl | | Standzeit-Streuung | |
|--------------------|------------|-----------|---------------|--------------------|-------|
| | | -mittel | Stücks, Diff. | Stücks, Diff. | % |
| 6350 St | Spritzring | 8 500 | 8500-6800 | .... | 20,0 |
| | Stempel | 5 000 | 9000-2000 | .... | 140,0 |
| Fl. 41 | Spritzring | 2 660 | 3800-1500 | .... | 86,5 |
| | Stempel | 6 900 | 9000-4000 | .... | 72,5 |
| Kvk 43 | Spritzring | 2 200 | 4000-1500 | .... | 114,0 |
| | Stempel | 3 000 | 4000-2000 | .... | 66,7 |
| 6347 St | Spritzring | 2 660 | 3400-1800 | .... | 60,0 |
| | Stempel | 5 500 | 9000-2500 | .... | 118,0 |

Arbeitsvorgang TZ

| Geschoss-
hülse | | Stückzahl | | Standzeit-Streuung | |
|--------------------|------------------|-----------|---------------|--------------------|-------|
| | | -mittel | Stücks, Diff. | Stücks, Diff. | % |
| 6350 St .. | Fertigsiehling | 800 | 1200-200 | .... | 125,0 |
| | F.a. Stempel | 64 000 | 130000-20000 | .... | 172,0 |
| Fl. 41 .. | Zwischens. ring | 1 300 | 2000-400 | .... | 123,0 |
| | 1. Fertigs. ring | 1 000 | 1500-500 | .... | 99,0 |
| | 2. " " | 750 | 1200-300 | .... | 120,0 |
| | Ziehstempel | 70 000 | 90000-50000 | .... | 57,2 |
| Kvk 43 . | Zwischens. ring | 600 | 800-200 | .... | 100,0 |
| | 1. Fertigs. ring | 1 000 | 1500-500 | .... | 100,0 |
| | 2. " " | 880 | 1200-300 | .... | 102,0 |
| | Ziehstempel | 56 000 | 62000-30000 | .... | 89,3 |
| 6347 St. | Zwischens. ring | 1 350 | 2200-700 | .... | 96,8 |
| | " -stempel | 58 000 | 68000-28000 | .... | 103,0 |
| | 1. Fertigs. ring | 1 660 | 2000-1200 | .... | 48,2 |
| | 2. " " | 1 800 | 2800-800 | .... | 111,0 |
| | 1. Fz. stempel | 72 000 | - | | |

Beim Arbeitsvorgang RN ist verständlich, dass in Doppelzug die Standzeit des 2. Ziehringes hinter der des 1. Ziehringes stets zurückbleibt, denn das aufgetragene Gemisch von Altbl und Alttrett kommt natürlich nur beim 1. Zug zur Geltung. Bezüglich des Arbeitsvorganges TZ geben die Herren von Metallkissen nach den durchaus notwendigen Hinweis: "Die geringen Standzeiten des 1. und 2. Fertigsiehlinges und der Zwischensiehlinges hat bei allen Typen die gleiche Ursache und zwar einmal in der engen Messtoleranz und entsprechend kleiner Ausnutzung, zum andern in der wieder-

| | | |
|-------------|---|--------------------|
| | SS 4104-0170/43-I/44 geheim
v. 19.1.44 - Ausweichschmier-
stoffe b. Metallbearbeitung | Zu Nr. Teilbericht |
| | Benennung | Februar 1945 |
| Professoren | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadner, Techn. Hochschule
München, dat. Institut | Datum |
| | Landshut, Nal | Blatt 6 |

Unterschrift

holten Umarbeitung des verbrauchten Ringes für den nächst größeren Ziehring und in der kritischen Behandlung und Qualität des heutigen Werkzeugstahles überhaupt."

Zum Kapitel: Standzeit-Strawungen gibt die Neumeyer AG, Nürnberg noch einen Beitrag, der die Werkzeugstandzeiten bei Herstellung von Geschosshülsen der Type 6340 im Ziehvorgang mit Seifenwasser von 0,8 - 1 % Fettgehalt angibt. Hier sind wieder (vgl. S. 3 dieses Berichtes) zu jedem einzelnen Ziehring und sein Material (PPC, PM) die erzielten Stückzahlen an Stadien angeführt

a) Zwischenzug, Ziehringe PPC Stückzahlen:

| | | | | | |
|------|------|------|------|-------------------------|----------|
| 9298 | 6513 | 906 | 600 | 1613 | 2882 |
| 4365 | 1250 | 2110 | 2300 | 3843 | 2266 |
| 4295 | 1651 | 3814 | 3419 | 840 | 2970 |
| 2370 | 1055 | | | | |
| | | | | Stückzahl-Mittel | 2916 |
| | | | | Streuung, Stückz. Diff. | 9298-600 |
| | | | | " in % | 300% |

b) 1. Fertigung, Ziehringe PM Stückzahlen:

| | | | | | |
|------|------|------|------|-------------------------|----------|
| 1820 | 3002 | 4756 | 2900 | 6525 | 3599 |
| 1560 | 3010 | 3300 | 5420 | 1787 | 1715 |
| 1162 | 1450 | 4805 | 2110 | 940 | 2495 |
| | | | | Stückzahl-Mittel | 2908 |
| | | | | Streuung, Stückz. Diff. | 6525-940 |
| | | | | " in % | 192% |

c) 2. Fertigung, Ziehringe PM Stückzahlen:

| | | | | | |
|------|------|------|------|-------------------------|----------|
| 1910 | 1000 | 1490 | 870 | 2478 | 2755 |
| 1655 | 2355 | 2200 | 1840 | 2163 | 1684 |
| 1666 | 880 | 1453 | 638 | 2580 | 1847 |
| 3200 | 1000 | 550 | 5010 | 700 | 2380 |
| 1010 | 550 | 2770 | 3570 | 760 | 2942 |
| | | | | Stückzahl-Mittel | 1861 |
| | | | | Streuung, Stückz. Diff. | 5010-550 |
| | | | | " in % | 240% |

2. Fertigung, Ziehringe PPC Stückzahlen:

| | | | | | |
|------|------------------------|-----|------|-------------------------|----------|
| 1082 | 1235 | 414 | 2776 | 2794 | 2825 |
| 2666 | Stückzahl-Mittel | | | | 1970 |
| | | | | Streuung, Stückz. Diff. | 2825-414 |
| | | | | " | 122% |

Zusammenfassend kommt man unschwer zu dem Ergebnis, dass der Vorgang des Fließpressens bzw. Kaltspritzens von Stahl bei sorgsamer Ueberwachung wohl geeignet ist, Schmierstoffe unter dem Wirken höchster Drücke auf Eignung zu prüfen; hingegen sind die Standzeitstreuungen bei den schweren Blechverformungen des Tiefziehens der Geschosshülsen bei konstantem Schmierstoff (Seifenlösungen oder Emulsionen) viel zu hoch, um charakteristische Schmierstoff-Eigenschaften darstellen zu können. Hier bringen sich offenbar Schwankungen in der Härte und Güte der Ziehwerkzeuge, aber auch Schwankungen in der Verfestigung der zu ziehenden Stadien stärker zur Geltung als Schmierstoff-Unterschiede.

Kadmer

| | | |
|---------|---|------------------------------|
| | SB 4104-0170/43-I/44 geheim
v. 9.1.44 - Auseichschmier-
stoffe b. Metallbearbeitung
<i>Benennung</i> | Zu Nr. Teilbericht |
| | | Februar 1945
<i>Datum</i> |
| Frohsen | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadmer, Techn. Hochschule
München, dt. Institut Landshut, Ndt | Blatt 7 |

000071

(17/16)

Grossversuche mit V/Ka-1

Der vorgelegte Teilbericht dient als Fortsetzung des Berichtes: "Das Versuchsprodukt Kadmar-Luara (V/Ka-1)" vom Oktober 1944. In dem auch schon über die ersten technischen Erprobungen Mitteilung gemacht werden konnten.

Da bei diesen ersten Versuchen, insbes. bei Zerspänung kohlenstoffarmer Stähle mithilfe des V/Ka-1 überausige Roestbildung in Erscheinung trat, so wurden zunächst die Grosslieferungen von GAS aus Jericho (Gesamtmenge über 1000 kg) einer exakten Analyse unterworfen. Das Ergebnis war insbesondere unerfreulich, als im technischen Produkt beträchtliche Mengen Kaliumsulfat (von unzureichender Kristallgröße des Kaliumwassers und Neutralisation desselben) verblieben waren, die natürlich ähnlich der Kochsalzmenge in Salzen und Meerwasser an intensiver Roestbildung Anlass geben. Im Falle einer ungelieferten Probe Oelharasulfonat von S. I. 163 ergab die Wasseranalyse: 75% Wasser, 12,45% K₂SO₄ und 12,15% K-Oelharasulfonat. Bei einer zweiten Probe war das Ergebnis mit: 77% Wasser, 12,38% Oelharasulfonat, 9% K₂SO₄ und 1,1% Mineralöl etwas günstiger. Es ist aus der türkischen Rotol-Fabrikation bekannt, dass sich sulfonisierte Oele in der Hitze schlecht waschen lassen und auch beträchtliche Sedimente an sich klumpen veranlassen. Für den gedachten Verwendungszweck muss das V/Ka-1 natürlich möglichst salzfrei zur Anlieferung kommen, da sonst gewisse Schäden (Roest und Korrosionen) unvermeidlich sind und auch die Wirksamkeit des Oelharasulfonates beeinträchtigt wird.

Die Versuche bei Hering-Zindlicht AG, Nürnberg hatten schon genau Okt.-Bericht (S.4) keinen guten Eindruck, und nur noch keine gute Fortsetzung. - Das V/Ka-1 kam in der Verdünnung 1:40 bei einer Auerbach-Nachziehbank zum Bohren von Löchern in Kabelschleifen (4,2 mm Ø, 3 mm Tiefe, in 10000/min) zusammen mit 15. HAN 2 in Anwendung. Zunächst zeigte sich wohl, dass bei V/Ka-1 mit einem Bohrer 3500 Stück, mit bisherigem Bohrer 1:30 dagegen nur 2000 Stück gefertigt werden konnten, aber die Schmelzung dieser Maschine wurde durch eingedrungene V/Ka-1-Lösung sehr ernstlich gefährdet. Das Spindelwellenhauptlager liess sich vorübergehend durch Kollageinsatz beseitigt werden, konnte nach relativ kurzen Lauf aber von etwa 10 Stunden verkümmern die Spannungen stark. - Gleich ungünstig war der Einsatz des V/Ka-1 bei zwei Ultramat, Schnitt von Gewinden H5 und H 10 mit Gewindebohrern, Tiefe 6 mm, n = 7000/min. Die Standzeit der Bohrer war mit V/Ka-1 etwas niedriger als mit dem bisherigen Bohrer (Schneidmanganbohrer war, dass die Bohrer nicht stumpfer wurden, sondern mit den An-schneidseihen ansprachen. (Beim Schneiden von Gewinden mit Schneidseilen wurden bei Verwendung von V/Ka-1 günstige Resultate erzielt.)

Bei Hering AG, Nürnberg-Ziegelstein ist der Versuchsfortgang günstig, die grosse Skoda-Hayol-Verbank läuft jetzt schon seit 5 Wochen zu vollster Zufriedenheit, Füllung 80 lit. V/Ka-1.

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| <p>Geheim!</p> <p>1) Dies ist ein Grossversuchbericht im Sinne des Art. 11 des Gesetzes über den Schutz des Erfindungsrechtes vom 22. April 1924.</p> <p>2) Die Erfindung ist aufzufassen im Sinne des Art. 1 des Gesetzes über den Schutz des Erfindungsrechtes vom 22. April 1924.</p> <p>3) Die Erfindung ist aufzufassen im Sinne des Art. 1 des Gesetzes über den Schutz des Erfindungsrechtes vom 22. April 1924.</p> | <p>SS 4104-0109/44-11/44 vom 15.5.44 - Aufarbeitung von Rohbestandteilen</p> | <p>Zu Nr. Teilbericht III</p> |
| | <p>Arbeitsgruppe des Professors Dr. Kadmar, Kadmar-Werkstoffe-Münchhausen, Kadmar-Werkstoffe</p> | <p>Februar 1945</p> |
| | | <p>Seite 1</p> |

000072

1:20, plus 1% Na-nitrit. Die Füllung wurde neuerdings genau auf μ H 7 eingeteilt. Auf dem Revolver werden Elementenbohren, Fertiggedreht u. zwar durch schwere Schrubbearbeiten, Vordrehen, Plandrehen, Fase-Drehen, Hinderdrehen und einfaches Abstechen. Die Bearbeitungseffizienz sind einwandfrei, Rost ist nicht zu verzeichnen. Gegenüber dem Bohrdöl wird eine unbedeutende Standzeitverlängerung festgestellt, nämlich: V/Ka-L 15-16 Werkstücke, Bohrdöl-Emulsion 1:20 12-13 Stück. - Ein zweiter Revolver lief in gleicher Weise befriedigend und mußte nur wieder umgestellt werden, weil die längst erwarteten Frachtsendungen V/KaL aus Jerichow noch nicht eingetroffen waren. Das gleiche gilt für die "Präwena"-Drehbank (vgl. Teilbericht II, S. 4/5).

Bei Joh. Reitzkammer, Nürnberg, Kochstr. 11, wurde V/Ka-L 1:20 eingesetzt in zwei Gewindefräsmaschinen zum Schneiden von Sacklochgewinden M 10 und M 12 in Schmiedematerial von ca. 40-50 kg Festigkeit; es zeigte sich anfangs weicher Schnitt und andauernd sehr schöne Gewindeflanken, jedoch wurde auch hier bald über Ausbrechen der Anschnittskappe am Gewindebohrer geklagt. Erfolgreich war es nun, der Füllung eine kleine Menge Bohrdöl zuzufügen, worauf die Bohrer stand hielten.

Durchaus erfolgreich war es hier wieder, V/Ka-L auf zwei kleineren Revolverbänken für an sich einfache Dreh- und Abstecharbeiten einzusetzen. Aus 17x12 Rohren von 50 kg Festigkeit werden Kugellagergehäuse gedreht und abgestochen und die mit V/Ka-L erzielte Oberflächengüte ist bisher noch mit keinem Schneidöl erreicht worden. Die Fabrikation von Kugellagern ist aber in erster Linie auf die Oberflächenbeschaffenheit der Lagerkörper gerichtet. Den weiteren Entwicklungsergebnissen wird von der Firma größtes Interesse und Entgegenkommen bezeugt.

Bei Hans Karthe, Nürnberg, Silberstr. 1, sind die bisherigen Versuche mit V/Ka-L zu vollster Zufriedenheit ausgefallen. In Stahlguss werden Gewinde M 10 und M 14 geschnitten, außerdem in Düsenkappen Gewinde M 12 1,5, V/Ka-L in Einstellung 1:10. Für weitere spannhebende Arbeiten ist ein kleiner Gütemeister-Revolver eingesetzt; auf dem leichte Dreh- und Bohrarbeiten, verbunden mit Gewindefräsen zur Ausführungen kommen. V/Ka-L wurde in keinem Falle beanstandet. Rostschutzmittel ist bei diesen Versuchen 1% Na-Na in Verbindung mit V/Ka-L gewesen.

Die Versuche bei Bayerische Reisszeugfabrik, Nürnberg, (Betriebsleiter Kassmann, Ing. Kenzelberg u. Werkm. Rittmann) ließen sich sehr gut an. - Auf einem Heilmann Revolver werden in Automatanstahl St 3711 Gewinde M 15x1,5 (Var-u. Nachschneiden) geschnitten ($n = 3770/\text{min}$; $v = 178 \text{ m}$), wobei V/Ka-L 1:20 und zusätzlich 1% Na-nitrit sehr saubere Gewindeflanken ergab, wobei gelobt wurde, dass die störende Raumentwicklung beseitigt sei, die beim Arbeiten mit Schneidöl fortgesetzt beobachtet wurde. - Auf einer gleichen Bank werden schwere Schrubbearbeiten und Hinderdrehungen mit V/Ka-L 1:20 und zusätzlich 1,5% WtH-Na durchgeführt; hier wurde die lästige Raumentwicklung beim Arbeiten mit Schneidöl, in besonders ausgeprägtem Masse vermieden.

| | | |
|------------|--|---------------------------|
| Frequenzen | SS 4104-0109/44-II/44 vom
15.5.44 - Aufarbeitung von
Rückstandblei | Zu Nr. Teilbericht
III |
| | Benennung | Februar 1945 |
| | Arbeitsgruppe apl. Professor
Dr. Kadmer, Techn. Hochschule
München, dt. Landshut, Ndb. | Datum |
| | Institut | Seite 2 |

Unterschrift

000073

Eineblische Nachteile sind bei der gleichen Firma aber an zwei Fließautomaten aufgetreten, bei denen St. 3711 durch Verdrehen, Fländern und Abstechen bearbeitet wurde. Bei beiden Automaten war sehr bald eine starke Verschmutzung und Verhärtung des Schlittens und der Längen zu beobachten. Weniger verhärtet der Standzeitverlust von Stückzahl 2000 bei Verwendung von Shell-Schneidöl, KA 21 gegenüber Stückzahl 200 bei Verwendung von V/Ka-L 1:20.

Bei dieser Firma wurde schliesslich noch ein sehr hoher, durch nichts erklärlicher Verbrauch von V/Ka-L festgestellt, n.B. bei kleineren Maschinen mit 10-20 lit Füllung ein täglicher Nachschub von 3-10 lit, und bei Automatenfüllungen von 80-100 lit eine tägliche Ergänzung von 20 lit.

Ein ähnliches Ergebnis liefert hinwiederum Herr Ing. Kleinschöber bei Siemens-Reiniger AG, Wülzburg. Hier wurde V/Ka-L 1:20 zunächst bei Arbeiten mit Pittler Revolvern anstelle Bohrer 31 1:20 eingesetzt. V/Ka-L schafft nicht nur verbesserte Oberflächen, sondern verbessert auch gegenüber Bohrer-Emulsion die Standzeit im Verhältnis 3:5. Herr Ing. Kleinschöber hat einen umfassenden Versuchsbericht zugesagt.

Was ausserordentlich wichtig ist, ist der Zustand, den V/Ka-L beim Bohren und Gewindeschneiden in Aluminium bisher benötigten Spiritus zu ersetzen vermag. Die Oberflächengüte der bearbeiteten Materials kommt zwar nicht ganz an die Qualität des mit Spritzgekühlten Materials heran, die Wirkung des V/Ka-L ist aber ganz wesentlich besser als diejenige der bisher verwendeten Austausch- und Ersatzprodukte.

Schliesslich hat, vorüber in anderen Zusammenhänge bereits berichtet wurde (vgl. Teilbericht zu SS 4104-0102/44-II/44 geheim/Febr. 1945) Herr Ing. Reichert bei Maschinenwerk AG, Oberndorf/Neckar das V/Ka-L zur Kühschalirung beim Wasserpumpenlaufbohren mit Schnellstahl-Tieflochbohren eingesetzt. Der Versuch ist als ausgesprochenes Wagnis zu bezeichnen und er gelang weit über alle Erwartungen. Eine V/Ka-L Lösung mit 3,6% Sulfonatgehalt, Rest Wasser lieferte je 100 Laufbohrungen 25 einwandfreie Läufe und 75 mit gewöhnlich notwendigem Nachschliff der Bohrerschneiden. Das IG-Produkt 1042 mit 6% Gehalt an Emulgator und 9% an Mineralöl, Rest Wasser, hatte das Verhältnis 35:100 einwandfreie Laufbohrungen zu 65:100 Laufbohrungen mit Nachschliff. Ein gutes Bohrer allerdings in der Verdünnung 1:6 hatte mit 22 guten Läufen gegen 18 Laufbohrungen mit Nachschliff ein wesentlich besseres Ergebnis, und züchtlich unerreicht ist bei diesem schweren Arbeitgang der Zerspanung ein Gemisch von 2 Tln Sulfon, 2 Teilen Bohrer- oder "H3" und 96 Tln Wasser; diese Emulsion kennt überhaupt keine Laufbohrungen mit Nachschliff.

Die Versuche mit V/Ka-L wurden durch Fliegerschäden in Nürnberg beeinträchtigt; sehr fühlbar haben sich auch die Transportchwierigkeiten ausgewirkt, indem an den meisten Stellen die Versuche nur deshalb unterbrochen werden mussten, weil die Nachlieferung von V/Ka-L 10 Wochen unterwegs war.

| | | |
|---|---|---------------------------|
| | SS 4104-0102/44-II/44 vom
15.5.44 - Aufarbeitung von
Rückständen. | Zu Nr. Teilbericht
III |
| | <i>Genehmigung</i> | Februar 1945 |
| Prof. Dr. E. Rüdiger
München, dt. Institut | Arbeitsgruppe all. Professor
Dr. Rüdiger, Techn. Hochschule
München, dt. Institut | Datum |
| | | Seite 3 |

Prof. Dr. E. Rüdiger

Institut

Unterschrift

Wigura AK 1621, mit den aktiven Inhaltstoffen CI und F dem AK 1613 ähnlich, indessen etwas stärker aktiviert. Die Viskosität stimmt mit AK 1613 nahezu überein.

In der folgenden Aufstellung ist nun zu den einzelnen Gelen die Standzeit des Strählers = Stückzahl gefertigter Gewindebohrer angegeben, und eine Gütebewertung des ersten und letzten Werkstücks, derart, dass Gewindeflanken und Gewindespitzen klassifiziert werden. (1) bedeutet in beiden Fällen untadelig, (2) gut d.h. bei Gewindeflanken vereinzelte Rostspuren, bei den Schneiden im allgemeinen fast fehlerfreier Verlauf, (3) grosserartiger Rost bzw. schuppige Gefügestörungen an den Gewindeflanken oder örtlich varietzte Gewindespitzen und (4) reichliche Zerstörungen der Gewindeflanken und grössere Ausbrüche der Gewindeschneiden.

| Ölsorte | Standzeit | Gewinde-
flanken
beim ersten Stück | Gewinde-
schneiden | Gewinde-
flanken
beim letzten Stück | Gewinde-
schneiden |
|------------|-----------|--|-----------------------|---|-----------------------|
| V-Ka-4 | 5 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Shell 1224 | 12 | 2 | 1 | 4 | 2 |
| AK 1613 | 1-2 | 3 | 1 | 3 | 4 |
| AK 1623 | 1-2 | 3 | 1 | 4 | 4 |
| Gasolin XI | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| RUBS1 | 37 | 3(!) | 2 | 2 | 1 |

Als Ergebnis dieser zweiten Versuchsreihe ist zu entnehmen, dass die allein chemisch-aktivierten Schneidöle wiederum bezüglich Standzeit und Flächenfinish in der Fertigung nicht entsprechen. Das reine Fettöl dominiert, aber auch natürlich gealterte Syntheseöle haben mit ihren Oxysäuren und Laktonen fettähnlichen Charakter, sodass sich derartige Zusätze in Metallbearbeitungsölen bedeutend besser bewähren, als die den Gelen wesensfremderen Zusätze, insbesondere wenn sie chlorhaltig sind.

Um diesen Befund weiterhin zu bestätigen, wurde nun auch der Vorgang des Räumens zur Schmierwertbeurteilung herangezogen, und zwar, wie in Teilbericht VII zu vorliegender Forschungsaufgabe schon ausgeführt, der Vorgang des Räumens von Gewehrrechlüsseln bei Hauserwerke AG, Oberndorf. Hier werden zu Teilbericht VII einige Ergänzungen gebracht. Das V-Ka-4 kam hier in den beiden Modifikationen a und b zur Anwendung; es unterscheidet sich vom V-Ka-4 bei den Gewindeschnittversuchen nur dadurch, dass ihm in beiden Fällen Nibrenwachs D 88 (IGF) d.i. hochchloriertes Naphthalin, einverleibt wurde, und zwar:

| V/Ka-4(a) | | V/Ka-4(b) | |
|-----------|------------------------------|-----------|-----|
| 75% | Brabag ZR-30 frisch | .... | 70% |
| 7% | " ZR-25 alt | .... | 7% |
| 15% | 3,5E/20 Destillat | .... | 15% |
| 1% | Triärsylphosphat | .... | 1% |
| 2% | Nibrenwachs D 88 | .... | 2% |
| - | Glorie-Faktis (fl. 400) | .. | 5% |

Während beim Schlüsseln-Räumen (Einzelheiten vgl. Teilbericht VII) für RUBS1 neuerdings Standzeiten von 20-24.000 Stück festgestellt wurden und für fettfreie, chemisch aktivierte Versuchsöle auf Mineralölbasis einige 10 bis einige 100 Stück (z.B. Vacuum Versuchsöl Nr. 268a 10 Stück, VO 238b 10 Stück, 267h 35 Stück, 267m 380 Stück), waren mit V/Ka-4(a) in drei Versuchen 120, 170 und 150 Stück erzielbar, und mit V/Ka-4(b) in zwei Versuchen 343 Stück und 8785 Stück. - Das Ergebnis beweist einerseits die Wirksamkeit von Ölzusätzen aus hochoxydierten Syntheseölen, andererseits die Schädlichkeit von organischen Chlorderivaten, die erst beim V/Ka-4(b) genügend überdeckt werden. - Die Arbeiten, die solche Verhältnisse noch klarer herausstellen sollen, werden fortgesetzt.

•000075

apl. Professor Dr. E. Kadner
Techn. Hochschule, München,
Labor. Landshut Ndb.

Landshut, März 1945

Geheim!

- 1) Dies ist ein Staatsgeheimnis im Sinne des § 89 RStGB in der Fassung des Gesetzes vom 20. April 1934.
- 2) Weitergabe nur verschlossen, bei Postbeförderung als „Einschreiben“.
- 3) Empfänger haftet für sichere Aufbewahrung.

Bezug: Forschungsaufgabe SS 4104-0170/43-I/44
stoffe
Betrifft: Teilbericht X

**Über den Schmierwert gefetteter und chemisch aktivierter
Mineralöle**

In den Teilberichten zu obiger Forschungsaufgabe ist aufgrund erhaltener Ergebnisse schon mehrfach die Vermutung ausgesprochen worden, dass sich die aus Friedenszeiten bekannten und gebräuchlichen gefetteten Mineralöle in der Metallzerspannung nicht ohne weiteres durch chemisch-aktivierte, fettfreie Öle ersetzen lassen, was den Schmierwert betrifft. Dabei soll unter "Schmierwert" bzw. "Schmierleistung" mehr verstanden werden als unter dem Begriff der "Schmierfähigkeit", während die letztere nur Augenblickseffekte darstellt, die das Verschleissen oder Verschleissen reibender Flächen verhindert oder verzögert, umfasst der Begriff des "Schmierwertes" oder der "Schmierleistung" auch die mehr oder minder ausgeprägte Eigenschaft, gesunde Gleitflächen zu erhalten bzw. bei Metallzerspannung günstige Fertigungsflächen zu erzielen. Schmierstoffe mit sog. "Hochdruckeigenschaften", ... der Wortschatz entstammt den amerikanischen "extreme pressure lubricants" ... Schmierstoffe also, mit chemisch aggressiv wirkenden Grenzflächensubstanzen, verhindern in den meisten Fällen wohl sehr augenfällig das Verschleissen gleitender Metallteile, schaffen aber durch Korrosion und kontinuierlichen Abrieb intermedial gebildeter Salzschichten höchst unerfreuliche Rauigkeiten und Zerstörungen in der Oberfläche der gleitenden Teile. Wirklich schmierfähige Stoffe indessen verhüten nicht nur das Verschleissen der aneinander vorüber eilenden Flächenunebenheiten, sondern erhalten oder schaffen ideale Gleitflächen von bestmöglicher Bearbeitungsart. Es besteht also zwischen dem chemisch-aktivierten Schmierstoff und dem wahren Schmiermittel ein beträchtlicher Unterschied, was der vorliegende Bericht qualitativ und quantitativ aus Ergebnissen der Praxis unter Beweis stellen soll.

Der Vorgang der Herstellung von Gewindebohrern verlangt untadelige Gewindeflanken und Gewindeschneiden, besonders in "Anschnitt" und entsprechende Standzeit der Werkzeuge, um in der laufenden Arbeit durch Nachschleifen und Umspannen, sowie Einrichten der Schneidwerkzeuge möglichst wenig Zeitverlust zu erleiden. Ein Vorgang dieser Art verlangt ausgesprochene Schmiermittel, und es soll durch die Versuche bei Siemens-Reiniger Werk, Erlangen, gezeigt werden, dass dieser Vorgang zur Schmierleistungsprüfung in besonderem Umfang brauchbar ist. Herrn Ing. Kleinhercher, Erlangen, sei an dieser Stelle für die bis in alle Einzelheiten exakte Versuchsdurchführung und Versuchsüberwachung gedankt.

Die erste Versuchsreihe bei Siemens-Reiniger AG, Erlangen, hatte die Fertigung von Gewindebohrern mit verschiedenen Metallbearbeitungsölen zum Gegenstand. Verglichen wurde die Standzeit der Schneidwerkzeuge (zweischneidige Ströhler), ausgedrückt durch die jeweilige Stückzahl gefertigter Gewindebohrer; die Standzeit des Werkzeuges wurde beim

vorletzten Werkstück (Gewindebohrer) als erreicht angesehen, wenn die weitere Fertigung deutliche Abbohrungen an den Gewindespitzen oder Flankenrissen aufwies. Alle Versuche wurden auf einer älteren, automatisch beistellenden Gewindeschneidbank (Bechler, Montiers, Baujahr ca 1923) durchgeführt. Die Oelfüllung der Maschine beträgt 10 lit., der minutliche Oelumlaufl 1,7 lit.; Sieb- oder Filtereinrichtungen besitzt die Maschine nicht. Durch das Spänesieb werden die größten, durch den als Absatzgefäß mit Überlauf unterteilten Oelkasten die feineren Verunreinigungen zurückgehalten; Verunreinigungen, welche sich länger in Schwebe zu halten vermögen, werden folglich ständig im Oelumlaufl mitgeführt.

Werkzeug war ein Doppelschneidzahn, Ueberhöhung 0, Brustwinkel 0, Freiwinkel an der Werkzeugspitze 22,50°, an den Flanken 0, unlegierter Werkzeugstahl, vergütet auf Hv 30 ... 850 kg/mm² bzw. Rockwell C 65,5.

Werkstücke waren zu fertigende Handgewindebohrer für metrisches Gewinde, ähnlich M 10 DIN 9 352, mit einer Steigung von 1,5 mm und einer Gewindetiefe von 1,042 mm, bei 31 mm Gewindelänge aus Stahl mit 1 bis 1,1% C, 0,9 bis 1,1% Cr und 0,15 bis 0,25% V, in Anlieferungszustand kalt-gezogen und geschliffen mit Vickershärte Hv 30 ... 235 kg/mm², Zugfestigkeit 62,5 kg/mm², Fließgrenze 53,5 kg/mm², Bruchdehnung 29,7 % und Einschnürung 33,3%.

Schmierstoffe waren: Rußöl - Farbe 4, nD/20 1.4742, Visk. 35,2E/0 = 12,7E/20 = 4,28E/50 = 1,67E/100, η_p 1.02, η 2.82, VZ 184.

Wisura AK 1613 ein fettfreies, aber mit I und Cl aktiviertes Mineralölraffinat mit d/20 0,905, nD/20 1.5033, Farbe 8, Visk. 33,3E/0 = 8,45E/20 = 2,44E/50 = 1,32E/100, η_p 2.21, η 4.02, VZ 1,39 - und

Gasolin XI ein mit leichten und sehr flüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen aktiviertes, ebenfalls fettfreies Mineralöl, mit Farbe 8, d/20 0,938, nD/20 1.5179, Visk. 113E/0 = 19,4E/20 = 3,63E/50 = 1,41E/100, η_p 3.30, η 4.25, VZ 1.19. - Das Gasolin XI zeigt bei 4 h Stehen bei 20 C einen Gewichtsverlust von 0,45%, nach 70 h bei 20 C einen solchen von 1,8% und nach 100 h bei 20 C .. 2,03%; nach 1 h bei 100 C beträgt der eingetretene Gewichtsverlust 2,58%.

Für den Schneidversuch mit Wisura AK 1613 und Gasolin XI wurden vergleichsweise folgende Arbeitsbedingungen gewählt:

Werkstückumdrehungen $n = 126$ U/min

Schnittgeschwindigkeit $v = 3,96$ m/min

Beistellung (Spantiefe an der Werkzeugspitze) $a = 0,012$ mm/Durchgang

Werkzeug unter Schnitt $m = 1,042:0,012 = 87$ mal/Gewindebohrer,

Zahl der bearbeiteten Gewindebohrer: bei Wisura 15 Stück,
bei Gasolin 45 Stück

Standzeit: bei Wisura 1 Stück, - bei Gasolin 7-8 Stück. Anmerkung: Mit Rußöl waren unter den gleichen, milden Arbeitsbedingungen 80 Stück erzielbar.

Selbst unter schwereren Schnittbedingungen, nämlich: $n = 181$ U/min, $v = 5,7$ m/min, $a = 0,023$ mm/Durchgg., $n = 1,042:0,023 = 45$ mal/Gewindebohrer, ist war für M881 noch immer eine Standzeit von 50 ± 10 Stück erzielbar.

Die Reihenfolge der Schmiereignung der Cole ist also eine ganz eindeutige; sie liess sich noch vervollständigen durch visuelle Beurteilung von zahlreichen, überreichten Proben an gefertigten Gewindeschneidern. Um hier zu einem absolut eindeutigen Urteil zu gelangen, hatte Herr Dipl.-Ing. Kresch von BMW-München die Liebesswürdigkeit, Schrägschnitte durch die benutzten Gewindebohrer zu legen, um die Gewindeflanken und Gewindespitzen unter dem grossen Projektor bei BMW mit x-facher Vergrösserung zu photographieren. Leider ist dieses wertvolle optische Gerät mit den benutzten Gewindebohrern bei einem Fliegerangriff zugrunde gegangen.

Die weitere Analysierung der Cole in der ersten Versuchsreihe ergab folgendes Bild:

| | | Frischöl | | A l t ö l | | |
|----------------------------|--------|----------------------|-----------------------|-----------------|---------|--------|
| | | Origimöl | Filtrat Chromatogramm | Aceton-Raffinat | Extrakt | |
| <u>Wisura AK 1611</u> | | | | | | |
| Ausbeute | - | 96% | 64,16% | 35,72% | - | - |
| Refrakt. n _D 20 | 1.5033 | 1.5025 | 1.4943 | 1.5194 | 1.5034 | 1.5034 |
| Visk. E/20 | 33,3 | 35,5 | 36,8 | 39,1 | 36,0 | 36,0 |
| E/50 | 8,45 | 8,50 | 9,20 | 8,70 | 8,80 | 8,80 |
| E/100 | 2,44 | 2,36 | 2,56 | 2,34 | 2,46 | 2,46 |
| Wp | 1,32 | 1,29 | 1,34 | 1,28 | 1,32 | 1,32 |
| m | 2.21 | 2.54 | 2.13 | 3.07 | 2.30 | 2.30 |
| VZ | 4.02 | 4.15 | 3.96 | 4.30 | 4.05 | 4.05 |
| Asche | 1.39 | - | 1.16 | 3,15 | - | - |
| | - | - | - | - | 0,023% | 0,023% |
| <u>Gasolin KI</u> | | | | | | |
| Ausbeute | - | 95% | 54,65% | 42,86% | - | - |
| Refrakt. n _D 20 | 1.5179 | 1.5166 | 1.5054 | 1.5346 | 1.5170 | 1.5170 |
| Visk. E/20 | 113 | 124 | 140 | 170 | 140 | 140 |
| E/50 | 19,4 | 21,2 | 24,6 | 24,8 | 23,0 | 23,0 |
| E/100 | 3,63 | 3,89 | 4,48 | 4,00 | 4,07 | 4,07 |
| Wp | 1,41 | 1,44 | 1,51 | 1,42 | 1,45 | 1,45 |
| m | 3.30 | 3.17 | 2.72 | 4.34 | 3.29 | 3.29 |
| VZ | 4.25 | 4.20 | 4.04 | 4.43 | 4.22 | 4.22 |
| Asche | 1.19 | - | 0.25 | 2.34 | - | - |
| | - | - | - | - | 0,016% | 0,016% |

Beim Chromatogramm war die Al₂O₃-säule 300 mm hoch und 31 mm breit. Die Colemenge betrug jeweils 50 g, das Öl wurde 1:1 mit Benzin-Benzol verdünnt und nach dem Saugfiltrieren mit 250 ccn Benzin-Benzol nachgewaschen. Das Filtrat der Adsorptions-Filterssäule wurde lösemittelfrei gemacht und quantitativ bestimmt. Beim Öl Gasolin KI zeigte sich hierbei nicht nur ein Gewichtsverlust von 2,9%, sondern auch eine merkliche Ölverdickung, unzweifelhaft Anzeichen dafür, dass in diesem Produkt leichtflüchtige Chlorohlenwasserstoffe anwesend waren. In besonderem Masse betont die Lösungsmittel-Analyse die letzt-bezeichnete Feststellung, sagt aber sonst kaum etwas über die Schmiereignung der beiden Cole aus. Wisura AK 1613 zeigte sich auf Cl und P positiv, Gasolin KI auf Cl und S. - Der Aschegehalt im gebrauchten M881 betrug 0,076%, sodass der für Wisura AK besonders niedrige Standzeit-Wert nicht etwa damit erklärt werden kann, dass dieses Öl mangels Filterung besonders viele kleine Spänchen wieder

an die Schnittstellen brachte und dadurch ungünstige Bewertung fand. Es ist hier schon so, dass das fettfreie, nur chemisch-aktivierte Schneidöl sowohl die Standzeit der Gewindestrahler stark beeinträchtigt und ungesunde Fertigungsfächen zur Folge hat. An der Schnittstelle treten lokal hohe Zerspannungstemperaturen auf, nämlich denen beim Drehen unter gleichen Schnittbedingungen; diese Temperaturen bewirken vor allem eine Zersetzung chlorierter Zusatzstoffe, was zumindest zu lokalen Korrosionen führt, die das Schneidwerkzeug sehr rasch zerstören. Bei leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen ist vielleicht ein schwacher Kühleffekt gegeben und zufolge der Verdunstung ein geringeres Maass von Korrosion.

Um diese Voraussetzungen zu erhärten, wurde bei Siemens-Reiniger AG in Erlangen eine zweite Versuchsreihe durchgeführt.

Werkzeug war ein ein Zahniger Gewindestrahler, Ueberhöhung 0, Brustwinkel 0, Freiwinkel an der Werkzeugspitze 22,50, an den Flanken Gunlegierter Werkzeugstahl, vergütet auf Hv 30 = 920 kg/mm², ca 170, 0,2 mm, 0,25 mm.

Werkstücke waren Stahlgewindebohrer M 6, unlegierter C-Stahl, Präzisionsrundstahl 6 DIN 175, im Anlieferungszustand verarbeitet, C-Gehalt 1 bis 1,2%, Vickershärte 230-235 kg/mm², Zugfestigkeit 60-63 kg/mm², Dehnung 30% und Einschnürung ca 35%.

Die Arbeitsbedingungen waren einheitlich: Schnittgeschwindigkeit v = 2,83 m/min, Spantiefe 0,015 mm, Gewindetiefe 0,6 mm, Zahl der Schnitte 40, Gewindelänge 26 mm, Oelfüllung 10 lit., Oelumlaufl 1,7 lit/min, Zeit für einen Arbeitagang 20,3 sec u. zwar Schnittzeit 9,7 sec + Anlauf 2,7 sec + Auslauf 1,1 sec + Rücklauf 6,8 sec.

Schmierstoffe waren: V-Ka-4, bestehend aus 88% Synthesedöl Brabag ZN 30 mit 8% natürlich gealtertem Brabag ZN 25, 2% Trikresylphosphat und 2% Schwefelfaktis. - Die Kennzahlen der Bestandteile sind:
 - Brabag ZN 30: d 0,877, nD 1.4856, 10,4E/20 = 2,76E/50, Wp 2.11, m 3.93
 - ZN 25-alt: d 0,953, nD 1.4848, 22E/20 = 22,1E/50 = 2,66E/100, Wp 2.82, m 3.83, WZ 57,8, VZ 96,4.
 - Trikresylphosphat: d 1,18, 12E/20 = 2,6E/50, Wp 4,4, m 4,52
 - Glorin-Faktis Dr. Grandel & Co mit 15% S-Gehalt. Da in Kriegzeiten die Fettung von Mineralölen aus Gründen der Ernährungslage verboten ist, wurde beim V-Ka-4 versucht, die echten Fettstoffe durch die natürlichen Alterungsprodukte, Oxidate synthetischer Kohlenwasserstoffe zu ersetzen. Diese Ueberlegung in Verbindung mit ähnlichen Stoffen, um deren Beistellung im Grossen sich die Optimol-Öelwerke GmbH besonders verdient gemacht haben, sollen mit den entsprechenden Resultaten von Industrieversuchen Gegenstand einer Patentanmeldung bilden.
Shellöl 1224. Zu diesem erprobten Produkt, zu dem sowohl Ölprobe, wie Kennzahlen fehlen, ist zu sagen, dass es in die S-Gruppe 4 gehörig ist. Wasure AK 1613 wurde mit seinen Kennzahlen bereits dargestellt, ebenso Gasolin KI und NU31.

Bag 4056

000079

3. Investigation of friction,
wear and lubricating power,
using the Almen-Wieland
oil testing machine.

Bezug: W.A. Nr. SS 4104-0170/43-1/44 v. 19.1.1944, Kennwort "Ausweich-
schmierstoffe"
Betrifft: Teilbericht.

Reibung, Verschleiss und Schmierfähigkeit, beobachtet
in der Almen-Wieland-Gelprüfmaschine.

Vorbemerkung: Der Bericht umfasst 32 Seiten. Der Stoff wurde
in 10 Versuchsgruppen gegliedert. Die Versuchsgruppen 1-13 wurden
noch unter Auftrag "Ka 1/04/5" bearbeitet und finden hier ihre Aus-
wertung.

Bau, Einrichtung und Wirkungsweise der SAM-Gelprüfmaschine
nach Almen, Bauart Wieland, werden als bekannt vorausgesetzt. Schrift-
tum: Kadmer, Schmierstoffe u. Maschinenachsmierung, 2. Aufl. (1941), 317-
320 - W. Paul, Gel u. Kollie 1940, 475-477.

In den folgenden Tabellen bedeutet P die Belastung in An-
zahl Platten je 1 kg. Die Belastung wird auf hydraulischem Wege auf
das austauschbare Prüflager übertragen. Beim "Modell 1936" beträgt
die Uebersetzung 1:02,5, d.h. 1 kg der aufgelegten Platte wirkt
sich mit einem Druck von 62,5 kg auf das Prüflager aus. Beim "Modell
1941" beträgt die Uebersetzung 1:00. In beiden Fällen zeigen die
Prüflager Zapfendurchmesser 0,5 mm, tragende Zapfenlänge 12,8 mm
und Lagersalenbohrung 0,5 mm, also Lagerspiel 0,2 mm.

Die eigenen Versuche wurden mit "Modell 1936" durchgeführt; Er-
gebnisse mit "Modell 1941" hat zu Vergleichszwecken Herr Luers, Bre-
men, in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

1. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe kamen verschiedene Mineralöl-
raffinate der Erdölverarbeitung zu Vergleich, und zwar:
Gel

| Nr. | Bezeichnung | Farbe | d/20 | n/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|-----|---------------------------------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| 1 | Nitrobenzol-Raff. | 5,5 | .862 | 1.477 | 15 | 3,5 | 1.85 | 3.73 |
| 2 | " " | 5,5 | .896 | - | 60 | 9,0 | 2.58 | 3.78 |
| 3 | " " | 5,0 | .879 | 1.483 | 45 | 8,1 | 1.97 | 3.56 |
| 4 | Schwefelsäure-Raff. | 7,5 | .904 | 1.501 | 57 | 8,0 | 2.50 | 3.83 |
| 5 | Nitrobenzol-Raff. (AP 89) | - | .867 | 1.481 | 10,5 | 5,0 | 1.61 | 3.61 |
| 6 | Duo-Sol-Raff. (AP 117°C) | - | .875 | 1.485 | 49 | 9,0 | 1.85 | 3.44 |
| 7 | " " " (AP 109°C) | - | .895 | 1.484 | 118 | 10,4 | 2.07 | 3.50 |
| 8 | " " " | 0,0 | .870 | 1.480 | 49 | 9,2 | 1.85 | 3.42 |
| 9 | " " " | 0,0 | .876 | 1.480 | 49 | 9,2 | 1.85 | 3.42 |
| 10 | Schwefelsäure-Raff. (Regenerat) | - | .905 | - | 84 | 12,8 | 2.05 | 3.52 |
| 11 | Flugmot.öl (Grüning) | - | .878 | 1.487 | 178 | 20,4 | 2.04 | 3.41 |
| 12 | " " (notring) | - | .878 | 1.489 | 124 | 17,6 | 2.04 | 3.45 |
| 13 | Brightstock (VZ 0,5) | 8,0 | .908 | 1.507 | 425 | 42,4 | 2.25 | 3.45 |
| 14 | Flugmot.öl (St.100) | - | .885 | 1.488 | - | 17,2 | 1.86 | 3.35 |
| 15 | " " (St.120, AP 125) | - | .880 | - | 180 | 25,0 | 1.85 | 3.25 |
| 16 | " " (St.140) | - | .888 | - | 225 | 30,0 | 1.88 | 3.24 |
| 17 | Schwefelsäure-Raff. (d) | - | .916 | - | 15 | 3,5 | 2.30 | 3.89 |
| 18 | " " (a) | - | .895 | - | 15 | 3,6 | 1.44 | 3.40 |
| 19 | " " (p) | - | .920 | - | 26 | 4,5 | 2.89 | 4.10 |

000989

1. Versuchsgruppe: Tabelle, werte der Reibungskraft R (kg)

| Oel | | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----|---|----|----|----|----|----|-----|---|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
| Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | | | | |
| <u>Modell 1936</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 6 | 16 | 29 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 6 | 18 | 36 | 55 | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 5 | 16 | 31 | 44 | 57 | 74 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | 8 | 12 | 26 | 37 | 45 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 7 | 13 | 20 | 30 | 42 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 5 | 19 | 28 | 41 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 10 | 21 | 36 | 54 | 73 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | 5 | 12 | 20 | 28 | 38 | 50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | 8 | 11 | 15 | 26 | 41 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 6 | 12 | 18 | 26 | 35 | 46 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | 5 | 12 | 22 | 28 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | 6 | 23 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | 4 | 13 | 28 | 48 | 63 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 14 | 2 | 9 | 16 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 | 4 | 11 | 19 | 27 | 32 | 41 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 16 | 2 | 18 | 29 | 35 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <u>Modell 1941</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 9 | 20 | 35 | 48 | 60 | 72 | 82 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 18 | 9 | 19 | 32 | 43 | 53 | 64 | 73 | 107 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 19 | 9 | 23 | 40 | 56 | 87 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Ann. Die Steigerung der Belastung erfolgte stufenweise nach je 30 Sekunden.

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 1: Die Filmfestigkeit (Haftfestigkeit) der Mineralöl-Raffinate ist eine beschränkte. - Unterschiede im Raffinationsverfahren (Schwefelsäurebehandlung, Lösemittelverfahren) sind mit Bezug auf die Höhe der R-Werte oder den tg des Steigungswinkels oder $\mu = R/P$ nicht zu erkennen. - Es scheint, dass die Streuung der R-Werte unabhängig von den Mineralschmierölen erheblich ist. - Zwischen den R-Werten bei Modell 1936 und 1941 und der Schmierung mit Mineralöl-Raffinaten besteht keine wünschenswerte Übereinstimmung. - Der Streubereich der erhaltenen Resultate ist, wie folgt, anzugeben:

| | | Belastung P, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | |
|--------------------|--|--|-------|------|------|------|------|------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| <u>Modell 1936</u> | | | | | | | | | |
| R, Mittelwert | | 5,56 | 14,75 | 25,3 | 36,0 | 51,8 | 56,0 | - | - |
| R-Minimum | | 2 | 9 | 15 | 26 | 32 | 41 | - | - |
| R-Maximum | | 10 | 21 | 36 | 55 | 80 | 74 | - | - |
| % Streuung | | 144% | 81% | 83% | 80% | 93% | 59% | - | - |
| <u>Modell 1941</u> | | | | | | | | | |
| R, Mittelwert | | 9,00 | 20,70 | 35,6 | 49,0 | 66,6 | 67,9 | 77,5 | 103 |
| R-Minimum | | 9 | 19 | 32 | 53 | 64 | 64 | 73 | 107 |
| R-Maximum | | 9 | 23 | 40 | 50 | 87 | 72 | 82 | 107 |
| % Streuung | | 0% | 19% | 22% | 26% | 50% | 12% | 12% | 7% |

- Zur Wertbestimmung von Mineralöl-Raffinaten genügt der gegenwärtige Feinbearbeitungszustand der Zwerglager durch Weindrehen und Schleifen noch nicht.

2. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe werden Fettöle und gefettete Mineralöle betrachtet, die sonst keine weiteren Zusätze erhalten haben.

000081

Oel Nr. 20 ist Klauenöl, Oel Nr. 21 ist Spermöl und die Oele Nr. 22 u. 23 sind rohe Rüböle. - Oel Nr. 18a ist ein Verschnitt von 97% Oel Nr. 18 mit 3% Rüböl, Oel Nr. 18b ein solcher mit 3% Rübölfettsäure. Die Oele 20-23 u. 18a, b wurden in der Almen-Wieland Maschine, Modell 1941 untersucht.

Die Oele Nr. 24-27 und 13a kamen im Modell 1936 in Erprobung; die Kennzahlen dieser Oele sind:

| Oel | Bezeichnung | Farbe | d/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|-----|------------------------------|-------|------|-------|-------|------|------|-----------|
| Nr. | | | | | | | | |
| 24 | Getriebeöl m. 3% Spermöl | | 10 | .925 | 1.517 | 200 | 20,8 | 2.69 3.78 |
| 25 | " m. 3% Spermöl | | 10 | .930 | 1.519 | 510 | 42,5 | 2.70 3.69 |
| 26 | " m. 4% Spermöl | | 10 | .927 | 1.518 | 445 | 40,0 | 2.49 3.59 |
| 27 | Aero-Shell S (1936) | | | .914 | - | 148 | 17,5 | 2.50 3.72 |
| 13a | Brightst. Nr. 13+15% Spermöl | | 8 | .904 | 1.500 | 124 | 19,2 | 1.76 3.23 |

2. Versuchsgruppe: Tabelle, Werte der Reibungskraft R (kg)

| Oel | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | | | |
| Modell 1941 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 6 | 14 | 23 | 33 | 41 | 59 | 57 | 65 | 73 | 81 | 95 | 109 | 122 | 135 | 142 | ... | ... | ... |
| 21 | 5 | 15 | 24 | 33 | 42 | 50 | 57 | 66 | 75 | 85 | 99 | 114 | 128 | 145 | 155 | ... | ... | ... |
| 22 | 10 | 17 | 25 | 34 | 42 | 50 | 57 | 64 | 72 | 78 | 92 | 102 | 112 | 122 | 135 | ... | ... | ... |
| 23 | 8 | 15 | 21 | 28 | 33 | 38 | 45 | 47 | 51 | 56 | 66 | 75 | 84 | 93 | 101 | ... | ... | ... |
| 18a | 6 | 16 | 25 | 34 | 43 | 52 | 61 | 71 | 81 | 95 | 125 | 165 | - | - | - | ... | ... | ... |
| 18b | 6 | 14 | 24 | 33 | 40 | 47 | 55 | 65 | 74 | 85 | 99 | - | - | - | - | ... | ... | ... |
| Modell 1936 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 2 | 10 | 28 | 45 | 59 | 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ... | ... | ... |
| 25 | 2 | 9 | 20 | 37 | 50 | 66 | 69 | 76 | 82 | 92 | - | - | - | - | - | ... | ... | ... |
| 26 | 3 | 8 | 27 | 53 | 78 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ... | ... | ... |
| 27 | 7 | 15 | 24 | 32 | 42 | 48 | 58 | 66 | 74 | 85 | 117 | - | - | - | - | ... | ... | ... |
| 13a | 3 | 12 | 22 | 32 | 42 | 50 | 59 | 63 | 75 | - | - | - | - | - | - | ... | ... | ... |

Anm. Belastungssteigerung nach je 30 Sekunden.

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 2: Die Filmfestigkeit der Fettöle ist eine hohe; auch steigen die R-Werte mit zunehmender Belastung viel weniger an, als bei den Mineralölen. - Bei den mit 3-4% gefetteten Mineralölen besteht in der Reibungsanzeige zwischen Modell 1936 und 1941 eine gewisse Uebereinstimmung, nicht aber im Grade der Belastbarkeit. - Während von den Fettölen 20-22 sich durch grosse Gleichartigkeit auszeichnen, liefert Oel Nr. 23 (rohes Rüböl) eine aussergewöhnlich niedrige Reibungsanzeige.

3. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe stehen die geschwefelten Mineralöle zur Betrachtung, und zwar a) Mineralöle mit natürlichem Schwefelgehalt, der meist wenig grenzflächenwirksam ist, b) mit künstlichem Schwefelzusatz ohne Fettölverschnitt und c) mit künstlichem Schwefelzusatz bei gleichzeitiger Fettölzugabe durch sog. "Faktis". - In dieser Versuchsgruppe stehen nur Ergebnisse mit Modell 1936 zur Verfügung. - Die Kennzahlen der untersuchten Oele sind:

| Oel | Bezeichnung | Farbe | d/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|-----|------------------------------|-------|------|-------|-------|------|------|-----------|
| Nr. | | | | | | | | |
| 28 | 1,9% S natürl., (An.P.80) | | 4 | .928 | 1.519 | 56 | 8,5 | 2.40 3.79 |
| 29 | 2,1% S natürl., (An.P.08) | | 3,5 | .932 | 1.521 | 24 | 4,4 | 2.90 4.12 |
| 30 | 2,5% S natürl., (VZ 0,35) | | 8 | .904 | 1.505 | 70 | 10,9 | 2.11 3.59 |
| 31 | 3,7% S natürl., (An.P.57) | | 7,5 | .930 | 1.516 | 11,5 | 2,8 | 2.73 4.16 |
| 13b | 0,5% lac sulf. in Oel Nr. 13 | | 8,5 | .911 | 1.507 | 440 | 42,4 | 2.28 3.47 |

| Oel Bezeichnung | Nr. | Farbe | d/20 | mD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|-------------------------------|-----|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| 30a Oel Nr.30 m.5%Rüböl | 7 | .897 | 1.497 | 58 | 10,1 | 1.87 | 3.45 | |
| 30b Oel Nr.30 m.5%Rübölfaktis | | .901 | 1.499 | 77 | 12,1 | 2.06 | 3.54 | |
| 32 Zyl.öl m.5%Rübölfaktis | 10 | .932 | 1.520 | 650 | 55,0 | 2.42 | 3.52 | |
| 33a 1,5%S nat.+ 3%Rizinusöl | | .900 | - | | 9,2 | 2,6 | 1.95 | 3.87 |
| 33b 1,5%S nat.+ 5%Tran | | .894 | - | | 9,5 | 2,7 | 1.98 | 3.88 |
| 33c 1,5%S nat.+1%Olein+5%Tran | | .895 | - | | 9,5 | 2,7 | 1.98 | 3.88 |
| 33d 1,5%S nat.+ 10%Tran | | .896 | - | | 9,5 | 2,7 | 1.98 | 3.88 |
| 34 2,1%S und 12%Rüböl (Hamig) | | .892 | - | | 11,3 | 3,1 | 1.76 | 3.70 |
| 35 Zylöl + 16%Rübölfaktis | 10 | .931 | 1.513 | 270 | 33,2 | 1.95 | 3.28 | |
| 13e Oel Nr.13 m.15% S-Spermdl | | .918 | 1.505 | 351 | 42,8 | 1.88 | 3.19 | |

5. Versuchsgruppe: Tabelle, Werte der Reibungskraft R (kg)

| Oel | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|--|
| Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | | | |
| 28 | 8 | 16 | 30 | 46 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 29 | 8 | 15 | 32 | 55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 30 | 4 | 14 | 34 | 50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 31 | 0 | 17 | 34 | 54 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 13b | 2 | 9 | 20 | 38 | 50 | 68 | 91 | 121 | 170 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 30a | 5 | 11 | 21 | 36 | 42 | 52 | 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 30b | 3 | 10 | 32 | 46 | 52 | 66 | 76 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 32 | 2 | 18 | 31 | 45 | 58 | 69 | 82 | 99 | 115 | 132 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 33a | 4 | 10 | 19 | 29 | 36 | 46 | 63 | 78 | 91 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 33b | 5 | 12 | 21 | 30 | 38 | 45 | 60 | 79 | 99 | 130 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 33c | 5 | 19 | 33 | 53 | 74 | 95 | 108 | 119 | 135 | 157 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 33d | 5 | 19 | 31 | 45 | 58 | 69 | 83 | 97 | 112 | 132 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 34 | 4 | 12 | 28 | 40 | 48 | 59 | 69 | 80 | 89 | 96 | 113 | 172 | - | - | - | - | - | |
| 35 | 5 | 12 | 29 | 42 | 68 | 73 | 88 | 99 | 109 | 117 | 132 | 147 | 167 | 190 | - | - | - | |
| 13e | 2 | 8 | 14 | 32 | 32 | 48 | 57 | 69 | 80 | 93 | 126 | 150 | 160 | - | - | - | - | |

Anm. Belastungsteigerung nach je 30 Sekunden.

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 3: Von den von Natur auf schwefelreichen Mineralölen hat man sich lange Zeit besondere Grenzflächenwirksamkeit und damit Schmierfähigkeit erwartet. Mittelt man die Ergebnisse der Oele Nr. 28-31 und vergleicht sie mit den Querschnittswerten der Kohlenwasserstofföle von Versuchsgruppe 1 so ergibt sich folgendes Bild:

Belastung P, Zahl der Plattengewichte
 . 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6

Mineralöle d. Versuchsgruppe 1 5,56 14,75 25,30 36,00 51,80 56,00

Mineralöle, mit natürlichem S-Gehalt 6,50 15,50 32,50 51,00 - -

Die Filmfestigkeit der Mineralöle mit natürlichem Schwefelgehalt ist offensichtlich mit 4 Plattengewichten Belastbarkeit geringer als die der Mineralöle von Versuchsgruppe 1; umgekehrt steigt bei den schwefelreichen Mineralölen die Reibungsanzeige wesentlich stärker, und dies könnte seinen Grund in der Natur dieser Oele haben, andererseits aber auch damit erklärt werden können, dass die S-reichen Oele einerseits durch hohe Werte für d und mD, andererseits durch ungünstige Werte für m (Viskosität) charakterisiert sind. Sicher ist, dass in diesen Oelen der Schwefel nicht in der grenzflächenwirksamen Form vorliegt.

Die geringe Fetzung Naturschwefel-hältiger Mineralöle, wie sie in Nr. 30a, b und 33a-e dargestellt ist, wirkt sich nicht nur in der Schmierfilm-Belastbarkeit, sondern auch in einer Verminderung der Reibungswerte sehr günstig aus, so zwar, dass die Ergebnisse hierbei nicht hinter denen zurückbleiben, wo Mineralöl mit aktivem Rübölfaktis verschnitten ist. - Ein beachtliches Ergebnis zeigt auch Versuch Nr. 13b, wobei Mineralöl Nr. 13 mit 0,5% Schwefelmilch(lac sulfuris) kombiniert ist.

4. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe ist die Wirkung geringer Mengen organischer Phosphor-Verbindungen auf Mineralöle dargestellt. Die Kennzahlen der untersuchten Öle sind:

| Öl Bezeichnung | Farbe | d/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|--|-------|-------|-------|------|------|------|---|
| 36 Nitrobenzol-Raff. mit 1% Trikresylphosphat | .887 | 1.491 | 105 | 15,2 | 2.07 | 3.51 | |
| 37 " " | .881 | 1.488 | 60 | 10,4 | 1.93 | 3.48 | |
| 38 _a Kogacindl ohne - | .855 | - | 65 | 10,7 | 1.93 | 3.48 | |
| 38 _p " m. 1% Trikresylphosphat | .855 | - | 65 | 10,7 | 1.93 | 3.48 | |
| 39 Schwefelsäure-Raff. mit 1% Trikresylphosphat | .877 | 1.487 | 29 | 5,9 | 1.94 | 3.62 | |
| 40 Nitrobenzol-Raff. mit 1% Trikresylphosphat | .886 | 1.492 | 65 | 11,6 | 1.79 | 3.36 | |
| 1a Öl Nr. 1 m. 12% Lecithin | - | - | - | - | - | - | - |
| 4a Öl Nr. 3 m. 3% Trikresylph. | .904 | 1.501 | 57 | 8,6 | 2.50 | 3.83 | |
| 4b " mit 3% Triphenylph. | .904 | 1.501 | 57 | 8,6 | 2.50 | 3.83 | |
| 18c Öl Nr. 18 m. 3% Trikresylph. | - | - | - | - | - | - | - |
| 18d Öl Nr. 18 m. 5% Paraffin und 1% Trikresylphosphat. | - | - | - | - | - | - | - |

4. Versuchsgruppe: Tabelle, Werte der Reibungskraft R (kg)

| Öl | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|
| | Nr. 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | | | | | |
| Modell 1936 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | 2 | 8 | 16 | 26 | 34 | 43 | 53 | 61 | 73 | 84 | 122 | 144 | 162 | 192 | 220 | | | | | |
| 37 | 6 | 15 | 23 | 33 | 42 | 48 | 57 | 66 | 74 | 82 | 94 | 118 | 140 | 172 | 238 | | | | | |
| 38 _a | 3 | 12 | 28 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | |
| 38 _p | 2 | 12 | 27 | 41 | 58 | 72 | 85 | 95 | 105 | 115 | 137 | 158 | - | - | - | | | | | |
| 39 | 3 | 8 | 17 | 29 | 39 | 49 | 59 | 67 | 74 | 80 | 97 | 120 | 135 | 150 | 178 | | | | | |
| 40 | 3 | 11 | 23 | 34 | 43 | 53 | 65 | 77 | 88 | 100 | 119 | 148 | - | - | - | | | | | |
| 40 | 3 | 10 | 22 | 36 | 45 | 54 | 65 | 75 | 84 | 95 | 115 | 126 | 140 | - | - | | | | | |
| 1a | 6 | 10 | 17 | 25 | 33 | 40 | 45 | 53 | 59 | 72 | 82 | 88 | 106 | 103 | 114 | | | | | |
| 4a | 9 | 17 | 28 | 38 | 48 | 50 | 60 | 74 | 97 | 126 | 154 | - | - | - | - | | | | | |
| 4b | 6 | 8 | 16 | 28 | 45 | 60 | 72 | 88 | 105 | 124 | 156 | 190 | - | - | - | | | | | |
| Modell 1941 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18c | 8 | 19 | 29 | 39 | 46 | 55 | 64 | 72 | 81 | 89 | 104 | 120 | 135 | 151 | 175 | | | | | |
| 18d | 10 | 19 | 26 | 35 | 46 | 57 | 71 | 84 | 97 | 110 | 134 | 165 | 200 | - | - | | | | | |

Ann. Belastungssteigerung nach je 30 Sekunden.

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 4. Der Zusatz geringer Mengen Trikresylphosphat zu Mineralölen erhöht deren Filmbelastbarkeit in der Almen-Wieland-Ölprüfmaschine ausserordentlich. Die Reibungsanzeige bleibt deutlich unter derjenigen gefetteter, schwefelhaltiger Öle und hält sich auf der Höhe leichtgefetteter Mineralöle der Versuchsgruppe 2. Auffallend sind die niederen R-Werte bei Versuch Nr. 1a mit 12% Sojalecithin technisch, welches erfahrungsgemäss neben 20-30% Lecithin 80-70% Sojadl enthält. - Es scheint nützlich zu sein, Aktivzusätze wie S und P mit geringen Fettzusätzen zu Mineralöl zu kombinieren.

Fettölmengen zu verschneiden.

5. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe wird die Wirkung chlorierter Produkte auf Mineralöle beobachtet.

Die Kennzahlen der untersuchten Öle sind:

| Öl Bezeichnung | Farbe | d/20 | nd/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|--|-------|------|-------|------|------|------|------|
| Nr. | | | | | | | |
| 4e Öl Nr. 4 + 3% Dichlor-
ölsäureäthylester | | .904 | 1.501 | 57 | 8,6 | 2.50 | 3.83 |
| 41 Chlor, Spindelöl BG/H 10 | 10 | - | 1.509 | 18,9 | 3,7 | 2.93 | 4.15 |
| 41a - Aceton-Raff. v. Öl Nr. 41 | 10 | - | 1.502 | 13,8 | 3,2 | 2.29 | 3.96 |
| 41b - Aceton-Extr. v. Öl Nr. 41 | 10 | - | 1.524 | 29,2 | 4,6 | 3.71 | 4.30 |
| 17a Öl Nr. 17 + 10% a-Chlornaphtalin | - | - | - | - | - | - | - |
| 17b " + 10% Chlorthymol | - | - | - | - | - | - | - |
| 17c " + 10% Trichlorphenol | - | - | - | - | - | - | - |
| 18e Öl Nr. 18 + 3% C ₄ Cl ₆ | - | - | - | - | - | - | - |
| 18f " + 3% Chlor, Diphenyl | - | - | - | - | - | - | - |
| 18g " + 3% C ₄ Cl ₆ | - | - | - | - | - | - | - |
| 18h " + 6% C ₄ Cl ₆ | - | - | - | - | - | - | - |
| 18i " + 12% C ₄ Cl ₆ | - | - | - | - | - | - | - |
| 42 4,5E/50 + 2,5% Ceresin + 2,5%
Chlornaphtalin | | .904 | - | 20,0 | 4,5 | 2.25 | 3.80 |
| 43 Synth. Öl m. 2% Dichloräthy-
len + 3% C ₄ Cl ₆ | 1 | .885 | - | 5,0 | 2,1 | 1.70 | 3.70 |

5. Versuchsgruppe: Tabelle, Werte d. Reibungskraft R (kg)

| Öl | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | |
| Modell 1936 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4e | 5 | 8 | 14 | 26 | 38 | 52 | 64 | 75 | 85 | 100 | 118 | 147 | 168 | - | - | |
| 41 | 0 | 4 | 16 | 19 | 27 | 39 | 40 | 50 | 63 | 55 | 66 | 85 | 92 | + | + | |
| 41a | 0 | 2 | 5 | 8 | 20 | 23 | 38 | 50 | 57 | 65 | 92 | 108 | 121 | 149 | 160 | |
| 41b | 0 | 1 | 5 | 9 | 22 | 28 | 36 | 50 | 53 | 67 | 84 | 105 | 122 | 165 | 182 | |
| Modell 1937 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | 11 | 22 | 32 | 44 | 60 | 67 | 85 | 82 | 102 | 108 | 125 | 147 | 170 | 170 | 172 | |
| Modell 1941 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17a | 10 | 18 | 29 | 40 | 50 | 61 | 72 | 83 | 92 | 103 | 130 | 180 | - | - | - | |
| 17b | 11 | 21 | 32 | 43 | 53 | 63 | 74 | 85 | 96 | 109 | 147 | 195 | 220 | + | + | |
| 17c | 7 | 12 | 19 | 36 | 40 | 50 | 61 | 72 | 85 | 96 | 117 | 138 | 161 | 183 | 206 | |
| 18e | 9 | 20 | 30 | 40 | 50 | 59 | 68 | 76 | 83 | 90 | 108 | 130 | 156 | 195 | 250 | |
| 18f | 6 | 16 | 26 | 35 | 44 | 53 | 63 | 72 | 81 | 90 | 115 | 149 | 220 | 250 | + | |
| 18g | 5 | 18 | 35 | 49 | 63 | 76 | 88 | 99 | 110 | 122 | 153 | 200 | - | - | - | |
| 18h | 7 | 20 | 36 | 52 | 69 | 82 | 94 | 105 | 117 | 129 | 157 | 210 | 250 | - | - | |
| 18i | 7 | 20 | 35 | 52 | 68 | 81 | 92 | 103 | 115 | 126 | 147 | 170 | 196 | 219 | 250 | |
| 42 | 13 | 29 | 45 | 59 | 70 | 73 | 83 | 93 | 103 | 116 | 152 | - | - | - | - | |
| 43 | 3 | 10 | 31 | 45 | 58 | 71 | 83 | 94 | 104 | 115 | 137 | 163 | 205 | - | - | |

Ann. Belastungssteigerung nach je 30 Sekunden

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 5. Organische Chlorverbindungen der mannigfaltigsten Art haben ihre unverkennbare Grenzflächenwirkung, was die Erhöhung der Filmfestigkeit von Mineralölen betrifft. - Die Reibungsanzeigen der einzelnen Modelle der Almenvieland-Ölprüfmaschine zeigen erhebliche Abweichungen; allerdings scheint bei den Modellen 1937 und 1941 unterlassen worden zu sein, die Reibungsanzeige im Leerlauf der Prüfmaschine auf den Nullpunkt einzustellen. - Nachstehend sind für das Modell 1941 die Querschnitts-Reibungswerte für reine Mineralöle (Versuchsgruppe 1), Fettöle und gefettete Mineralöle (Versuchsgruppe 2), P-hältige Mineralöle (Versuchsgruppe 4) und Cl-hältige

ge Mineralöle (Versuchsgruppe 5) verglichen:

| Mittelwerte von R | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | | | | | | |
| Mineralöle | 9 | 21 | 36 | 49 | 67 | 68 | 78 | 103 | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| Fettöle | 7 | 15 | 23 | 32 | 40 | 49 | 53 | 61 | 68 | 74 | 88 | 100 | 112 | + | | | | | |
| Gefettete Mineralöle | 6 | 15 | 25 | 34 | 42 | 50 | 58 | 68 | 78 | 88 | 110 | 165 | - | | | | | | |
| P-hältige Öle | 9 | 19 | 27 | 37 | 46 | 56 | 68 | 78 | 89 | 100 | 119 | 144 | 167 | - | | | | | |
| Cl- " | 8 | 19 | 32 | 45 | 57 | 67 | 78 | 88 | 99 | 110 | 136 | 171 | 215 | - | | | | | |

Aus dieser Aufstellung erkennt man, dass hochaktive, chemische Zusätze (P-, Cl-Verbindungen usw.) die Filmfestigkeit der Mineralöle in der Almen-Wieland Maschine wohl sehr stark erhöhen, dass aber dadurch die Schmierfähigkeit der Fettöle und gefetteten Mineralöle zufolge der Reibungsanzeige nicht erreicht wird, soferne man die Schmierfähigkeit als das Reziprokom der Reibungswerte betrachten will.

6. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe sollen Mehrfach-Verbundöle untersucht werden d.h. solche Öle, die zwei und mehr der bereits genannten "Hochdruckzusätze" enthalten.

Die Kennzahlen der untersuchten Öle sind:

| Öl | Bezeichnung | Farbe | d/20 | mD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|-----|--|-------|------|-------|------|------|------|------|
| Nr. | | | | | | | | |
| 44 | Schneidöl (HM) mit S u. Cl | .898 | - | 10 | 2,8 | 1.82 | 3.77 | |
| 45 | " (CFO) mit S u. X, VZ <1 | 10 | - | 1.511 | 11,6 | 2,86 | 2.43 | 4.05 |
| 45a | - Aceton-Raff. v. Öl Nr. 45 | 10 | - | 1.502 | 10,9 | 2,76 | 2.34 | 4.02 |
| 45b | - Aceton-Extr. v. Öl Nr. 45 | 10 | - | 1.540 | 11,0 | 2,56 | 3.57 | 4.38 |
| 46 | Schneidöl (CFO), S u. Cl | 10 | - | 1.513 | 8,7 | 2,47 | 2.20 | 4.01 |
| 46a | - Aceton-Raff. v. Öl Nr. 46 | 10 | - | 1.504 | 8,2 | 2,44 | 1.96 | 3.90 |
| 46b | - Aceton-Extr. v. Öl Nr. 46 | 10 | - | 1.541 | 9,7 | 2,51 | 2.71 | 4.18 |
| 17d | Öl Nr. 17+10% Trichlorphenol+ | | | | | | | |
| | 1% Trikresylphosphat | | | | | | | |
| 17e | Öl Nr. 17+ je 0,8% Faktis, Chlor- | | | | | | | |
| | naphthalin, Paraffin u. Trikresyl- | | | | | | | |
| | phosphat | | | | | | | |
| 17f | Öl Nr. 17+ je 1% der Zusätze | | | | | | | |
| | wie b. Nr. 17e | | | | | | | |
| 18k | Öl Nr. 18+ je 0,8% der Zusätze | | | | | | | |
| | wie b. Nr. 17e | | | | | | | |
| 18l | Öl Nr. 18+2% Chlor. Ceresin | | | | | | | |
| | +1% Trikresylphosphat | | | | | | | |
| 18m | Öl Nr. 18+2% Chlor. E-Wachs | | | | | | | |
| | +1% Trikresylphosphat | | | | | | | |
| 18n | Öl Nr. 18+3% Chlor. E-Wachs | | | | | | | |
| | +1% Trikresylphosphat | | | | | | | |
| 18o | Öl Nr. 18+10% Chlor. E-Wachs | | | | | | | |
| | +1% Trikresylphosphat | | | | | | | |
| 18p | Öl Nr. 18+3% Faktis+3% Chlor. | | | | | | | |
| | E-Wachs+1% Trikresylphosphat | | | | | | | |
| 18q | Öl Nr. 18+3% Faktis+3% C ₄ Cl ₂ +2% | | | | | | | |
| | C ₂ H ₂ Cl ₂ +0,25% Trikresylphosphat | | | | | | | |
| 18r | Öl Nr. 18+ Zusätze wie b. 18q, | | | | | | | |
| | aber 0,5% Trikresylphosphat | | | | | | | |
| 18s | Öl Nr. 18+1,5% Faktis+1,5% C ₄ Cl ₂ | | | | | | | |
| | +1% C ₂ H ₂ Cl ₂ +0,25% Trikresylph. | | | | | | | |

| Oel Nr. | Bezeichnung | Farbe | d/20 | mD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|---------|---|-------|------|-------|------|------|----|---|
| 18t | Oel Nr.18+3%chlor.E+Wachs+
6%C4Cl6+2%C2H2Cl2+0,5%Tri-
kresylphosphat | - | - | - | - | - | - | - |
| 18u | Oel Nr.18+ die Hälfte der Zu-
sätze wie b.18t | - | - | - | - | - | - | - |
| 42a | 4,5E/50 mit+ je 1% Faktis,Pa-
raflow,Cl-Naphtalin u.Tri-
kresylphosphat | - | - | - | - | - | - | - |
| 47a | Solar-Red + je 1% Faktis,Pa-
raflow,Cl-Napht.u.Trikresyl-
phosphat | - | - | - | - | - | - | - |
| 47b | Solar Red + je 0,5% des Zu-
sätze wie b.42a u.47a | - | - | - | - | - | - | - |
| 48a | 5,5E/20 + 3%Faktis+5%C4Cl6+
2%C2H2Cl2 | - | - | - | - | - | - | - |
| 48b | 5,5E/20 +3%Faktis+3%C4Cl6+
2%C2H2Cl2+1%Tri-kresylph. | - | - | - | - | - | - | - |

6. Versuchsgruppe: Tabelle, Werte der Reibungskraft R (kg)

| Oel Nr. | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|--|--|--|--|
| Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | | | | | |
| <u>Modell 1936</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | 5 | 13 | 22 | 33 | 42 | 48 | 68 | 93 | 125 | 136 | 170 | - | - | - | - | | | | | |
| 45 | 0 | 1 | 3 | 12 | 21 | 24 | 41 | 48 | 63 | 84 | 109 | - | - | - | - | | | | | |
| 45a | 0 | 1 | 9 | 16 | 28 | 33 | 45 | 54 | 61 | 80 | 103 | 220 | - | - | - | | | | | |
| 45b | 3 | 12 | 15 | 18 | 28 | 34 | 50 | 57 | 73 | 88 | 107 | - | - | - | - | | | | | |
| 46 | 0 | 2 | 4 | 5 | 26 | 27 | 42 | 45 | 70 | 77 | 98 | 128 | 166 | + | + | | | | | |
| 46a | 0 | 2 | 5 | 9 | 23 | 36 | 55 | 61 | 76 | 91 | 126 | 144 | 168 | 190 | 231 | | | | | |
| 46b | 0 | 2 | 5 | 8 | 20 | 31 | 43 | 52 | 64 | 68 | 84 | 102 | 125 | 142 | 172+ | | | | | |
| <u>Modell 1941</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17d | 7 | 13 | 24 | 35 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 107 | 130 | 150 | 171 | 190 | 211+ | | | | | |
| 17e | 13 | 28 | 42 | 55 | 70 | 83 | 94 | 105 | 116 | 122 | 143 | 164 | 181 | 201 | 240+ | | | | | |
| 17f | 12 | 25 | 37 | 50 | 63 | 75 | 81 | 82 | 90 | 98 | 119 | 137 | 153 | 168 | 182+ | | | | | |
| 18k | 10 | 25 | 39 | 54 | 68 | 81 | 92 | 102 | 109 | 118 | 138 | 158 | 172 | 186 | 196+ | | | | | |
| 18l | 7 | 19 | 33 | 45 | 56 | 70 | 81 | 91 | 102 | 115 | 141 | 168 | 207 | 238 | - | | | | | |
| 18m | 7 | 17 | 30 | 44 | 56 | 69 | 81 | 91 | 101 | 111 | 135 | 158 | 185 | 206 | 212+ | | | | | |
| 18n | 5 | 15 | 29 | 40 | 53 | 66 | 79 | 90 | 101 | 111 | 132 | 151 | 172 | 200 | 250- | | | | | |
| 18o | 4 | 15 | 30 | 42 | 53 | 64 | 75 | 85 | 92 | 100 | 116 | 130 | 144 | 157 | 165+ | | | | | |
| 18p | 6 | 20 | 35 | 48 | 61 | 74 | 86 | 98 | 110 | 123 | 155 | 193 | 217 | 220 | 220+ | | | | | |
| 18q | 6 | 15 | 28 | 42 | 54 | 67 | 82 | 95 | 106 | 118 | 140 | 159 | 183 | 218 | 233+ | | | | | |
| 18r | 3 | 15 | 32 | 46 | 60 | 73 | 86 | 98 | 110 | 121 | 145 | 170 | 202 | 225 | 240+ | | | | | |
| 18s | 6 | 19 | 33 | 46 | 59 | 71 | 83 | 94 | 105 | 116 | 139 | 162 | 197 | 226 | 237+ | | | | | |
| 18t | 5 | 15 | 29 | 41 | 52 | 63 | 73 | 83 | 93 | 101 | 119 | 133 | 150 | 166 | 178+ | | | | | |
| 18u | 2 | 14 | 26 | 39 | 50 | 63 | 75 | 85 | 93 | 101 | 118 | 132 | 149 | 173 | 225+ | | | | | |
| 42a | 9 | 25 | 38 | 51 | 63 | 73 | 86 | 96 | 103 | 113 | 129 | 140 | 154 | 174 | 200+ | | | | | |
| 47a | 5 | 7 | 12 | 33 | 41 | 51 | 61 | 72 | 82 | 92 | 112 | 130 | 144 | 163 | 183+ | | | | | |
| 47b | 4 | 6 | 14 | 23 | 35 | 44 | 52 | 62 | 73 | 83 | 93 | 113 | 135 | 161 | 177+ | | | | | |
| 48a | 6 | 18 | 31 | 43 | 56 | 68 | 80 | 91 | 101 | 111 | 131 | 146 | 161 | 174 | 189+ | | | | | |
| 48b | 6 | 19 | 34 | 48 | 62 | 75 | 88 | 101 | 113 | 126 | 151 | 177 | 216 | 239 | - | | | | | |
| <u>Modell 1937</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 13 | 24 | 36 | 47 | 59 | 64 | 82 | 89 | 105 | 125 | - | - | - | - | - | | | | | |
| 46 | 11 | 22 | 33 | 48 | 61 | 67 | 85 | 90 | 98 | 120 | 134 | 161 | 183 | 198 | - | | | | | |

Anm. Belastungssteigerung nach je 30 Sekunden

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 6. Bei Oel Nr.45 und 46 ergibt sich bei den Modellen 1936 und 1937 der Almen-Wieland-Oelprüfmaschine wohl Uebereinstimmung hinsichtlich der Film-Belastbarkeit, nicht aber bezüglich der Reibungsanzeige. - Die Aceton-

behandlung bei derart aktivierten Öelen wirkt nicht selektiv, denn die sog. "Hochdruckzusätze" verteilen sich auf Lösemittel-Raffinat und Extrakt nahezu gleicherweise. - Die Almen-Wie-land-Öelprüfmaschine, Modell 1941, liefert relativ gut reproduzierbare Werte. Mittelt man die Ergebnisse in dieser Versuchsgruppe mit Modell 1941, wobei es sich vorwiegend um chlorierte, fellweise auch P-hältige, jedenfalls aber fettfreie Öelverschnitte handelt, und vergleicht sie mit den Querschnitten von R für Cl-hältige Öele, vgl. Seite 7, so ergibt sich gute Übereinstimmung:

| Öele | Belastung P, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| mit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | |
| Cl+P | 6 | 17 | 30 | 48 | 56 | 68 | 79 | 90 | 100 | 110 | 125 | 152 | 173 | 194 | 208 | |
| Cl | 8 | 19 | 32 | 45 | 57 | 67 | 78 | 88 | 99 | 110 | 136 | 171 | 215 | - | - | |

7. Versuchsgruppe

Hier sind einige Verbundöle verschiedenartigster Zusammensetzung beschrieben, die nicht Anspruch erheben wollen, durchaus "Hochdruckschmiermittel" zu sein. Die Kennzahlen der Öele sind:

| Öel | Bezeichnung | Fa | rbcd/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|-----|--|------|---------|-------|------|------|------|------|
| Nr. | | | | | | | | |
| 49 | Vacuum-Stossdämpferöl | - | - | - | 3,6 | 1,6 | - | - |
| 49e | " " ,graphitisiert | 10 | - | - | 3,6 | 1,6 | - | - |
| 50 | K-15 mit Al-esterat | 10 | .916 | - | 465 | 47,0 | 2.12 | 3.36 |
| 51a | 3E/50 raff.+3%Oppanol | - | - | - | - | - | - | - |
| 51b | " " +2%Gummi-Crepe | - | - | - | - | - | - | - |
| 51c | " " +3%Kolophonum | - | - | - | - | - | - | - |
| 51d | " " +1%Butylrizinolet | - | - | - | - | - | - | - |
| 51e | " " +3% " | - | - | - | - | - | - | - |
| 51f | " " +3%Schmelzfaktis | - | - | - | - | - | - | - |
| 51g | " " +5% " | - | - | - | - | - | - | - |
| 51o | " " ohne Zusatz | .903 | - | - | 16,6 | 3,4 | 1.88 | 3.75 |
| 5a | Öel Nr.5 + 1%Dibutylphtalat | .867 | 1.481 | 10,5 | 3,0 | 1.61 | 3.61 | |
| 5b | " +0,5%Dibutylphtalat+
0,5%Trikreylphosphet | .867 | 1.481 | 10,5 | 3,0 | 1.61 | 3.61 | |
| 5c | " + 3% Dibutylphtalat | - | - | - | - | - | - | - |
| 18v | Öel Nr.18+3%Montenwachs, roh | .890 | - | - | 6,8 | 2,5 | - | 3.40 |
| 18w | " +3% " ,getleicht | .890 | - | - | 6,8 | 2,5 | - | 3.40 |
| 18x | " +3% " ,doppelt " | .890 | - | - | 6,8 | 2,5 | - | 3.40 |
| 18y | " +5% Paraflow | - | - | - | - | - | - | - |
| 17g | Öel Nr.17 + 1%Paraflow | - | - | - | - | - | - | - |
| 17h | " + 5% " | - | - | - | - | - | - | - |
| 17i | " + 5% Benzaldehyd | - | - | - | - | - | - | - |

7. Versuchsgruppe, Tabelle: Werte der Reibungskraft R (kg)

| Öel | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | |
| Modell 1936 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 5 | 8 | 11 | 19 | 26 | 36 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 49a | 2 | 5 | 9 | 17 | 26 | 37 | 50 | 72 | 86 | - | - | - | - | - | - | |
| 50 | 5 | 12 | 18 | 32 | 46 | 52 | 60 | 68 | 82 | - | - | - | - | - | - | |

| Oel | | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----|---|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|---|---|--|
| Nr. | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | | | |
| Modell 1936 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51a | 3 | 12 | 24 | 38 | 53 | 55 | 77 | 83 | 103 | 106 | 140 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51b | 4 | 10 | 20 | 34 | 45 | 57 | 82 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51c | 5 | 14 | 27 | 35 | 45 | 54 | 64 | 84 | 104 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51d | 9 | 17 | 33 | 50 | 60 | 70 | 82 | 120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51e | 5 | 22 | 40 | 50 | 64 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51f | 5 | 13 | 27 | 40 | 57 | 68 | 82 | 90 | 102 | 120 | 144 | 174 | 184 | 194 | - | - | - | - | |
| 51g | 1 | 9 | 23 | 38 | 55 | 70 | 83 | 95 | 112 | 118 | 161 | 185 | 175 | 184 | - | - | - | - | |
| 51o | 10 | 24 | 37 | 53 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51a | 4 | 12 | 23 | 35 | 48 | 60 | 75 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51b | 2 | 10 | 21 | 33 | 44 | 56 | 69 | 84 | 95 | 110 | 127 | 147 | 175 | - | - | - | - | - | |
| 51c | 3 | 11 | 20 | 30 | 40 | 49 | 59 | 66 | 74 | 84 | 102 | 128 | 163 | - | - | - | - | - | |
| Modell 1941 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18v | 8 | 20 | 30 | 38 | 45 | 56 | 60 | 68 | 76 | 84 | 98 | 116 | 126 | 146 | - | - | - | - | |
| 18w | 6 | 15 | 24 | 33 | 45 | 58 | 69 | 74 | 80 | 86 | 102 | 126 | - | - | - | - | - | - | |
| 18x | 6 | 15 | 25 | 34 | 42 | 50 | 60 | 69 | 76 | 83 | 96 | 111 | - | - | - | - | - | - | |
| 18y | 11 | 18 | 29 | 39 | 51 | 65 | 79 | 89 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 17g | 13 | 26 | 41 | 56 | 70 | 81 | 90 | 92 | 98 | 107 | 129 | 155 | - | - | - | - | - | - | |
| 17h | 12 | 26 | 40 | 55 | 68 | 79 | 88 | 95 | 97 | 102 | 122 | 147 | - | - | - | - | - | - | |
| 17i | 13 | 26 | 40 | 54 | 65 | 70 | 82 | 91 | 100 | 110 | 133 | 160 | - | - | - | - | - | - | |

Ann. Belastungssteigerung nach je 30 Sekunden.

8. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe werden einige handelsübliche Hochdrucköle, Getriebeöle, Schneidöle u. ähnlichen dargestellt. Die Kennzahlen der Öle sind:

| Oel Nr. | Art | Marke | Farbe | d/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|---------|-----------------------------|--------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| 52 | Getriebeöl handelsüblich | | 10 | .930 | 1.523 | 340 | 36,0 | 2.16 | 3.42 |
| 53 | " Motanol(1938)VZ7 | | 10 | .910 | 1.505 | 250 | 28,8 | 2.13 | 3.44 |
| 54 | " Hamig(1938)VZ 6 | | 10 | .915 | 1.510 | 186 | 25,2 | 1.92 | 3.31 |
| 55 | " Dentoline K(1938)VZ5 | | 10 | .941 | 1.518 | - | 60,0 | 3.50 | 3.96 |
| 56 | " Dentol extra(1937) | | | .894 | - | 95 | 15,1 | 1.88 | 3.38 |
| 57 | " Vac.Mobil-Comp.3(HD) | | | .935 | - | 110 | 16,1 | 1.98 | 3.43 |
| 58 | " S&M 15(ohne Trikr.esylph) | | | | | | | | |
| | | VZ 9 | | - | 1.519 | 280 | 26,0 | 2.81 | 3.80 |
| 58a | " S&M 15(mit Trikr.) | VZ 7 | | - | 1.519 | 280 | 26,0 | 2.81 | 3.80 |
| 59 | " S&M 25(ohne ") | VZ 8,5 | | - | 1.519 | 376 | 33,0 | 2.84 | 3.78 |
| 60 | Toppedöl HD (VZ 1,7) | | 7 | .910 | 1.507 | 126 | 15,0 | 2.05 | 3.80 |
| 61 | Einfuhröl Esolub(VZ 3,9) | | | .870 | - | 22 | 5,2 | 1.55 | 3.36 |
| 62 | " Firstoline(VZ 2,4) | | | .898 | - | 58 | 9,0 | 2.36 | 3.77 |
| 63 | Schneidöl G&S (VZ 1,9) | | 3,5 | .918 | 1.511 | 7,5 | 2,3 | 2.35 | 4.11 |
| 64 | " S&M 42-A (VZ 8) | | | - | 1.497 | 7,5 | 2,3 | 2.25 | 4.06 |
| 65 | " S&M 44-A (VZ 34,S) | | | - | 1.498 | 13,0 | 3,2 | 1.65 | 3.61 |
| 66 | " S&M 44-B (VZ 18) | | | - | 1.501 | 9,5 | 2,7 | 2.02 | 3.90 |
| 67 | " S&M 44-extra(VZ 25) | | | - | 1.497 | 13,0 | 3,2 | 1.65 | 3.61 |
| 68 | " S&M M-02(VZ 13) | | | - | 1.503 | 9,2 | 2,6 | 1.91 | 3.85 |
| 69 | " Houghten HD 4E/50 NZ | 0,4 | .955 | - | - | 19,4 | 4,4 | 1.88 | 3.72 |
| 70 | " " 3 (NZ 1,4) | | .937 | - | - | 18,0 | 3,6 | 3.07 | 4.19 |
| 71 | " " 6 (NZ 1,5) | | .943 | - | - | 27,0 | 5,0 | 2.30 | 3.85 |
| 72 | " " T8 (NZ 0,2) | | .904 | - | - | 55,0 | 8,8 | 2.17 | 3.67 |
| 73 | Schneidöl Optimol Beta | | 4 | .898 | - | 7,0 | 2,3 | 1.82 | 3.80 |
| 74 | " Gasolin K(1940) | | 5 | .875 | - | 6,6 | 2,1 | - | 3.90 |
| 75 | " " K(1943) | | 8 | .890 | - | 6,0 | 2,1 | - | - |
| 76 | " " K-25 | | | - | - | - | - | - | - |

| Oel Nr. | Art | Marke | Farbe | d/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m |
|---------|-----------|---------------------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| 77 | Schneidöl | Wiaura AK 1526 | 8 | .910 | - | 15,2 | 3,5 | 220 | 3.90 |
| 78 | " | " AK 1526M | 8 | .912 | - | 19,2 | 4,1 | 2.10 | 3.80 |
| 79 | " | Shell MB 22 | 8 | .928 | - | 30,0 | 5,5 | 2.20 | 3.80 |
| 80 | " | Vacuum Sultron AX 7 | 7 | .904 | - | 16,0 | 3,8 | 1.90 | 3.70 |
| 81 | Schleiföl | Shell MC 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| 82 | " | Shell 1254 | 7 | .908 | - | 10,0 | 2,5 | 2.80 | 4.20 |

8. Versuchsgruppe, Tabelle: Werte der Reibungskraft R (kg)

| Oel Nr. | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| <u>Modell 1936</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 5 | 18 | 31 | 40 | 48 | 57 | 64 | 80 | - | - | - | - | - | - | - |
| 53 | 5 | 12 | 25 | 40 | 50 | 58 | 67 | 80 | - | - | - | - | - | - | - |
| 54 | 6 | 19 | 32 | 48 | 60 | 70 | 78 | 85 | - | - | - | - | - | - | - |
| 55 | 2 | 5 | 19 | 32 | 42 | 50 | 58 | 65 | 73 | 82 | - | - | - | - | - |
| 56 | 7 | 22 | 37 | 54 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 57 | 3 | 11 | 20 | 36 | 46 | 70 | 85 | 133 | 151 | 166 | 163 | 196 | - | - | - |
| 58 | 3 | 8 | 22 | 43 | 53 | 60 | 70 | 80 | 100 | - | - | - | - | - | - |
| 58a | 2 | 6 | 12 | 23 | 37 | 42 | 55 | 65 | 76 | 85 | 107 | 138 | - | - | - |
| 59 | 2 | 6 | 10 | 25 | 46 | 58 | 77 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 60 | 3 | 9 | 14 | 31 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 61 | 3 | 12 | 23 | 32 | 44 | 56 | 66 | 78 | 85 | 94 | 107 | 130 | - | - | - |
| 62 | 2 | 10 | 22 | 34 | 48 | 60 | 75 | 89 | 99 | 108 | 135 | 149 | 181 | 220 | + |
| 63 | 9 | 12 | 20 | 30 | 41 | 55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 64 | 5 | 9 | 18 | 28 | 35 | 50 | 56 | 71 | 82 | 88 | - | - | - | - | - |
| 65 | 6 | 12 | 23 | 35 | 44 | 55 | 65 | 80 | 91 | 110 | 130 | 155 | 178 | - | - |
| 66 | 3 | 8 | 15 | 27 | 40 | 51 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 67 | 5 | 8 | 18 | 27 | 39 | 45 | 50 | 65 | 73 | 82 | 120 | 145 | 162 | - | - |
| 68 | 5 | 7 | 12 | 28 | 40 | 55 | 63 | 89 | 99 | 128 | 175 | - | - | - | - |
| 69 | 8 | 20 | 33 | 48 | 59 | 73 | 93 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 70 | 4 | 13 | 24 | 41 | 49 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 71 | 6 | 15 | 34 | 48 | 75 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 72 | 4 | 15 | 28 | 42 | 53 | 65 | 76 | 87 | 97 | 105 | - | - | - | - | - |
| <u>Modell 1941</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | 11 | 19 | 29 | 39 | 48 | 56 | 66 | 76 | 85 | 94 | 103 | 122 | 181 | 156 | 179 |
| 74 | 7 | 20 | 32 | 43 | 53 | 66 | 78 | 89 | 101 | 116 | 139 | 161 | - | - | - |
| 75 | 6 | 15 | 25 | 35 | 42 | 50 | 56 | 68 | 78 | 89 | 113 | 145 | 100 | 200 | - |
| 76 | 5 | 13 | 21 | 33 | 43 | 55 | 69 | 83 | 96 | 109 | 135 | 162 | 195 | 222 | 250 |
| 77 | 7 | 18 | 28 | 38 | 48 | 56 | 66 | 75 | 85 | 94 | 112 | 135 | 159 | 202 | 220 |
| 78 | 7 | 15 | 26 | 37 | 47 | 56 | 66 | 78 | 88 | 112 | 133 | 144 | 146 | 149 | 162 |
| 79 | 5 | 15 | 27 | 40 | 51 | 61 | 70 | 80 | 89 | 98 | 108 | 127 | - | - | - |
| 80 | 8 | 18 | 26 | 36 | 46 | 56 | 66 | 76 | 86 | 96 | 127 | 147 | 200 | - | - |
| 81 | 10 | 22 | 34 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | 98 | 117 | 135 | 155 | 210 | - |
| 82 | 6 | 16 | 26 | 38 | 49 | 58 | 68 | 78 | 90 | 105 | 146 | - | - | - | - |

Anm. Belastungserhöhung nach je 30 Sekunden.

9. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe kamen künstlich und natürlich gealterte Öle zur Untersuchung. Bei den Ölen 83-86 handelt es sich um Produkte der Ruhrchemie-Synthese (Fischer-Tropsch), die jeweils in einer 100 gcm Probe mit stündlich 25-lit. Luftdurchsatz einen Tag lang auf 130°C erhitzt wurden. (Die mit dem Index "0" bezeichneten Öle sind die Ausgangsmaterialien). - Bei den Ölen 87-90 handelt es sich um die Aceton-Extrakte von Altölen des natürlichen Gebrauches in Kraftfahrzeugen, wobei angenommen wurde, dass sich dieselben nach zweijähriger Standzeit von Fremdkörpergeschweben weitgehend geläutert haben. Wo

| Oel | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|---|---|---|---|
| Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | | | | |
| 87E | 2 | 10 | 27 | 42 | 51 | 65 | 75 | 82 | 92 | 106 | 128 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 88E | 2 | 18 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 89E | 2 | 8 | 22 | 35 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 90E | 2 | 16 | 30 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 91E | 2 | 12 | 22 | 29 | 39 | 49 | 59 | 68 | 75 | 84 | 99 | 118 | 135 | + | + | - | - | - | - |
| 92E | 2 | 10 | 19 | 27 | 35 | 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 93 | 8 | 11 | 17 | 22 | 32 | 52 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Anm. Belastungssteigerungen nach je 30 Sekunden.

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 9: Die Filmbelastbarkeit der Syntheseöle Ruhrchemie ist, wie nicht anders zu erwarten war, entsprechend anderen Kohlenwasserstoffölen, gering. Bei künstlicher Alterung versäuern sie erfahrungsgemäss, wodurch sie gleichzeitig aktiviert werden, was auch die vorstehenden Versuche mit der Almen-Wieland-Maschine bestätigen. - Die Aceton-Extrakte natürlich-beanspruchter Öle aus Kraftfahrzeugen enthalten erwartungsgemäss ebenfalls grenzflächenwirksame Stoffe, was durch das Ergebnis 87E bestätigt wird. In den Fällen 88E-90E hat offensichtlich die Bleicherbehandlung der abgeklärten Altöle diese wirksamen Substanzen entfernt. - Im Extrakt des Oeles Nr. 91 ist natürlich noch das Trikresylphosphat wirksam. - Der Aceton-Extrakt des Brightstocks Nr. 92 (Atlantic Ref. "Cero") ist arm an aktiver Substanz, da dieser Brightstock schliesslich nur das Rückstandöl der Vacuum-Destillation eines Lösemittel-raffinierten Rohölschnittes darstellt. - Der Edeleau-Spindelöl-Extrakt Nr. 93 ist merklich grenzflächenwirksamer als Mineralöl-Raffinat der gleichen Zänflussigkeitsstufe.

10. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe werden die Grundtypen von Schmierfetten beobachtet und zwar ist:

- Nr. 94 ein Ca-seifenschmierfett auf Basis Tranfettsäure (Epple-Stuttgert, 1937),
- Nr. 95 ein Ca-seifenschmierfett auf Basis Talgfettsäure (Epple-Stuttgert, 1937),
- Nr. 96 ein Na-seifenschmierfett, faserig, (G&S 1938),
- Nr. 97 ein Metallsaifenschmierfett transp. (Shell 6255),
- Nr. 98 ein graphitisiertes Ca-seifenschmierfett (S&M 1938) und
- Nr. 99 "Keenoil KG 20", ein engl. Fabrikat, eine Dispersion von 20% ZnO in Mineralöl.

10. Versuchsgruppe, Tabelle: Werte der Reibungskraft R (Kg)

| Fett | Belastung, Anzahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|--------|----|----|----|---|---|---|---|
| Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | | | | |
| 94 | 0 | 12 | 26 | 35 | 54 | 48 | 40 | 60 | 95 | 116 | 138 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 95 | 0 | 13 | 24 | 35 | 48 | 65 | 70 | 90 | 107 | 115 | 120 | 146 | - | - | - | - | - | - | - |
| 96 | 15 | 15 | 24 | 43 | 55 | 68 | 80 | 98 | 113 | 134 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 97 | 40 | 12 | 19 | 32 | 40 | 47 | 54 | 64 | 70 | 84 | 107 | 145 x) | - | - | - | - | - | - | - |
| 98 | 2 | 0 | 9 | 15 | 24 | 29 | 38 | 41 | 41 | 48 | 58 | 80 | - | - | - | - | - | - | - |
| 99 | 7 | 13 | 25 | 38 | 40 | 48 | 78 | 120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Anm. Belastungssteigerungen nach je 30 Sekunden.

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 10: Es ist fürs erste überraschend, dass die Schmierfette so deutliche Effekte zeigen, dies umso mehr, als zu befürchten stand, dass sie zufolge ihrer Konsistenz nicht genügend zwischen die Gleitflächen der Prüflager gelangen

würden, Zwischen den einzelnen Schmierfetten ergeben sich keine bemerkenswerten Unterschiede. Zinkweiss dient in Staufferfetten (Ca-seifenfetten) vielfach als Beschwerungsmittel, sein Schmierwert erscheint zweifelhaft, wenn auch in England das "Keenol" lange Jahre von sich reden machte, und die "Keenolisation" d.h. die Schmierung mit kolloiden ZnO-Oel-Dispersionen zum geflügelten Begriff wurde. Auffallend hingegen ist der günstige Einfluss von Kolloidgraphit (Fett Nr. 98), insbesondere auf die sehr starke Abenkung der Reibungsanzeige.

11. Versuchsgruppe

Bei den bisher beschriebenen Versuchen ist offenkundig, dass die Streuungen in den erhaltenen Ergebnissen nicht ausschliesslich Ausdruck einer unterschiedlichen Schmierfähigkeit der Oele und ihrer Zusätze sein können, sondern dass auch sehr wesentlich die Schwankungen in den mechanischen Eigenschaften und der Fertigung der kleinen Prüflager mitprechen. Es ist zwar gewisse Sorgfalt darauf verwendet worden, die Einflüsse von dieser Seite aus möglichst gleichartig zu gestalten, doch sind gerade hier Streuungen unvermeidlich. Wieland gibt an, dass die Härte der Miniatur-Stahlzapfen durchschnittlich 80 Rockwell B beträgt, und die der weicheren Lagerhälften 60-70 Rockwell B. Zapfen und Lagerschalen wurden fein ebgedreht und normal geschliffen.

In der Versuchsgruppe 11 wurde nun bei jedem einzelnen Prüflauf die Härte von Prüfzapfen und Prüflager gemessen. Ausserdem dienten ein Mineralölraffinat der Erdölverarbeitung (M) und ein Synthese-Schmieröl, Ruhrchemie, (S) als Basis für steigende Zusätze an Trikresylphosphat (Tkp).

Die Kennzahlen der beiden Oele sind:

| Oel | Farbe | Fluoresz. | d/20 | E/50 | E/100 | Wp |
|-----|-------|-----------|------|------|-------|------|
| M | rot | sattgrün | .883 | 8,9 | 2,13 | 1.62 |
| S | gelb | grünlich | .853 | 8,2 | 2,00 | 1.78 |

11. Versuchsgruppe: Härte der Prüflager u. Werte der

| Ver- such | Zu- satz | Rockwellhärte B Zap- La- Diffe- renz | Reibungskraft R (kg) | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|--------------------------------------|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|------|--|
| | | | Oel M | | | | | | | | | | |
| Nr. | %Tkp | | Lagerbelastung, Plattenzahl | | | | | | | | | | |
| | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | |
| 100 | 0 | 68 - 58 = 10 | 17 | 38 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 101 | 0,5 | 78 - 58 = 20 | 17 | 28 | 39 | 50 | 59 | 69 | 78 | 97 | - | - | |
| 101 | 0,5 | 79 - 65 = 14 | 12 | 23 | 34 | 44 | 54 | 64 | 73 | 95 | 115 | 142+ | |
| 102 | 1,0 | 81 - 61 = 20 | 13 | 24 | 36 | 47 | 58 | 69 | 80 | 98 | 126 | - | |
| 103 | 1,5 | 78 - 68 = 10 | 15 | 27 | 40 | 52 | 61 | 68 | 77 | 96 | 109 | - | |
| 103 | 1,5 | 80 - 59 = 21 | 17 | 27 | 36 | 44 | 52 | 57 | 66 | 84 | 102 | 120- | |
| 104 | 2,0 | 76 - 67 = 9 | 15 | 27 | 37 | 47 | 56 | 64 | 72 | 86 | 100 | 115+ | |
| 104 | 2,0 | 75 - 62 = 13 | 18 | 27 | 37 | 47 | 55 | 63 | 67 | 83 | 97 | 116+ | |
| 105 | 2,5 | 76 - 67 = 9 | 13 | 24 | 35 | 45 | 56 | 64 | 72 | 86 | 98 | 112+ | |
| 106 | 3,0 | 73 - 60 = 7 | 14 | 25 | 36 | 47 | 56 | 64 | 72 | 88 | 100 | - | |
| 107 | 4,0 | 77 - 62 = 15 | 13 | 24 | 34 | 46 | 54 | 62 | 68 | 83 | 96 | 110+ | |
| 108 | 4,5 | 80 - 61 = 19 | 13 | 25 | 35 | 45 | 53 | 63 | 71 | 84 | 97 | 107- | |
| 109 | 5,0 | 74 - 64 = 10 | 15 | 25 | 35 | 45 | 53 | 59 | 65 | 78 | 96 | 113+ | |
| 109 | 5,0 | 85 - 61 = 24 | 14 | 25 | 36 | 47 | 56 | 66 | 75 | 90 | 104 | 113+ | |
| 110 | 5,5 | 75 - 58 = 15 | 13 | 24 | 36 | 46 | 55 | 64 | 72 | 86 | 99 | 113- | |
| 111 | 6,0 | 69 - 61 = 8 | 13 | 24 | 35 | 45 | 53 | 61 | 69 | 84 | 87 | 108- | |
| | | | Oel S | | | | | | | | | | |
| 112 | 0 | 78 - 56 = 22 | 15 | 29 | 41 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 113 | 0,5% | 79 - 59 = 20 | 12 | 25 | 39 | 48 | 53 | 61 | 70 | 93 | 106 | 119+ | |
| 114 | 1,5% | 77 - 62 = 15 | 17 | 27 | 38 | 50 | 54 | 60 | 67 | 84 | 100 | 116+ | |
| 115 | 2,0 | 79 - 64 = 15 | 18 | 30 | 40 | 49 | 58 | 65 | 72 | 92 | 104 | 115- | |
| 116 | 5,0 | 76 - 60 = 16 | 14 | 25 | 36 | 45 | 52 | 59 | 64 | 80 | 92 | 104- | |

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 11: Die Härteunterschiede (Rockwell B) zwischen Zapfen und Lager schwanken in erheblichen Grenzen; trotzdem ist ein spezifischer Einfluss auf die R-Werte nicht erkennbar. Im allgemeinen ergibt sich sogar, unabhängig von der Höhe des Zusatzes an Trikresylphosphat, eine gute Uebereinstimmung der Werte für die Reibungskraft, denn das Mittel der Reibungskraft R beträgt bei

| | Lagerbelastung, Plattenzahl | | | | | | | | | | |
|-------------|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | |
| Oel M | 15 | 26 | 36 | 47 | 55 | 64 | 72 | 88 | 102 | 115 | |
| Oel S | 15 | 27 | 39 | 49 | 54 | 61 | 68 | 87 | 100 | 112 | |
| R mex | 18 | 38 | 41 | 52 | 61 | 69 | 80 | 98 | 126 | 142 | |
| R min | 12 | 23 | 34 | 44 | 52 | 57 | 65 | 78 | 87 | 107 | |
| Diffz. R | 6 | 5 | 7 | 8 | 9 | 12 | 15 | 20 | 39 | 35 | |

Auch die Streuungen (Diffz. R) um diese Mittelwerte der Reibungskraft bei Oel M und Oel S mit steigenden Zusätzen an Trikresylphosphat bleibt in tragbaren Grenzen.

12. Versuchsgruppe

Hier werden Zahlenwerte zu Vergleich gestellt, die F. Hildebrand mit einer Almen-Wieland-Maschine, Modell 1937, erhielt, und über welche suszungsweise von ihm auch berichtet wurde (vgl. Oelorgan 1943, Nr. 5/6). Soweit sich zu diesen Ergebnissen in den eigenen Arbeiten Parallelen finden, sind sie in der nachstehenden Tabelle dargestellt. Die Abkürzungen zur Kennzeichnung der Maschinen-Modelle bedeuten: H-1937 = Hildebrand mit Modell 1937, K-1936 Kadmer mit Modell 1936 und L-1941 = Luers mit Modell 1941.

| Modell | Oel, Bezeichnung | Belastung, Plattengewichte ... | | | | | | | | | | |
|--------|--|--------------------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | |
| H-1937 | Rüböl, AZ 5,8 | 17 | 38 | 56 | 60 | 76 | 95 | 96 | 118 | 119 | 137+ | |
| L-1941 | Rüböl (vgl. Nr. 22) ... | 17 | 34 | 50 | 64 | 78 | 92 | 102 | 112 | 122 | 133+ | |
| H-1937 | Rizinusöl | 10 | 34 | 55 | 70 | 70 | 89 | 99 | - | - | - | |
| H-1937 | Rizinusöl+10%olein | 12 | 33 | 53 | 60 | 74 | 94 | 102 | 123 | 123 | 130+ | |
| H-1937 | Spindelöl 5-6/20+ | | | | | | | | | | | |
| | o, 5%S gelöst | 20 | 42 | 77 | 84 | - | - | - | - | - | - | |
| H-1937 | Sp. Öl+8%Faktis | 14 | 43 | 52 | 101 | 120 | 144 | 170 | 190 | 196 | 211+ | |
| H-1937 | Sp. Öl+3%Faktis | 22 | 44 | 68 | 91 | 112 | 124 | 145 | 177 | 215 | + | |
| H-1937 | Sp. Öl+2,5%S-Paste
(Sulfluid) | 22 | 41 | 67 | 90 | 130 | - | - | - | - | - | |
| | -dass, n. 4 Tagen
Standzeit | 22 | 48 | 80 | - | - | - | - | - | - | - | |
| H-1937 | Sp. Öl+3%Trikreaylph. | 18 | 43 | 69 | 78 | 104 | 128 | 175 | 180 | 203 | 215+ | |
| K-1936 | Oel Nr. 4a | 17 | 38 | 56 | 74 | 126 | 154 | - | - | - | - | |
| L-1941 | Oel Nr. 18a | 19 | 39 | 55 | 72 | 89 | 104 | 120 | 135 | 151 | 175 | |
| K-1936 | Oel Nr. 39 | 8 | 29 | 49 | 67 | 80 | 97 | 120 | 135 | 150 | 178 | |
| H-1937 | Sp. Öl, gechlort | 20 | 52 | 65 | 84 | 105 | 130 | 136 | 152 | 175 | 172+ | |
| H-1937 | Sp. Öl, gechlort | 20 | 49 | 65 | 85 | 105 | 150 | 183 | 215 | + | + | |
| K-1936 | Sp. Öl, chloriert | 4 | 19 | 39 | 50 | 55 | 66 | 85 | 92 | + | + | |
| K-1936 | Sp. Öl, chloriert | 1 | 9 | 28 | 50 | 67 | 84 | 105 | 122 | 165 | 182+ | |

Amm. Belastungserhöhung nach je 30 Sekunden.

13. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe wurden bestimmte Gele konstant gehalten und die Prüflager entweder bezüglich Bearbeitung oder Material geändert, um deren Einfluss auf Reibung und Verschleiss deutlich zu machen. - Versuchsdurchführung mit Modell 1330.

a) Einheitslich gewähltes Schmieröl war hier ein Nitrobenzol-Raffinat (Atlantic Ref. Cie) mit 1% Trikresylphosphat, d/20 0,884, mD/20 1.494, Anilinpkt 113°C, Visk. 46E/20 = 8,5E/50 = 2,01E/100, Wp 1,82, m 3,44.

Zapfen Rockw. Lager Rockw. Belastung, Plattengewichte

| | B | B | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|
| Klaus ... 95 Röchling | | | | | | | | | | | | |
| Klaus ... 95 " VCN 100 | 20 | 30 | 42 | 54 | 67 | 76 | 80 | 86 | 100 | 111 | | |
| Klaus ... 95 " " 100 | 21 | 30 | 40 | 52 | 64 | 77 | 83 | 105 | 124 | 134 | | |
| Klaus ... 95 " RFFh 93 | 18 | 27 | 36 | 48 | 56 | 66 | 70 | 77 | 87 | 106 | | |
| Klaus ... 95 " RFFh 93 | 20 | 26 | 34 | 42 | 49 | 56 | 63 | 70 | 78 | 92 | | |
| Klaus ... 95 Klaus .. 63 | 24 | 34 | 47 | 56 | 64 | 76 | 85 | 90 | 110 | 123 | | |

b) Öl "PL 150", Zusatzfrei

Zapfen Rockw. Lager Rockw. Belastung, Plattengewichte

| | B | B | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|
| Klaus ... 95 Röchl. VCN 100 | 17 | 32 | 45 | 57 | 67 | 80 | - | - | - | - | - | - |
| Klaus ... 95 " RFFh 93 | 16 | 30 | 40 | 54 | 63 | 76 | 83 | 95 | - | - | - | - |
| Klaus ... 95 Klaus ... 63 | 28 | 43 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

c) Öl S&M d/20 0,910, mD/20 1.507, 126E/20 = 15E/50, Wp 2,65, m 3,80, VZ 1,7

Zapfen Rockw. Lager Rockw. Belastung, Plattengewichte

| | B | B | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 |
|----------------------------|----|----|----|----|-----|---|---|---|---|----|----|----|
| Klaus ... 95 Klaus 03 | 14 | 31 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Klaus ... 95 Ferrozell -- | 20 | 44 | 50 | 43 | 44x | - | - | - | - | - | - | - |

Das Ferrozell-Lager aus Kunstharz-Gewebe kricht auseinander, wurde aber an den Laufflächen durch Reibungswärme nicht verbrannt.

d) Schmierstoff: Rizinusöl Belastung, Plattengewichte ...

| Zapfen Lager | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---------------------------|---|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| - geschliffen u. poliert | 2 | 4 | 16 | 29 | 43 | 60 | 76 | 97 | + | + |
| - " u. sandstrahlmattiert | 8 | 28 | 44 | 60 | 72 | 85 | 102 | 121 | 130 | 138 |

Schmierstoff: 17E/50 raff. Belastung, Plattengewichte ...

| Zapfen Lager | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| - geschliffen u. poliert | 10 | 38 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - " u. sandstrahlmattiert | 32 | 67 | 95 | 124 | 126 | 164 | - | - | - | - |

e) Schmierstoffe: HD = Hochdrucköl (Lösungsmittelrefinat mit 1% Trikresylphosphat) Penna + Pennsylv. Motorenöl, Prüfzapfen u. Prüflager Stahl, 1. Lauf mit Belastungssteigerung nach je 30 Sekunden, 2. Lauf bei Belastung mit 1. und 2. Plattengewicht je 1 Stunde Einlaufen, dann übliche Belastungssteigerung nach je 30 Sekunden:

| | Belastung, Plattengewichte | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | | |
| HD - 1. Lauf | 8 | 20 | 30 | 40 | 50 | 62 | 70 | 80 | 100 | 110 | 134 | | |
| 2. Lauf | 11 | 20 | 28 | 38 | 50 | 58 | 68 | 78 | - | - | - | | |
| Penna 1. Lauf | 8 | 18 | 28 | 35 | 45 | 55 | 65 | 78 | - | - | - | | |
| 2. Lauf | 10 | 20 | 25 | 32 | 43 | 56 | 65 | 80 | - | - | - | | |

Anm. Die Wirksamkeit des HD-Zusatzes scheint nach längerer Laufzeit zu schwinden, obwohl die Öltemperatur 50°C nicht überschritten hat.

f) Schmierstoff "O" wie unter a) Nitrobenzol-Kaffinat (Atlantic) mit 1% Triäthylphosphat, d/20 0,884, n_D/20 1,494, An.P. 115°C, Visk. 46E/20 = 8,5E/50 = 2,01E/100, wp 1,82, m 3,44. - Schmierstoff "V" wie unter e) Pennsilvan. Motorenöl ohne HD-Zusatz, d/20 0,804, n_D/20 1,4795, Visk. 21E/20 = 4,PE/50 = 1,05E/100, wp 1,72, m 3,52. - Das Material des Prüfzappens war wie unter e-e) Stahl von Rockwellharte B 95, das Material der Prüflagers war abwechselnd: Rotguss 8 (RG 8), Gussbronze 14 (GBz 14), Bleibronze Z 53 (PbB) und Phosphorbronze (PB). In allen Fällen wurden hier bei der 1. und 2. Belastungsstufe die Lager je 1 Stunde lang einlaufen gelassen worauf die weitere Belastung in der üblichen Form nach je 30 Sekunden Laufzeit erfolgte. Der Abschlusslauf wurde bei den mit x) bezeichneten Versuchen 30 Minuten lang durchgeführt. Da sich während eines Halb- oder Ganztunden-Laufes die Reibungsanzeige natürlich veränderte, sind in der folgenden Aufstellung bei diesen Belastungswerten 2 Reibungswerte angegeben. Bei diesen Versuchen wurde auch neben der Reibungsanzeige (R) der Temperaturanstieg (t) im Prüfol verfolgt, und findet sich in der nachfolgenden Tabelle.

| | | Belastung, Zahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|---|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|---------|---------|---------|--|--|
| Gel Lager | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | | | |
| O | RG 8 | R | 8-13 | 25-28 | 35 | 48 | 60 | 80 | 98 | 115 | 158 | 162 | 180-200 | | |
| | | t° | 20-32° | 32-44° | 45° | 45° | 46° | 47° | 49° | 51° | 58° | 64° | 65-110° | | |
| V | RG 8 | R | 5-10 | 15-18 | 25 | 35 | 45 | 58 | 70 | 95 | 140 | 155 | 170-200 | | |
| | | t° | 18-32° | 32-39° | 39° | 40° | 41° | 43° | 45° | 50° | 50° | 63° | 72-100° | | |
| O | GBz 14 | R | 8-12 | 22-28 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 180 | 180-140 | - | | |
| | | t° | 23-35° | 35-45° | 47° | 49° | 51° | 53° | 50° | 59° | 68° | 68-97° | | | |
| V | GBz 14 | R | 8-20 | 25-32 | 40 | 50 | 60 | 80 | 105 | 130 | 185 | - | - | | |
| | | t° | 24-45° | 45-60° | 60° | | | | | | | | | | |
| O | PbB | R | 10-10 | 20-20 | 28 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 105 | 130 | - | | |
| | | t° | 22-31° | 31-39° | 40° | 41° | 42° | 43° | 45° | 46° | 50° | 54° | | | |
| V | PbB | R | 5-10 | 18-30 | 60 | 70 | 85 | 100 | 120 | 140 | 200 | - | →) | | |
| | | t° | 22-32° | 32-45° | 46° | 47° | 48° | 52° | 56° | 60° | 70° | | | | |
| O | PB | R | 5-15 | 30-32 | 50 | 70 | 110 | 122 | 150 | 170-180 | - | - | | | |
| | | t° | 22-33° | 33-48° | 50° | 52° | 59° | 64° | 68° | 72-94° | | | | | |
| V | PB | R | 10-10 | 20-30 | 28 | 45 | 65 | 90 | 122 | 152 | 180-200 | - | - | | |
| | | t° | 32-36° | 36-38° | 40° | 41° | 43° | 47° | 51° | 57° | 61-80° | | | | |

h) Schmierstoff: faktisiertes Getriebeöl, d/20 0,880, 107E/20 = 15,4E/50 = 2,51E/100, wp 2,12, m 3,52, VZ 5,1, o, 41%S. - Lagerwerkstoff beim 1. und 2. Lauf Stahl Röchling VCN Rockwell B 100, beim 3. und 4. Lauf Aluminium-Gleitlagermetall Lg-40 (93,5%Al, 6%Fe u.o. 5%MG)

| | | Belastung, Zahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|--|
| Gel Lager | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | |
| G/r | VCN | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 86 | 96 | 110 | 115 | - | - | - | - | |
| | VCN | 13 | 27 | 43 | 55 | 69 | 78 | 86 | 98 | 107 | 117 | - | - | - | |
| | Lg-40 | 3 | 5 | 7 | 13 | 18 | 22 | 27 | 31 | 40 | 51 | 67 | 80 | 85+ | |
| | Lg-40 | 2 | 0 | 14 | 23 | 28 | 31 | 34 | 40 | 46 | 60 | 71 | 80 | 90+ | |

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 15: Die Abmessungen der Prüflager sowie die Uebersetzung der Drücke wurden bereits S. 1 dieses Berichts angegehen. Die Berechnung einer tragenden Fläche (üblicherweise Zapfendurchmesser mal Zapfenlänge) ergäbe im vorliegenden Fall kein brauchbares Bild; auch soll auf die Angabe der spezifischen Flächenpressung verzichtet werden. Der Druck erfolgt zunächst auf einer Berührungsstrecke, einer Kontaktstrecke von 12,8 mm und ist mit rund 60 kg je aufgelegten Plattengewicht ganz aussergewöhnlich hoch. Es erfolgt beim Lauf unter fortgesetzt steigender Belastung Abrieb und die Bildung einer Lauffur von erfahrungsgemäss 2-3 mm Spurbreite. Die rechnerische Erfassung dieser Vorgänge begegnet beträchtlichen Schwierigkeiten. - Immerhin ist es zulässig, auf Reibungsanzeige R (kg) und der Belastung P (kg) den Quotienten R/P als dimensionslose Kennzahl zu entwickeln. Setzt man für P den Uebersetzten Druck ein, so erhält man die Reibungszahl μ ,

$$\mu = R : P$$

Soll aber, nach einer Vorschlag von W. Paul (Oel u. Kohle 1946, 475) lediglich die Anzahl der aufgelegten Plattengewichte bedeuten, so kommt man zu einer Charakterisierung des Steigungswinkels im Diagramm zwischen R und P,

$$f = R : P$$

man behauptet, Paul aufgrund ausgedehnter Versuche im "Versuchsfeld Kraftfahrt der Deutschen Vacuum Oel AG", dass f eine gradlinige Funktion zwischen R und P sei, und dass diese Gerade im Diagramm R:P nur dann einen Knick nach oben erfahre, wenn - unter Umständen lange vor dem endgültigen Verschleissen der Flächen - stärkerer Verschleiss auftrete und den Einfluss des Schmierstoffes überlagere und fortschreitend verdränge. Das ausführliche Zahlenmaterial, das mit der vorliegenden Arbeit angeboten wird, zeigt, dass diese theoretische durchaus zu begründende Behauptung Paula praktisch nicht ganz zutrifft. Bei keiner Oelgruppe ist die Relation R zu P geradlinig, ... immer handelt es sich um schwach nach unten durchgebogene Kurven, bei denen allerdings das endgültige Verschleissen der Gleitflächen durch einen deutlichen Knick nach oben kenntlich ist. Um diese nicht unwesentliche Korrektur unter Beweis zu stellen, sind aus den bisherigen 15 Versuchsgruppen in den folgenden drei Zahlentafeln die gewonnenen Ergebnisse zusammengefasst:

| Versuchsgruppe | Oel und Zusätze | Werte der Reibungszahl R (kg) | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| | | Belastung P, Zahl der Platten, Gewichte ... | | | | | | | | | | | | |
| | Stahllager | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | |
| 1 | Mineralöle, nat. | 0 | 15 | 25 | 36 | 52 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 9 | Synth. öle (RT) | 4 | 19 | 23 | 43 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 3a | Min. öl + S natürl. | 0 | 16 | 33 | 51 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 3b | " " + S künstl. | 2 | 6 | 20 | 38 | 50 | 68 | 91 | 101 | - | - | - | - | |
| 4 | " " + P künstl. | 9 | 19 | 27 | 37 | 40 | 50 | 68 | 78 | 100 | 119 | 144 | 167- | |
| 11 | " " + P natürl. | - | 15 | 27 | 37 | 47 | 51 | 64 | 72 | 86 | 100 | 115 | - | |
| 5 | " " + Cl " | 8 | 19 | 32 | 45 | 57 | 67 | 76 | 88 | 110 | 136 | 171 | 215- | |
| 6 | " " + P+Cl " | 6 | 17 | 30 | 48 | 56 | 68 | 71 | 80 | 110 | 125 | 152 | 173+ | |
| 10 | Schmierfette | 0 | 15 | 25 | 38 | 48 | 65 | 70 | 80 | 115 | 126 | 146 | - | |
| 10 | " + Graphit (kd) | 2 | 6 | 10 | 15 | 24 | 33 | 38 | 41 | 48 | 58 | 80 | - | |
| 2a | Fettöle | 7 | 15 | 25 | 32 | 40 | 49 | 55 | 61 | 74 | 88 | 100 | 112+ | |
| 2b | Min. öl, gefettet | 6 | 15 | 25 | 34 | 42 | 50 | 58 | 68 | 88 | 110 | 165 | - | |
| 3c | " " + Faktis | 3 | 15 | 31 | 44 | 59 | 69 | 82 | 99 | 125 | 152 | 147 | 167 | |

Werte der Reibungskraft R (kg)

| Vers. gruppe | Lager Oel | Belastung P, Zahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | |
| 13f | RG Min." | 8 | 16 | 25 | 35 | 45 | 58 | 70 | 95 | 140 | 155 | 170 | | |
| 13f | RG " +P | 10 | 20 | 35 | 48 | 60 | 80 | 98 | 115 | 158 | 168 | 180 | | |
| 13f | GBz Min.öl | 15 | 28 | 40 | 50 | 60 | 80 | 105 | 130 | 185 | | | | |
| 13f | GBz " +P | 10 | 25 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 160 | 160 | | | |
| 13f | PfB Min.öl | 10 | 24 | 60 | 70 | 85 | 100 | 120 | 140 | 200 | | | | |
| 13f | PfB " +P | 10 | 20 | 28 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 105 | 130 | | | |
| 13f | FB Min.öl | 10 | 25 | 28 | 45 | 65 | 90 | 122 | 152 | 180 | | | | |
| 13f | FB " +P | 10 | 31 | 50 | 70 | 110 | 122 | 150 | 170 | | | | | |
| 13c | Ferrozell Min.öl | .. | .. | 26 | 44 | 50 | 43 | 44 | | | | | | |
| 13h | Al Min.öl | 3 | 6 | 10 | 18 | 23 | 27 | 30 | 36 | 43 | 55 | 69 | 80+ | |

$\mu = R/P$, Werte der Reibungszahl μ mal 10^2

| Vers. gruppe | Oel u. Zusätze | Belastung P, Zahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | | |
| <u>Stahlleger</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Mineralöle, nat. | 30 | 120 | 133 | 164 | 166 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | Synth.öle (RT) | 64 | 152 | 123 | 172 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3a | Min.öl + S nat. | 96 | 128 | 176 | 204 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3b | " " + S katl. | 52 | 72 | 107 | 152 | 180 | 181 | 208 | 242 | - | - | - | - | - | - |
| 4 | " " + P katl. | 144 | 152 | 144 | 148 | 147 | 149 | 155 | 156 | 160 | 159 | 165 | 167 | - | - |
| 11 | " " + P katl. | - | 120 | 144 | 148 | 151 | 149 | 146 | 144 | 138 | 133 | 131 | - | - | - |
| 5 | " " + Cl " | 128 | 152 | 171 | 180 | 183 | 179 | 178 | 176 | 176 | 181 | 195 | 215 | - | - |
| 6 | " " + P+Cl " | 96 | 136 | 160 | 192 | 179 | 181 | 180 | 180 | 176 | 167 | 174 | 173+ | - | - |
| 10 | Schmierfette | 96 | 104 | 133 | 152 | 154 | 173 | 160 | 180 | 184 | 168 | 167 | - | - | - |
| 10 | " + Graphit (kd) | 52 | 48 | 53 | 60 | 77 | 77 | 87 | 82 | 77 | 77 | 91 | - | - | - |
| 2a | Fettöle | 112 | 120 | 123 | 128 | 128 | 131 | 121 | 122 | 118 | 117 | 114 | 112+ | - | - |
| 2b | Min.öl, gefettet | 96 | 120 | 133 | 136 | 135 | 133 | 132 | 136 | 141 | 147 | 169 | - | - | - |
| 3c | " " + Faktis | 48 | 104 | 105 | 170 | 189 | 184 | 187 | 198 | 200 | 176 | 168 | 167 | - | - |

| Vers. gruppe | Lager Oel | Belastung P, Zahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | |
| 13f | RG Min.öl | 128 | 128 | 133 | 140 | 144 | 155 | 160 | 190 | 224 | 207 | 194 | | |
| 13f | RG " " +P | 150 | 208 | 187 | 182 | 190 | 213 | 224 | 230 | 253 | 224 | 209 | | |
| 13f | GBz Min.öl | 240 | 224 | 213 | 200 | 192 | 213 | 240 | 260 | 290 | | | | |
| 13f | GBz " " +P | 160 | 200 | 213 | 200 | 208 | 213 | 228 | 250 | 288 | 183 | | | |
| 13f | PfB Min.öl | 160 | 192 | 320 | 280 | 272 | 297 | 274 | 280 | 320 | | | | |
| 13f | PfB " " +P | 160 | 160 | 193 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 168 | 173 | | | |
| 13f | FB Min.öl | 160 | 200 | 155 | 180 | 208 | 240 | 281 | 304 | 288 | | | | |
| 13f | FB " " +P | 160 | 248 | 237 | 280 | 332 | 323 | 342 | 340 | | | | | |
| 13c | Ferrozell Min.öl | .. | .. | 139 | 170 | 160 | 119 | 101 | | | | | | |
| 13h | Al Min.öl | 48 | 48 | 53 | 72 | 74 | 72 | 63 | 72 | 69 | 73 | 79 | 80+ | |

Werte für $f = R/P$

| Vers. gruppe | Oel u. Zusätze | Belastung P, Zahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|---------------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | | |
| <u>Stahlleger</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Mineralöle, nat. | 0 | 7,5 | 8,3 | 9 | 10,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | Synth.öle (RT) | 4 | 9,5 | 7,7 | 10,8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3a | Min.öl + S nat. | 0 | 8 | 11 | 12,8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3b | " " + S katl. | 2 | 4,5 | 6,0 | 9,5 | 10 | 11,3 | 13 | 15 | - | - | - | - | - | - |
| 4 | " " + P katl. | 9 | 9,5 | 9 | 9,2 | 9,2 | 9,3 | 9,7 | 9,7 | 10 | 10 | 10,3 | 10,5 | - | - |
| 11 | " " + P katl. | - | 7,5 | 9 | 9,2 | 9,4 | 9,3 | 9,1 | 9 | 8,6 | 8,3 | 8,2 | - | - | - |
| 5 | " " + Cl " | 8 | 9,5 | 10,6 | 11,2 | 11,4 | 11,2 | 11,1 | 11 | 11 | 11,3 | 12,2 | 13,5 | - | - |
| 6 | " " + P+Cl " | 6 | 8,5 | 10 | 12 | 11,2 | 11,3 | 11,3 | 11,2 | 11 | 10,4 | 10,8 | 10,8 | - | - |
| 10 | Schmierfette | 6 | 6,5 | 8,3 | 9,5 | 9,0 | 10,8 | 10 | 11,2 | 11,5 | 10,5 | 10,4 | - | - | - |
| 10 | " + Graphit (kd) | 2 | 3 | 3 | 3,8 | 4,8 | 4,8 | 5,4 | 5,1 | 4,8 | 4,8 | 5,0 | - | - | - |

| | | Werte für $f = R/P$ | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Vers. Gruppe | Öel u. Zus. | Belastung P, Zahl der Plattengewichte | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | |
| 2a | Fettöle | 7 | 7,5 | 7,7 | 8 | 8 | 8,2 | 7,0 | 7,7 | 7,4 | 7,5 | 7,1 | 7 + | |
| 2b | Min.öl, gefettet | 6 | 7,5 | 8,5 | 8,5 | 8,4 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,8 | 9,2 | 11,8 | 7 + | |
| 3a | " " + Faktis | 3 | 6,5 | 10,5 | 11 | 11,8 | 11,5 | 11,7 | 12,4 | 12,5 | 11 | 10,5 | 10,4 | |
| Lager | | | | | | | | | | | | | | |
| 13f | RG Min.öl | 8 | 8 | 8,5 | 8,8 | 9 | 9,7 | 10 | 11,9 | 14 | 15 | 12,1 | - | |
| 13f | RG " " + P | 10 | 13 | 11,0 | 12 | 12 | 13,5 | 14 | 14,4 | 15,8 | 13 | 12,9 | | |
| 13f | GBz Min.öl | 15 | 14 | 13,3 | 12,5 | 12 | 13,5 | 15 | 16,2 | 18,5 | | | | |
| 13f | GBz " " + P | 10 | 12,5 | 13,5 | 13,5 | 13 | 13,3 | 14,5 | 15,6 | 18 | 16,5 | | | |
| 13f | PbB Min.öl | 10 | 12 | 20 | 17,5 | 17 | 16,0 | 17,1 | 17,5 | 20 | | | | |
| 13f | PbB " " + P | 10 | 10 | 9,5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10,5 | 10,8 | | | |
| 13f | PB Min.öl | 10 | 12,5 | 9,5 | 11,2 | 13 | 15 | 17,4 | 19 | 18 | | | | |
| 13f | PB " " + P | 10 | 15,5 | 14,0 | 17,5 | 22 | 20,5 | 21,4 | 2,2 | | | | | |
| 13c | Ferrozell Min.öl | .. | .. | 8,7 | 11 | 10 | 7,2 | 6,3 | | | | | | |
| 13h | Al Min.öl | 3 | 3 | 3,5 | 4,5 | 4,0 | 4,5 | 4,3 | 4,5 | 4,3 | 4,6 | 4,9 | 5,0 | |

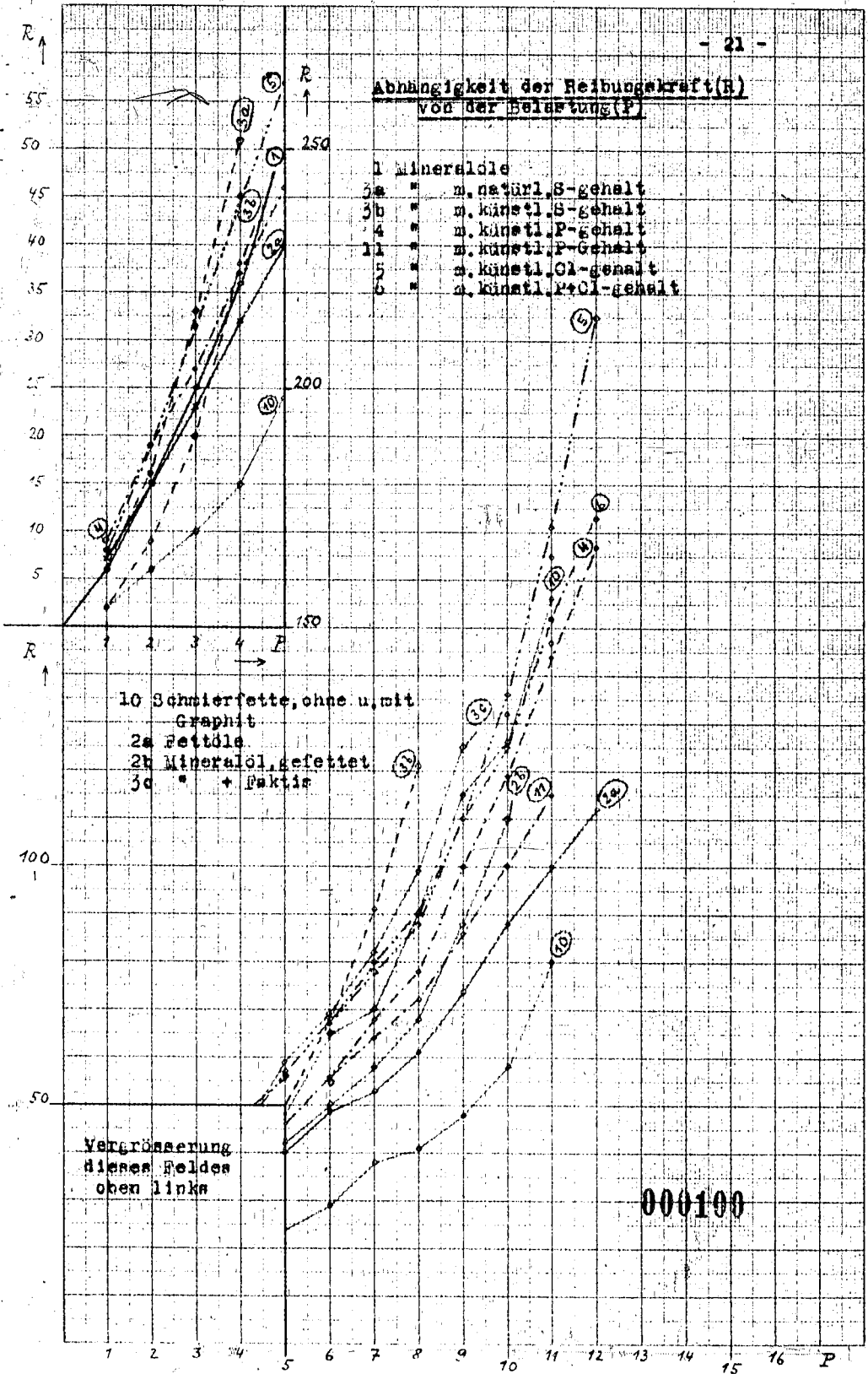
Die Abbildung S. 22 R/P zeigt deutlich die bei allen Öelen nach unten leicht durchgekrümmte Kurve. Im übrigen erkennt man, dass,

- a) die schwefelhaltigen Öele (Vers. Gruppe 3a, 3b, 3c) mit der Belastung den steilsten Reibungsanstieg nehmen, eine Wahrnehmung, die nicht übersehen werden sollte. Man sieht ferner, dass
- b) auch die chlorhaltigen Öele mit der Belastung steil ansteigende Reibungsanzeige liefern und dass
- c) die phosphorhaltigen Öele (Vers. Gruppe 4 u. 11) eine Mittelstellung einnehmen.
- d) Die fetthaltigen, besonders aber die fettreichen Öele zeigen sehr günstiges Reibungsverhalten (Vers. Gruppe 2a, 2b) und in besonderem Masse überrascht der Effekt
- e) eines kolloidgraphitierten Natrioseifen-Schmierfettes (V.G. 10)

Nicht uninteressant ist auch das Ergebnis der Abbildung S. 22, P/P. Man fühlt sich versucht, bei allen Öelen drei Zustände gegenüber den Laufeigenschaften zu unterscheiden:

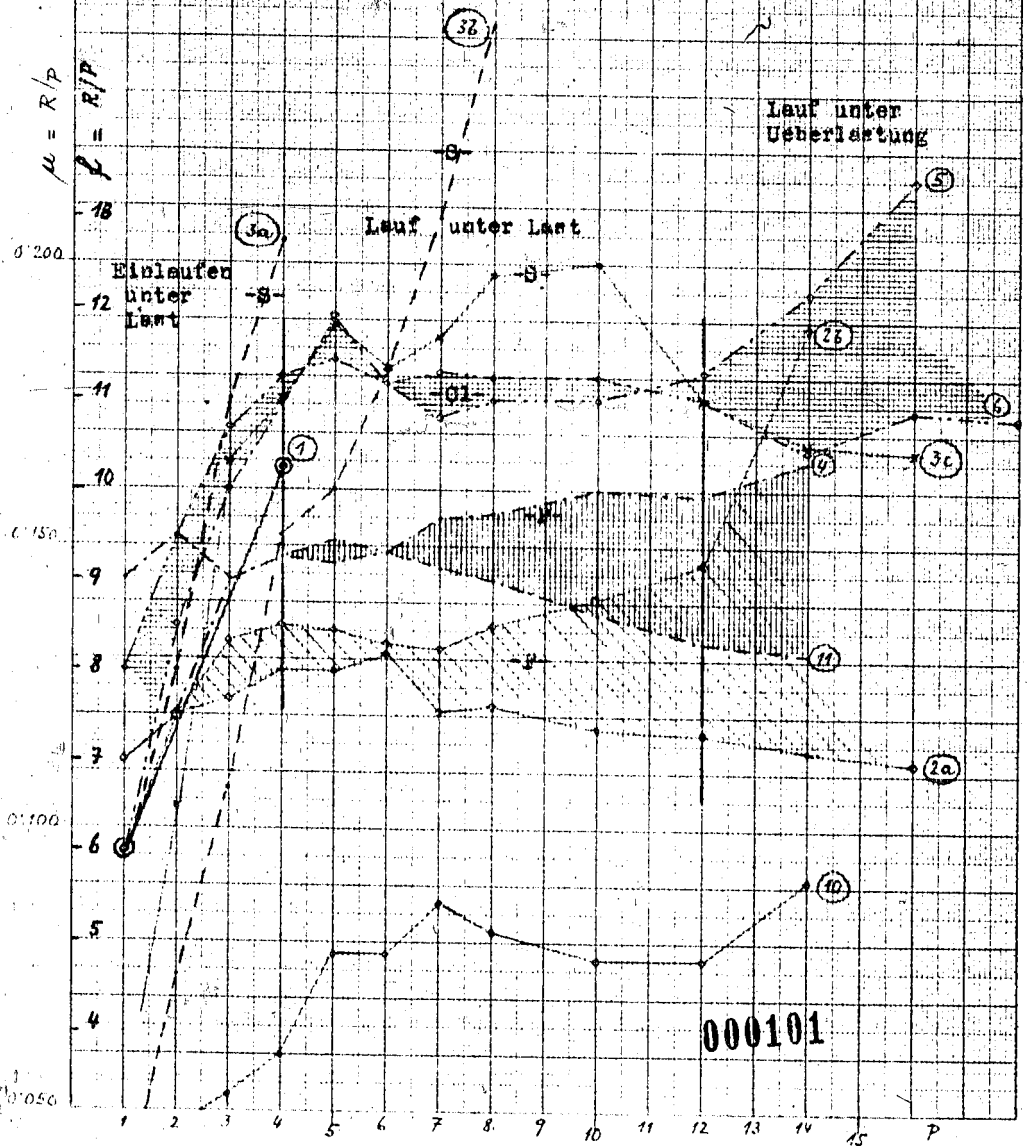
- 1.) Das Einlaufen unter Last mit steilem Anstieg der Reibungszahl bis auf einen für das jeweilige Öel oder Öelgemisch charakteristischen Wert,
- 2.) Das Laufen unter Last in einer für alle aktivierten Öele ziemlich langen Zone mit nahezu konstanter Reibungszahl, und schliesslich
- 3.) das Laufen unter Überbelastung mit nunmehr zweifellos starkem Abrieb und endlichem Verschweissen der Gleitflächen. Hier zeigen sich bei Öelen, deren Filmfestigkeit durch die herrschenden Versuchsbedingungen überwunden wird, sehr hohe Reibungszahlen. Bei "Höchstdruckölen" aber, aktiviert mit Phosphor (V.G. 4 u. 11) oder Chlor und Phosphor (V.G. 6), insbesondere aber Fettöl (V.G. 2a) bleibt auch die Reibungszahl in diesem Gebiet noch konstant und zwar: bei Fettölen etwa 0,110, bei P-haltigen Öelen im Mittel 0,150, bei faktisierten Öelen 0,170, bei Cl+P-haltigen Öelen 0,175, während bei nur chlorhaltigen Öelen die Reibungszahl über 0,200 ansteigt und damit fortgesetzten Verschleiss zu erkennen gibt.

**Abhängigkeit der Reibungskraft (R)
von der Belastung (P)**



Reibungszahl ($\mu = R/P$) und Belastung

- 1 Mineralöle
 - 3a " n. natürl. S-gehalt
 - 3b " n. künstl. S-gehalt
 - 4 " n. künstl. P-gehalt
 - 11 " n. künstl. P-gehalt
 - 5 " n. künstl. Cl-gehalt
 - 6 " n. künstl. Cl+P-gehalt
 - 10 Schmierfett, graphitisiert
 - 2a Fettöle
 - 2b Mineralöl, gefettet
 - 3c " + Paraffin
- S- schwefelhaltige Öle
 -Cl- chlorhaltige Öle
 -P- phosphorhaltige Öle
 -F- fetthaltige Öle



Die Beziehung f/P ist als zweite Messstableiste in der Abbildung S. 22 nebenher gestellt.

Im Übrigen ist bei Versuchsgruppe 13 noch folgendes bemerkenswert:

- a) Der Wechsel der Stahlqualität als Lagerwerkstoff (Röchling VCN, Röchling RFFh, Klaus) ist auf die Ergebnisse R bei Konstanthaltung des Schmiermittels (Nitrobenzol-Raffinat mit HD-Zusatz) von entscheidendem Einfluss, das gleiche gilt von
- b) wobei aus dem geringen Zahlenmaterial noch keine weiteren Schlüsse gezogen werden sollen, bei
- c) hat ein Versuch mit Ferrozell als Lagerwerkstoff bedingtes Interesse. Unter
- d) ist bemerkenswert, dass ohne Zweifel das Ankerungsvermögen der Schmierstoffe (und damit wohl auch die "Schmierfähigkeit") an hochpolierten Gleitflächen geringer ist, als an geeignet gefertigten und gepassten, dann aber durch Sandstrahlmattierung aufgerauten Gleitflächen. Ueberraschend ist unter
- e) die Beobachtung, dass die Wirksamkeit gewisser HD-Zusätze (auch wenn sie nicht wie niedere Chlorkohlenwasserstoffe leicht flüchtig sind) mit der Laufdauer zu schwinden scheint. Die Temperatur der Oelfällung ist dabei weniger aufschlussreich, als die an den Kontaktstellen, und es soll später versucht werden, die hierbei auftretenden Verhältnisse mittels Thermocolor-Farben wenigstens annähernd klarzustellen. Unter
- f) ist schliesslich der Einfluss von Nichteisen-Metallen als Lagerwerkstoff gegenüber Stahl als Lagerkörper deutlich gemacht. Der Wechsel der Lagerwerkstoffe ist für den Reibungs- und Schmierungs Zustand vereinzelt noch kontrastreicher als der Wechsel zwischen aktivierten und nicht-aktivierten Schmierstoffen. Bei den Bronzen erfolgt auch kein eigentliches Verfressen, sondern ein fortgesetzter Abrieb, der sich mit zahllosen flitterigen Teilchen im Öl suspendiert. In einzelnen Fällen zeigt das nicht-aktivierte Öl V (RG 8 als Lager) dieselbe Filmfestigkeit wie das aktivierte Öl O, und zudem auch geringere Reibungswerte R (Lagerwerkstoff RG 8 und PB); in anderen Fällen (Lager PbE) zeigt das aktivierte Öl wieder konstant niedrigere Reibungswerte. Die Versuche sind vorüberhand nicht zahlreich genug, um zu weiteren Ueberlegungen zu berechtigen. - Als sehr tätiger Werkstoff erweist sich
- h) Aluminium-Gleitlagermetall, im Beispielfalle Lg-40, worauf L. v. Schwarz in seinen zahlreichen Entwicklungsarbeiten schon hingewiesen hat. Die Reibungsanzeige liegt bei Lg-40 aussergewöhnlich niedrig. Es wird notwendig sein, zur Beurteilung dieser Verhältnisse, auch massgebliche Kenngrößen für das Verhalten metallischer Werkstoffe zu Rate zu ziehen, was naturgemäss das Bild über Schmierung und Schmierungsfragen kompliziert.

14. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe werden einige Öle in Prüflagern gefahren, die vorher in vorgeschriebener Weise entfettet und dann "gebondert" bzw. "atramentiert" wurden. Die Behandlung der Prüflager erfolgte im besonderen Fall mit "Atramentol K" der IGF, einer mutmasslich nitrathaltigen Zinkphosphatlösung.

Bei Versuch 14 a, b wurde ein hydriertes Braunkohlenteer-Schmieröl der Brabeg (ZK 50 mit d/20 0,877, nL/20 1,4850, 10, 4E/20 = 2,70E/50 = 1,50E/100, η_p 2.11, m 0.03, Farbe n.Ostw. 5) zuerst in unbehandelten, dann in atramentierten Prüflagern gefahren.

000103

Bei Versuch 14c,d wurde ein Bohról blank, (also nicht vermisch mit Wasser) in unbehandelten, wie atramentierten Lagern gefahren; dieses Bohról wurde selbst bereitet aus 27% Emulgator "Trupon HL 25 N", 71% Spindel-Testillat und 2% Wasser. - Bei Versuch 14 e,f wurde unter den gleichen Bedingungen ein Bohról benutzt, welches aus 32% "Trupon HL 25N", 66% Mineralöl Brabag ZR 30 und 2% Wasser hergestellt wurde.

In der folgenden Zahlensaufstellung bedeutet die Belastung, Anzahl der Plattengewichte, R die Reibungsumfangskraft in kg, dt der Temperaturanstieg der Oelfüllung und t/min der auf die Zeiteinheit bezogene Temperaturanstieg. Das Zeichen "x" bedeutet, dass die Prüflager entweder durch Verschweißung festgelaufen waren oder die Kupplungsnase des Prüfzapfens abgewürgt wurde; das Zeichen "-" bedeutet, dass die Prüflager zwar nicht verfressen waren, aber doch mehr oder minder starke Verschleiss Spuren zu erkennen gehen; das Zeichen "+" bedeutet gut erhaltene Laufflächen.

| Modell 1936 | 14a | 14b | 14c | 14d | 14e | 14f |
|-------------|-------------|----------|-------|----------|-------|-----------|
| | | atrament | | atrament | | atrament. |
| P | Werte für R | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 |
| 2 | 3 | 6 | 7 | 5 | 2 | 2 |
| 3 | 7 | 13 | 10 | 8 | 3 | 2 |
| 4 | 21 | 25 | 27 | 15 | 8 | 12 |
| 5 | 30 | 30 | 37 | 29 | 19 | 22 |
| 6 | 44 | 42 | 250 | 47 | 30 | 31 |
| 7 | 52 | 58 | x | 52 | 46 | 34 |
| 8 | 71 | 65 | | 64 | 61 | 54 |
| 9 | 74 | 80 | | 89 | 200 | 58 |
| 10 | 83 | 85 | | 102 | x | 72 |
| 11 | 90 | 95 | | 128 | | 78 |
| 12 | 112 | 120 | | 131-115 | | 105 |
| 13 | 122 | 122 | | 140-128 | | 105 |
| 14 | 132 | 120 | | 114-120 | | 108 |
| 15 | 143 | 123 | | 135-138 | | 113 |
| 16 | 155 | 127 | | 150-108 | | 122 |
| 17 | 200 | - | | 218-230 | | 126-135 |
| 18 | x | - | | - | | - |
| at(°C) | 17-45 | 24-52 | 20-22 | 18-55 | 22-26 | 20-48 |
| t/min(°C) | 3,4 | 3,5 | | 4,1 | | 3,4 |

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 14: In allen drei Fällen erweist sich die Atramentierung der Gleitflächen für die Schmierung als nützlich, wenn auch fallweise bei niedriger Belastung etwas höhere Reibungswerte in Erscheinung treten. Die Atramentschicht vermittelt das bessere Halten des Schmierstoffes an den metallischen Flächen. - Notwendig wird es sein, durch zeitlich länger ausgedehnte Laufversuche die Haltbarkeit der Atramentschicht zu erproben.

15. Versuchsgruppe

In der Versuchsgruppe 15 wurden verschiedene wässrige Emulsionen ohne und mit Atrament-Behandlung der Prüflager erprobt und zwar: Versuch 15a, b viskose Emulsion aus 70 Teilen Bohról (aus 34% Trupon A, 64% Brabag ZR 30 u. 2% Wasser) mit 30 Tln Wasser, - Versuch 15c, d dichtweisse Emulsion aus 50 Teilen dicker Bohról mit 50 Teilen Wasser, - Versuch 15e dichtweisse Emulsion aus 50 Teilen Bohról (27% Emulgator Trupon N, 71% Brabag ZR 30 u. 2% Wasser) mit 50 Teilen Wasser, sowie Versuch 15f, blau-

graue Emulsion aus 25 Teilen Bohrröl (27% Trupon A, 71% Brahabag-Oel, 2% Wasser) mit 0,5% wasserdispersierbarem Kolloidgraphit (Hydrokollag, Riedel de Haen AG) und 74,5 Teilen Wasser, - Versuch 15g, milchweisse Emulsion aus 10 Teilen Bohrröl (54% Trupon, 04% Brahabag-Oel, 2% Wasser) und schliesslich Versuch 15h, i, milchweisse Emulsion aus 10 Teilen aktiviertem Bohrröl "V/Ka 1" (aus 50% Trupon A, 60% Spindelöl mit 8% Trikresylphosphat und 2% Wasser) und 90 Teilen Wasser.

| Modell 1936 | 15a | 15b | 15c | 15d | 15e | 15f | 15g | 15h | 15i |
|-------------|-------------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | - etram - | | | - etram etram - | | | - etram - | | |
| P | Werte für R | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 6 | 16 | 2 | 3 | 6 | 2 | 2 | 3 | 0 |
| 3 | 9 | 20 | 6 | 5 | 16 | 9 | 4 | 5 | 4 |
| 4 | 10 | 29 | 18 | 17 | 18 | 13 | 13 | 8 | 13 |
| 5 | 25 | 41 | 28 | 32 | 27 | 19 | 23 | 20 | 19 |
| 6 | 48 | 57 | 50 | 41 | 41 | 20 | 28 | 31 | 29 |
| 7 | 57 | 75 | 64 | 56 | 54 | 26 | 35 | 33 | 31 |
| 8 | 73 | 98 | 78 | 71 | 59 | 31 | 46 | 47 | 49 |
| 9 | 240 | 107 | 88 | 80 | 76 | 28 | 48 | 50 | 51 |
| 10 | x | 105 | 92 | 105 | 78 | 32 | 64 | 64 | 60 |
| 11 | | 112 | 110 | 101 | 80 | 33 | 72 | 68 | 69 |
| 12 | | 240 | 240 | 111 | 90 | 36 | 99 | 81 | 81 |
| 13 | | x | x | 137 | 94 | 37 | 94 | 85 | 90 |
| 14 | | | | 200 | 104 | 39 | 95 | 100 | 100 |
| 15 | | | | x | 117 | 40 | 101 | 104 | 100 |
| 16 | | | | | 127 | 34 | 200 | 117 | 104 |
| 17 | | | | | 130 | 36 | x | 118 | 112 |
| 18 | | | | | - | + | | 123 | 119 |
| 19 | | | | | | | | + | + |
| 20 | | | | | | | | | |
| dt(°C) | 25-31 | 25-34 | 20-30 | 22-47 | 25-40 | 20-38 | 20-48 | 22-44 | 30-47 |
| t/min(°C) | 1,5 | 1,8 | 2,7 | 3,5 | 2,5 | 1,4 | 2,8 | 2,4 | 2,0 |
| pH-wert | 7,2 | 7,2 | 7,1 | 7,1 | | | 6,9 | 6,5 | 6,5 |

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 15: Man könnte rein gefühlsmässig der Erwartung sein, dass die Schmierkraft von Emulsionen umso besser sei, je geringer der Wasseranteil in ihnen ist. Diese Versuchsreihe erweist das Gegenteil, und man findet nun auch sehr rasch zu einer Erklärung, indem man annehmen muss, dass die Schmierfähigkeit von Emulsionen mit dem Grade ihrer dispersen Aufbereitung zunimmt. Erwartungsgemäss müsste dieses Schmierverhalten von Emulsionen mit deren optimaler Haltbarkeit kulminieren. Die optimale Haltbarkeit derartiger Mineralöl-Emulsionen ist erfahrungsgemäss bei 5-10% Oelanteil in der Emulsion gegeben, und tatsächlich wächst auch die Schmierfilmfestigkeit in dieser Richtung. Die Atramentierung der Prüflager hat einen durchwegs günstigen Erfolg, denn sie begünstigt das Ankerungsvermögen der Emulsion an den Metallflächen. Ueberraschend ist in diesem Zusammenhang der Effekt von wasserdispersiertem Kolloidgraphit (Versuch 15f); man ist geneigt, aus diesem Resultat günstige Voraussetzungen zu machen für die Verwendung graphitierter Emulsionen beim Tiefziehen stramentierter Bleche oder Stadien. Beim Vergleich der Versuche 15g und 15h, i fällt auf, dass sich die Aktivierung des Mineralölbestandteils durch Trikresylphosphat deutlich zur Geltung bringt. Dies ist nur möglich, wenn im Schmiervorgang zwischen den im Bereich fortgesetzten Verschleisses wirkenden Flächen die Oelteilchen (von meist nicht über 1-3 μ) aufgeschlossen werden und an den Gleitflächen zur Wirkung kommen. Es dürfte sich aus dieser

Ueberlegung heraus die folgerung als berechtigt ergehen, für schwerere Zerspanungsarbeiten (etwa anstelle von nicht mit Wasser mischbaren Schneidölen) aktivierte Mineralöl-Emulsionen einzusetzen.

16. Versuchsgruppe

In dieser Versuchsgruppe wird das "Bohrmittel H6" der IGF (Kogasin-Sulfonat auf dem Wege über das Sulfochlorid) blank und in verschiedenen Wassereinstellungen betrachtet, sowie andere Metallbearbeitungs-Emulsionen und Geschwebe-Dispersionen in hoher Verdünnung und mit Zusätzen gelierender Verdickungsmittel ("Colloresin" IGF, "Tylose" Kalle & Co).

Versuch 16a verwendet H6 blank im unbehandelten Lager, - Versuch 16 b eine Emulsion von 10% H6 mit 90% Wasser im unbehandelten Lager, - Versuch 16c dieselbe im atramentierten Lager, - Versuch 16d 5%ige H6-Emulsion, unbehandeltes Lager, - Versuch 16e verwendet eine 2%ige Dispersion von Kolloidschwefel "Cosan" (Riedel-de Haen) in 98% Wasser, bei Benutzung eines unbehandelten Lagers, - Versuch 16f eine 2%ige Dispersion von Kolloidgraphit "Hydrokollag" (Riedel-de Haen) in Wasser, mit unbehandeltem Lager, - Versuch 16g eine Kombination: 6% H6, 2% Cosan, 90% Wasser, atramentiertes Lager, - Versuch 16h eine Kombination: 8% H6, 2% Hydrokollag, 90% Wasser, atramentiertes Lager. - Bei Versuch 16i kommt im unbehandelten Lager eine Quellung der 1%-igen wasserlöslichen Cellulose "Colloresin" der IGF zur Anwendung, - bei Versuch 16k die Kombination von 90 Teilen dieser 1%-igen Cellulose-Quellung mit 10% Bohrröl, im unbehandelten Lager. - Versuch 16 l zeigt die 2,5%ige Emulsion des mit Trikresylphosphat aktivierten Emulsionsöles "V/Ka 1" (vgl. Seite 25) in Wasser, Lager unbehandelt, - Versuch 16 m eine 2,5%-ige H6-Lösung, Lager unbehandelt, - und Versuch 16n eine 3%ige Schmierseifenlösung, Lager unbehandelt. - Es kommen nunmehr 1%-ige Emulsionen zur Erprobung und zwar Versuch 16 o 1% "V/Ka 1", Lager unbehandelt. Fortsetzung Textteil Seite 27)

Modell 1936 . 16a . 16b . 16c . 16d . 16e . 16f . 16g . 16h . atram . atram . atram . atram .

| P | Werte für R | | | | | | | |
|-----------|-------------------------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 48 | 3 | 1 | 2 |
| 4 | 3 | 9 | 16 | 11 | 55-60 | 22 | 10 | 9 |
| 5 | 14 | 19 | 23 | 20 | 80-100 | 42 | 22 | 15 |
| 6 | 26 | 28 | 36 | 30 | 140-230 | 47 | 25 | 20 |
| 7 | 28 | 33 | 52 | 36 | 250 | 62 | 42 | 26 |
| 8 | 45 | 43 | 58 | 47 | - | 68 | 40 | 28 |
| 9 | 48 | 52 | 74 | 55 | - | 95-115 | 55 | 39 |
| 10 | 62 | 54 | 72 | 59 | - | 130-140 | 60 | 41 |
| 11 | 66 | 71 | 93 | 67 | - | 160-165 | 73 | 45 |
| 12 | 71 | 72 | 94 | 79 | - | 172-168 | 78 | 50 |
| 13 | 100 | 76 | 99 | 84 | - | 195-185 | 100-95 | 63-59 |
| 14 | 104 | 106-119 | 119 | 97 | - | 198-182 | 109-140 | 75-69 |
| 15 | 109 | 131-167 | 121 | 102 | - | 200-192 | 115-145 | 80-75 |
| 16 | 123 | 179-172 | 126 | 105 | - | 203 | 130-150 | 82 |
| 17 | 128 | 178-159 | 153 | 114 | - | 219 | 140-130 | 85 |
| 18 | + | - | + | 129 | - | 223 | 173 | 92 |
| 19 | - | - | - | 174-184 | - | 223-210 | + | + |
| 20 | - | - | - | - | - | 230-250 | - | - |
| dt(°C) | 22-53 | 29-58 | 20-46 | 24-46 | 31-44 | 24-63 | 33-56 | 33-45 |
| t/min(°C) | 3,7 | 3,4 | 3,0 | 2,6 | 3,8 | 3,9 | 2,4 | 1,3 |
| pH | - | 7,0 | 7,0 | - | 6,3 | 8,3 | 6,3 | - |

Versuch 16p 1% H_2O , Lager unbehandelt, - Versuch 16q 1%Schmierseife-
 Lösung, Lager unbehandelt, - Versuch 16r 1%SchmierseifeLösung, La-
 ger atramentiert, - Versuch 16s 1%ige Bohrl-Emulsion, Lager un-
 behandelt und Versuch 16t 1%ige Bohrl-Emulsion, Lager atramen-
 tiert, - Bei Versuch 16u kam in unbehandeltem Lager lediglich
 eine Dispersion von 0,5% Hydrokollag in Wasser zur Anwendung
 und bei Versuch 16v die gleiche Graphit-Dispersion in atramen-
 tiertem Lager, - Versuch 16w zeigt eine Kombination von 1% H_2O ,
 0,13% Colloresin, Rest Wasser, Lager unbehandelt, - Versuch 16x
 die Kombination 1% H_2O , 0,4% Colloresin, Rest Wasser, Lager unbehand-
 delt und - Versuch 16y 1% V/Ka 1", 0,4% Colloresin, Rest Wasser,
 Lager unbehandelt, - Bei Versuch 16z wurde ein unbehandeltes
 Prüflager schliesslich nur in einem vorschriftmässigen Atra-
 mentierbad, bestehend aus 4,8 Vol.% Atramental K, 4 Vol.% Atra-
 ment-Beschleuniger u. 91,2% Wasser gefahren.

Modell 1936 . 16a .. 16k .. 16l . . 16m . 16n

| P | ..... | Werte für B | ..... | ..... | ..... |
|-----------|---------|-------------|---------|---------|--------|
| 2 | 15-18 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 4 | 50-55 | 10 | 15 | 19 | 10 |
| 5 | 78-95 | 22-25 | 27 | 32 | 19 |
| 6 | 115-250 | 39 | 41 | 39 | 21 |
| 7 | x | 61-64 | 52 | 47 | 27-23 |
| 8 | | 68 | 64 | 55 | 28 |
| 9 | | 100-250 | 76 | 65-61 | 31-28 |
| 10 | | x | 86 | 70-67 | 36-32 |
| 11 | | | 97 | 78-73 | 37 |
| 12 | | | 105 | 85 | 45-40 |
| 13 | | | 110-106 | 93-89 | 47-44 |
| 14 | | | 109-105 | 100-92 | 51 |
| 15 | | | 112-109 | 103 | 57 |
| 16 | | | 118 | 114 | 60 |
| 17 | | | 125 | 126 | 67 |
| 18 | | | 130 | 140-150 | 74 |
| 19 | | | 136 | 168-162 | 85-79 |
| 20 | | | 142 | 179-181 | 100-91 |
| | | | + | + | + |
| dt(°C) | 18-24 | 23-28 | 22-54 | 18-46 | 23-39 |
| t/min(°C) | | | 3,1 | 2,8 | 1,6 |
| pH | | | 6,9 | 6,9 | 9,3 |

| P | 16 o | 16p | 16q | 16r | 16s | 16t |
|----|-------|-----|-----|--------|---------|-----------|
| | | | | atram. | | atrament. |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 7 | 1 | 1 |
| 4 | 6 | 4 | 7 | 21 | 5 | 7 |
| 5 | 14 | 8 | 9 | 28-25 | 8 | 12 |
| 6 | 18 | 10 | 11 | 31 | 9 | 18 |
| 7 | 24 | 9 | 15 | 35-32 | 15 | 24-28 |
| 8 | 33 | 11 | 17 | 41 | 22 | 34 |
| 9 | 35 | 15 | 20 | 53-65 | 25 | 40 |
| 10 | 38-50 | 20 | 22 | 80 | 40-90 | 49 |
| 11 | 34-40 | 20 | 25 | 85-80 | 140-245 | 56-65 |
| 12 | 43 | 21 | 29 | 81 | x | 100-115 |
| 13 | 55 | 24 | 32 | 90 | | 140-245 |
| 14 | 65-70 | 28 | 33 | 99 | | x |

Fortsetzung ./. |

| Porta. | 16 o | 16p | 16q | 16r | 16s | 16t |
|-----------|---------|-------|-------|---------|-------|--------|
| P | - | - | - | atram. | - | atram. |
| 15 | 85-89 | 30 | 38 | 106-109 | | |
| 16 | 103-98 | 35-40 | 40 | 120-130 | | |
| 17 | 125 | 49 | 45 | 140-155 | | |
| 18 | 125-250 | 49 | 48-43 | 180-245 | | |
| 19 | - | 55-58 | 52 | x | | |
| 20 | - | 58-60 | 55-60 | | | |
| | | - | + | | | |
| dt(°C) | 20-38 | 22-32 | 11-27 | 20-43 | 20-24 | 22-28 |
| t/min(°C) | 1,7 | 1,0 | 1,6 | 2,6 | | |
| pH | | | 8,3 | 8,3 | 6,8 | 6,8 |

| | 16u | 16v | 16w | 16x | 16y | 16z |
|-----------|---------|---------|-------|-------|--------|---------|
| P | - | atram. | - | - | - | - |
| 2 | 4 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 |
| 4 | 30-37 | 20 | 10 | 6 | 16 | 25-30 |
| 5 | 55-59 | 33 | 13 | 8 | 23 | 65-75 |
| 6 | 75-80 | 50 | 18 | 11 | 30 | 150-230 |
| 7 | 96 | 64 | 20 | 15-20 | 42-50 | 80-230 |
| 8 | 120-125 | 74-75 | 22 | 24 | 64 | - |
| 9 | 185-195 | 80-90 | 27 | 31 | 85-100 | |
| 10 | 220-210 | 96 | 33 | 41 | 245 | |
| 11 | 245 | 110-115 | 37 | 48-43 | x | |
| 12 | + | 140-150 | 41 | 47 | | |
| 13 | | 170-175 | 42 | 51 | | |
| 14 | | 190-180 | 45 | 60-80 | | |
| 15 | | 182-185 | 46 | 245 | | |
| 16 | | 194-175 | 52-55 | x | | |
| 17 | | 189-193 | 57 | | | |
| 18 | | 215-220 | 61 | | | |
| 19 | | 245 | 66-62 | | | |
| 20 | | x | + | | | |
| dt(°C) | 22-50 | 21-55 | 19-29 | 16-23 | 19-26 | - |
| t/min(°C) | 5,1 | 3,0 | 1,0 | 1,0 | 1,3 | |

Erkenntnisse aus Versuchsgruppe 16: Das Bohrmittel H₅ der IGF hat in reinem Zustande eine hohe Filmfestigkeit und zeigt Reibungswerte, die sogar niedriger liegen wie die der fetten Oele. Die Laufflächen der Lager sind nach hoher Beanspruchung blank und riefenfrei. Eine 10%ige H₅-Lösung in Wasser zeigt ein ähnlich günstiges Verhalten. Verwendet man bei 10%iger H₅-Lösung ein stramentiertes Lager, so liegt die Reibungsanzeige bei niedriger Belastung merklich höher, was durchaus erklärt werden kann. Erstaunlich ist, dass sich die 5%ige H₅-Lösung noch günstiger verhält als das blanke Produkt und die 10%ige Lösung. - Wider Erwarten befriedigt die 2%ige Dispersion von Kolloidschwefel (Cosan) in keiner Weise. Wesentlich günstiger verhält sich wasserdispensierbarer Kolloidgraphit (Hydrokollag) in gleicher Konzentration. - Ueberraschend ist aber, dass Kolloidschwefel in Kombination mit wasser-emulgierbaren Fettstoffen nicht nachteilig wird; es scheint sogar, dass er in der Kombination: 8% H₅, 2% Cosan (vgl. 16g) gegenüber 10% H₅ (vgl. 16c) bei hoher Belastung gewisse Vorteile bringt, denn die Reibungsanzeige liegt merklich niedriger und die Prüflager sind nach dem Lauf mit Ueberlastung völlig riefenfrei, was bei 10%iger H₅-Lösung allein nicht der Fall ist. Ungleich günstiger aber verhält sich die Kombination: 8% H₅, 2% Hydrokollag; die Reibungswerte bleiben aussergewöhnlich niedrig, die Laufflächen des Prüflagers bleiben in denkbar bestem Zustande; die Boderung ist vorteilhaft.

Wasserquellhere Cellulose ist, wie nicht anders zu erwarten, kein Schmiermittel; auch das Schmierverhalten einer 10%igen Bohrröl-Emulsion, deren Viskositäts-erhöhung in gewissen Fällen nützlich wäre, wird durch dieses und ähnliche Verdickungsmittel nicht günstig beeinflusst. - Die 2,5%ige Emulsion des aktivierten Emulsionsöls "V/Ka 1" verhält sich gleich günstig einer ebenso konzentrierten HÖ-Lösung; bei hohen Brücken zeigt die aktivierte Emulsion sogar niedrigere Reibungswerte. - Von unerreicht günstigem Schmierverhalten ist eine 5%ige Schmierseifenlösung, und hier finden die Erfahrungen alter Praktiker beim Draht- und Blechziehen ihre Bestätigung, denen zufolge Seifenlösungen nicht ohne weiteres bei Ziehvorgängen ersetzt werden können. Immer wieder zeigen sich Seifenlösungen den gewöhnlichen Bohrröl-Emulsionen deutlich überlegen, was in der Standzeit der Matrizen und der Oberflächenfertigung der Stadien unverkennbar zum Ausdruck kommt.

In den beiden Abbildungen Seite -20- ist dargestellt, dass bei Bohrröl-Emulsionen (in gleicher Weise natürlich auch bei HÖ-Lösungen) mit dem Grade der Verdünnung die Reibungswerte absinken; 1%ige Dispersionen haben ersichtlich noch niedrigere R- und μ -Werte, als 10%ige Dispersionen. Man könnte geneigt sein, zu sagen, dass sich hierbei eben die Kühlwirkung des Wassers als wesentlicher erweise denn die Schmierwirkung des Öles. Diese Meinung lässt sich aber sofort widerlegen, denn bei einer 10%igen Cellulosequellung in Wasser ist die Kühlwirkung der Letzteren in gleicher Weise vorhanden; es lässt sich bei diesem Ansatz aber weder niedere Reibungswerte, noch Filmkraft des gelösten Stoffes entwickeln. So bleibt für das günstige Schmierverhalten hochverdünnter Bohrröl-Emulsionen, besonders wenn sie, nach einer Idee des Berichterstatters, aktiviert sind, (vgl. 150) nur die Erklärung über, dass die Öltröpfchen-Auflagerung auch bei dieser Verdünnung noch ausreichende Schmierung gewährleistet; allerdings ist die Filmfestigkeit einfacher Bohrröl-Lösungen (vgl. 160) beschränkt. Vergleicht man die Abbildungen Seite -20- mit denen von Seite -21- und -22-, welche das Schmierverhalten nicht-wassermischterer Öle darstellen, so findet man, dass die R- und μ -Werte der Emulsionen wesentlich niedriger liegen als die der blanken Öle. In der Praxis der Metallbearbeitung findet sich für dieses Ergebnis vorerst noch keine Parallele.

Ein besonders interessantes Bild gibt die Versuchsreihe 100a, mit dem Vergleich 10iger Emulsionen untereinander. Die Filmfestigkeit der 10igen einfachen Bohrröl-Emulsion (10a) ist mit 11P beschränkt; dieselbe ist mit 18P bei einer aktivierten Bohrröl-Emulsion (10b) ganz wesentlich höher. Allerdings zeigt sich bei hoher Belastung auch hier ein starkes Ansteigen der Reibungswerte, sodass die 10ige HÖ-Lösung diesbezüglich günstiger abschneidet. Mit der Letzteren aber ist der Endzustand der Gleitflächen kein erfreulicher mehr, denn Riefenbildungen an Zapfen und Lagerhälften ist bei Versuch 10b unverkennbar. Den besten Effekt hat auch hier die 10ige Seifenlösung (10c). Die Reibungsmomente bei 10igen Emulsionen und Gleitflächen von hoher Feinbearbeitung sind hier aussergewöhnlich niedrig. Sobald man diesen Feinbearbeitungszustand durch Atramentierung aufhebt, steigen die Reibungswerte ganz beträchtlich an (vgl. 16r gegenüber 16q), aber bei Schmierstoffen oder Schneidflüssigkeiten mit unzureichender Filmfestigkeit bzw. Haftvermögen, ist die Atramentierung oder eine ähnliche Oberflächenbehandlung der Gleitflächen nützlich (vgl. 16t gegenüber 16a).

Die Atramentierung hat auch einen ersichtlich günstigen Effekt, wenn man nur wässrige Kolloidgraphit-Dispersionen (vgl. 16u, 16v) in Anwendung bringt. - Aus den Versuchen 16w-y ist zu erkennen, dass "Verdickungsmittel" für Emulsionen, wie "Collorasin" (IGF), "Lete-koll" (IGF), "Collaseroal" (IGF) und die verschiedenen "Tylose"-Marken (IGF/Kalle & Co) nur bei hoher Verdünnung den Schmiereffekt von Mineralöl-Emulsionen, Typ Oel-in-Wasser nicht beeinträchtigen. - Interessenthalber wurde diese Versuchsgruppe beschliessend, ein Versuch nur mit vorschriftsmässig eingestellter Atramentierbad-Lösung als "Schmiermittel" gefahren, da schon mehrfach mit frappantem Erfolg Bonder- und Atramentiersalz-Lösungen als Schneidflüssigkeiten bei der Metallzerpannung erprobt wurden. Das Ergebnis hier befriedigt nicht; das Prüflager lief unter lautem Kreischen, und, nur halb von Flüssigkeit bedeckt, unter Wasserdampfentwicklung, allerdings ohne endgültig zu verfressen; in Zapfen- und Lagerflächen hatten sich tiefe Laufspuren eingegraben.

Zum Abschluss dieses Berichtes, sei kurz darauf verwiesen, dass es notwendig ist, Zapfen und Prüflager vor und nach dem Versuch einer genauen optischen und wenn möglich mechanisch-technologischen Kontrolle zu unterziehen.

Soferne Stahlzapfen und Stahllager nicht miteinander verfressen und die Schmierstoffe (Mineralöle bis zu begrenzter Belastbarkeit, Fettsäure bis zu hoher Belastung) frei sind von chemisch wirkenden Grenzflächenzusätzen, zeigen sich in den Lagerhälften schmale, blank gefahrene Laufspuren von 2-3 mm Breite in Achsrichtung. - Beim etwaigen Verschleissen unter Ueberlastung solcher Stahllager wird Material aus den Lagerhälften bis zu 1 mm Rillentiefe herausgerissen und wulstförmig an dem Zapfen festgeschweisst; dass lokal hierbei enorme Reibungstemperaturen auftreten, ist ohne weiteres klar.

Von den chemisch wirkenden Zusatzstoffen erzeugen organische Phosphor-Verbindungen einen bläulichen Laufspiegel; die Prüflager verfressen hierbei nicht, es könnte sich um Anlauffarben handeln, gegebenenfalls auch um eine irrisierende Schicht organischer Fe-P-Verbindungen. Dieser Laufspiegel ist rostlicher. K.O. Müller (Oel u. Kohle 1958, 437) hat bei seinen Laufversuchen mit gekapselten Getrieben im verlustlos gesammelten Oel bei Hochdruckschmiermitteln auf S- und P-Basis aber zweifelsfrei eine teilweise beträchtliche Steigerung des Aschegehaltes der Öle nachgewiesen. Es scheint also, dass P-Zusätze in Schmierstoffen nur das Verschleissen gleitender Flächen unter Ueberlastung verhindern, nicht aber den Abrieb derselben, zumal anzunehmen ist, dass teils pieleweise Trikresylphosphat durch lokale Ueberhitzung in Phosphorsäure und Kresol gespalten wird und mit beiden Spaltstücken kontinuierlich korrodiert.

Hochdruckzusätze auf Schwefel-Basis erzeugen stets eine Schwärzung der Laufflächen der Zwerglager in der Almen-Wieland-Maschine, soferne der Schwefel irgendwie aktiv ist. Diese Schwärzung wird nicht beobachtet bei Mineralölen, die von Natur auf schwefelhaltig sind, und, wie bekannt, den Schwefel auch meist in der inaktiven, nicht-korrodierten Form enthalten. In der Merkaptan-Bindung, in Paktis, aber auch als elementarer Schwefel wird er (um mit Blok zu sprechen) durch die "Temperaturblitze" der einklinkenden Gleitflächenhocker verflüssigt und derart aktiviert, dass er auf den Gleitflächen ausgesprochene Sulfidschichten entwickelt. Es ist anzunehmen, dass die Sulfidschichten fortschreitendem Verschleiss und fortschreitender Reibbildung unterliegen. Selbst bei Kolloidschwefel in wässriger Dispersion ist eine

Sulfidierung der Laufrillen erkennbar; die Sulfidierung der Gleitflächen wird sofort deutlich, wenn elementarer Schwefel mit organischen Substanzen, also nicht-wassermischbarem Öl, aber auch emulgierbarem Öl (Bohröl) oder Emulgatoren ("H₂O" usw.) kombiniert ist. Sulfidschichten schützen bei Stahl vor atmosphärischer Anrostung, auch wenn nur S-Wasser-Dispersionen oder, S-hältige, wässrige Emulsionen zur Anwendung kamen.

Chlorkohlenwasserstoffe der mannigfachsten Art oder andere chlorierte organische Verbindungen als Schmierstoffzusätze verhalten sich bei den gebrauchten Prüflagern spätestens nach wenigen Wochen Lagerzeit durch unverkennbare Rostspuren. Es wird demnach berechtigt sein, den Gebrauch derartiger Zusätze auf jene Fälle der Metallbearbeitung (Zerspanung und spanlose Formung) zu beschränken, die eine Nachbearbeitung erfordern, sodass die Frage der Korrosion auf bearbeiteten Werkstücken von untergeordneter Bedeutung ist. Auf Cl-zusätze in Hochdruckschmiermitteln für Getriebe und hochbelastete Lager wird man verzichten müssen.

Graphitierte wässrige Dispersionen hinterlassen auf den Prüflagern ebenfalls eine deutliche Schwärzung.

Die Atramentierung der Prüflager bewirkt die bekannte Grauschwarzverfärbung und Mattierung auf Stahl und Eisen.

Es wird nicht uninteressant sein, bei künftigen Messungen zur Feststellung der Temperaturzonen in den Prüflagern die sog. "Thermocolor-Farben" zur Anwendung zu bringen. An den Stellen fortgesetzten örtlichen Verschleisses wird eine Temperaturmessung natürlich auf diese Weise nicht möglich sein. Jedenfalls hat die Messung der Gelbad- oder Emulsionstemperatur solange nicht viel Sinn, solange es nicht möglich ist, die Wärmestrahlung des Prüfgelasses entsprechend abzumessern. Aus diesem Grunde sind die diesbezüglichen Ergebnisse in der Besprechung derselben nicht ausgewertet worden.

W. H. D. D. D. D.

+++++

090122

Bag 4056

4. Development of a new
high-pressure viscosity meter.

Betrifft: Forschungsauftrag Wehrm. Nr. 4010-0015-9511/43, Sonderstufe SS-44, OKH, We. Prüf. 6 (Ive) v. 10. 2. 1944 - Feststellung über die thermische Beanspruchung von Ölen in Zahnrad- u. Flüssigkeitsgetrieben, insbes. f. Wehrmachtzwecke. - Tätigkeitsbericht.

Hauptteil I: Entwicklung eines neuen Hochdruckviskosimeters

Vorbemerkung: Herr Dipl. Ing. Karl Heilmeyer, Ingenieur der Bayr. Motorenwerke AG, Werk München-Allach, hat sich im Frühjahr 1944 beim Berichtersteller mit der Dissertation "Entwicklung eines neuen Hochdruckviskosimeters" angemeldet. Er erhielt den Auftrag, ein neues Viskosimeter zu bauen, das mechanisch einwandfrei arbeitet und gestattet, Zähigkeitsmessungen an Ölen und anderen Flüssigkeiten bei Drücken bis zu 5000 kg/cm² auszuführen. Über den Fortschritt der Arbeit gab Herr Heilmeyer drei Berichte ab, deren wesentliches Ergebnis nachfolgend kurz zusammengefasst wird.

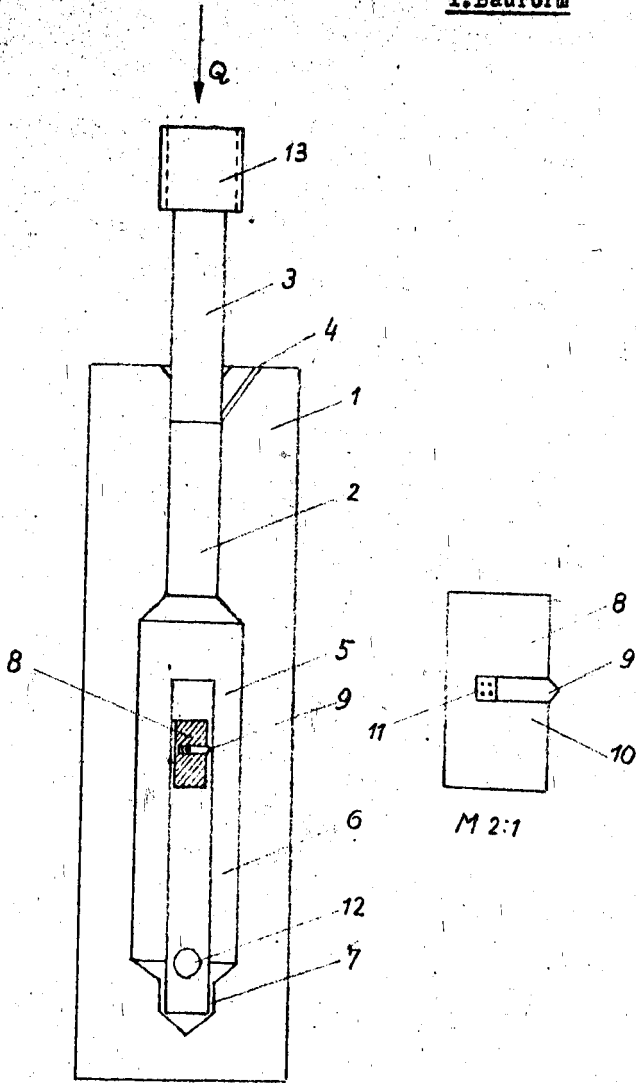
1. Bauform des Druckviskosimeters, Bericht vom 30. 4. 1944. - Abb. 1

Das zylindrische Gehäuse (1) hat in seinem oberen Teil eine geläppte Bohrung (2). In dieser Bohrung saugend eingepasst gleitet der Kolben (3), auf den durch eine Presse beliebiger Konstruktion der Druck Q ausgeübt wird. Da der ganze Hohlraum des Gehäuses mit dem zu prüfenden Öl angefüllt ist, entsteht in diesem Öl unter der Wirkung von Q der Druck $P = \frac{Q \cdot F}{F}$ (F = Kolbenfläche). Durch geeignete Wahl von Q kann also jeder gewünschte Öldruck in dem gesamten Hohlraum des Gehäuses erzielt werden. Damit der Kolben (3) beim Einsetzen in die Bohrung zunächst etwas Führung bekommt, ist eine Bohrung (4) vorgesehen, durch die das vom Kolben verdrängte Öl abfließen kann, bis der Kolben beim weiteren Abwärtsgleiten die Bohrung verschliesst. In dem Hohlraum (5) steht ein Rohr (6), welches mit seinem unteren Ende in der Bohrung (7) mit Schiebeseit steckt. Der Aussendurchmesser dieses Rohres ist kleiner als der des Kolbens (3), so dass das Rohr durch die Bohrung (2) aus dem Gehäuse (1) herausgezogen bzw. wieder eingeführt werden kann. Im Inneren des Rohres (6) befindet sich ein zylindrisches Fallgewicht (8), das in dem Rohr mit genügendem Spiel frei fallen kann, wenn es nicht durch den gedehnten Bremsstift (9) im Rohr festgeklemmt wird. Der Bremsstift (9) gleitet wie ein Kolben in einer radialen Bohrung (10) des Fallgewichtes und wird durch eine Feder (11) aus der Bohrung heraus an die Innenwand des Rohres (6) gedrückt. Entsteht nun unter der Wirkung des vom Kolben (3) ausgeübten Druckes in dem alle Hohlräume ausfüllenden Öl ein größerer Druck, so wird durch den Öldruck der Bremsstift (9) gegen die Wirkung der Feder (11) in der Fallgewicht hingedrückt, das Fallgewicht wird dadurch im Rohr frei beweglich und sinkt nach unten, wobei es durch die Bohrung (12) das im Rohr befindliche Öl verdrängt. Die Sinkgeschwindigkeit des Fallgewichtes ist dann ein Maass für die Viskosität des zu prüfenden Oeles bei dem eingestellten Druck und der herrschenden Temperatur. Nach Wegnahme der Last Q von dem Kolben (3) verschwindet der im Öl herrschende Druck wieder, der Bremsstift wird durch die Federkraft (11) aus seiner Bohrung herangezogen.

000113

000114

Abb. 1
Druckviskosimeter n. Heilmeyer
1. Bauform



M 1:1

M 2:1

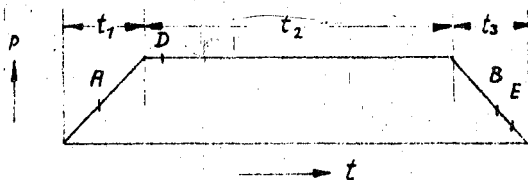
und klemmt das Fallgewicht im Rohr (6) in der Höhe fest, bis zu der es während der Dauer der Oeldruckes herabgesunken ist. Die vom Fallgewicht während der Dauer t des Oeldruckes durchfallene Höhe H wird nach Herausnahme des Rohres (6) aus dem Gehäuse (1) gemessen. Die Sinkgeschwindigkeit $v = H:t$ ist nun das Mass für die gesuchte Druckviskosität. Wird die Zeit t bei allen Versuchen und beim Eichn des Druckviskosimeters stets gleich lang gewählt, so wird durch die durchfallene Höhe H allein die Druckviskosität bestimmt. Das Eichn des Viskosimeters geschieht durch Einfüllen verschiedener Öle von bekannter Viskosität und Bestimmung der zugehörigen Sinkgeschwindigkeit des Fallgewichtes.

Diskussion der beim Messvorgang im Druckviskosimeter auftretenden Druck- und Bewegungsvorgänge.

a) Der Druck: Der Druck p entsteht im Viskosimeter nicht plötzlich, sondern steigt, vom Normaldruck ausgehend, innerhalb der Zeit t_1 an, bis der Prüfdruck erreicht ist. Während der Zeit t_2 herrscht gleichbleibend der Prüfdruck p . Nach Entlastung des Druckkolbens sinkt der Druck innerhalb der Zeit t_3 wieder auf Normaldruck ab (Abb. 2a).

b) Ausklinken des Fallgewichtes. Das Fallgewicht wird, wie bereits beschrieben, durch den Oeldruck automatisch ausgelöst, und beim Zurückgehen des Druckes wieder festgebremst, bei welchem Druck bzw. nach welcher Zeit das Ausklinken und Festbremsen erfolgt, liegt nicht genau fest. Durch Versuche wird jedoch nachgewiesen, dass das Ausklinken mit Sicherheit vor Erreichen vollen Prüfdruckes p , d. h. also innerhalb der Zeit t_1 erfolgt (Punkt A in Abb. 2a). Das Festbremsen des Fallgewichtes erfolgt mit Sicherheit während oder nach Ablauf der Zeit t_3 (Punkt B, Abb. 2a).

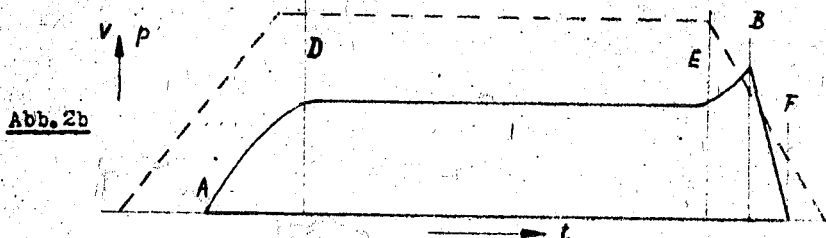
Abb. 2a



c) Beschleunigung und Verzögerung. Die für den Prüfvorgang wesentliche, konstante Sinkgeschwindigkeit der Fallgewichtes wird erst nach einer gewissen Beschleunigungszeit erreicht, welche im Augenblick des Ausklinkens beginnt. Die Dauer des Beschleunigungsvorganges kann rechnerisch nicht einwandfrei ermittelt werden. Das Ende des Beschleunigungsvorganges liege angenommen bei Punkt D (Abb. 2a). Von Punkt D ab stellt sich eine konstante Sinkgeschwindigkeit ein, bis zum Augenblick der Entlastung des Druckkolbens, also bis zu Punkt E. Von Beginn der Druckentlastung bis zum Auslösen der Bremse des Fallgewichtes sinkt mit sinkendem Druck auch die Viskosität, so dass während dieser Zeit eine neuerliche Beschleunigung des Fallgewichtes eintreten wird. Durch die in Punkt E ausgelöste Bremse wird endlich die Bewegung rasch bis zum Stillstand verzögert. Die bei D beginnende Verzögerung möge bei Punkt F zum Stillstand führen.

d) Eliminierung der Störungen durch den An- und Auslauf der Sinkbewegung des Fallgewichtes. Aus Abb. 2b ist ersichtlich, dass die Sinkgeschwindigkeit v des Fallgewichtes zwischen den Punkten D und E gleichförmig verläuft, während sie vor D und nach E ungleichförmig ist. Um die ungleichförmigen Bewegungen-

anteile des Fallgewichtes aus dem Prüfvorgang zu eliminieren, wird folgende Methode angewandt; Jede Messung erfolgt ceteris paribus mit zwei verschiedenen langen Gesamtzeiten $t(\text{ges } 1)$ und $t(\text{ges } 2)$. Da alle anderen Vorgänge bei diesen beiden Messungen



gleich sind, so unterscheiden sich die beiden Messungen nur durch eine verschiedene Länge des zwischen D und E liegenden Stückes der v -Kurve (Abb. 2b). Ist nun die während der Zeit $t(\text{ges } 1)$ durchfallene Höhe h_1 und die während der Zeit $t(\text{ges } 2)$ durchfallene Höhe h_2 , so wird die Höhe $h_2 - h_1$ in der Zeit: $t(\text{ges } 2) - t(\text{ges } 1)$ mit der konstanten Geschwindigkeit v durchfallen:

$$v = \frac{h_2 - h_1}{t(\text{ges } 2) - t(\text{ges } 1)} \quad (1)$$

Die ermittelte Sinkgeschwindigkeit v ist also von den störenden Einflüssen des An- und Auslaufes vollkommen befreit, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die Bedingung erfüllt ist: $t(\text{ges } 1) = t_a + t_e$

2. Bauform des Druckviskosimeters, Bericht vom 7.9.1944 - Abb. 3

Entgegen der in Abb. 1 gezeigten I. Esuert wird das Fallgewicht nunmehr in der nachfolgend beschriebenen Art ausgeführt: In den zylindrischen Körper (1) des Fallgewichtes ist in einer offen liegenden Ausfräsung ein kissenartiger, luftgefüllter Membrankörper (2) angeordnet. Durch diesen Membrankörper werden zwei Bremsstifte (3) auseinandergedrängt, bis sie mit ihren Spitzen auf die Innenwand des Fallrohres (4) aufstossen und so das Fallgewicht im Fallrohr festbremsen. Die Bremsstifte sind in Büchsen (5), die in den Fallgewichtkörper eingepresst sind, leicht beweglich gelagert. Wird nun die in Fallrohr befindliche Flüssigkeit unter Druck gesetzt, so wird der Membrankörper zusammengedrückt. Dadurch werden die Bremsstifte nicht mehr gegen die Fallrohr-Innenwand gedrückt und das Fallgewicht wird im Fallrohr frei beweglich; es sinkt unter dem Einflusse seiner Schwere nach unten. Verachsendet der Flüssigkeitsdruck im Fallrohr wieder, so dehnt sich der Membrankörper wieder aus, drückt die Bremsstifte gegen die Fallrohrwand und bremst das Fallgewicht fest. Das Fallgewicht sinkt also genau so lange, als die umgebende Flüssigkeit unter Druck steht. Zur zentrischen Führung des Fallgewichtes im Fallrohr sind an oberen und unteren Ende desselben je drei Führungswarzen (6) angebracht.

3. Bauform des Druckviskosimeters, Bericht vom 31.10.1944 - Abb. 4

Das zylindrische Gehäuse (1) hat in seinem oberen Teil eine geläppte Bohrung (2), in welcher der Kolben (3) gleitet. Der Kopf (4) des Kolbens ist am oberen Ende mit einem Druckkupplager (6) versehen, sodass der Kolben auch unter dem Druck der Presse durch den Hebelarm (7) um die Kolbenlängsachse gedreht werden kann. In dem Hohlraum (8) des Gehäuses steht ein Rohr (9), welches mit seinem unteren Ende in der Bohrung (10)

000117

- 5 -

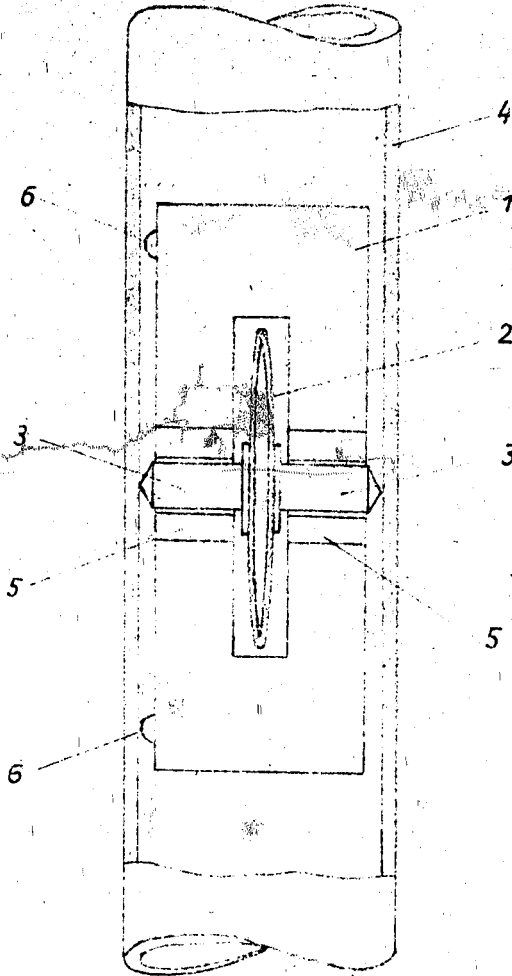
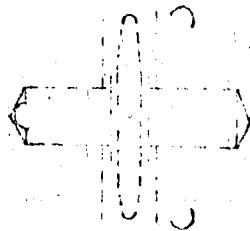


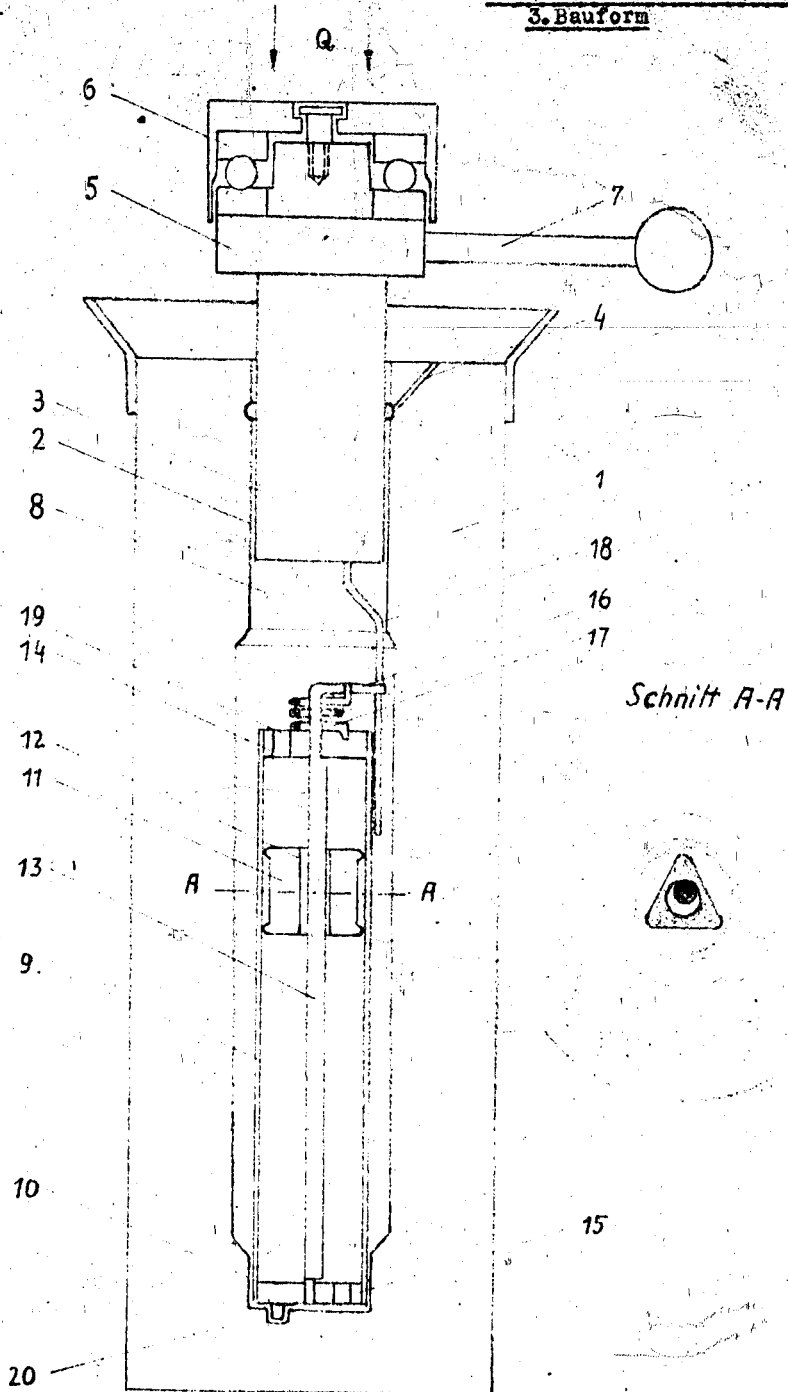
Abb. 3
Druckviskosimeter n. Heilmeyer
2. Bauform



000118

- 6 -

Abb. 4
Druckviskosimeter n. Heilmeyer
3. Bauform



mit Schiebersteck steckt. Der Aussendurchmesser dieses Rohres ist so bemessen, dass das Rohr durch die Bohrung (2) aus dem Gehäuse (1) herausgezogen bzw. wieder eingeführt werden kann. Im Innern des Rohres (9) befindet sich ein Fallgewicht (11), das in dem Rohr mit genügendem Spiel frei fallen kann. Das Fallgewicht ist mit einer axialen Bohrung (12) versehen. Durch diese Bohrung (12) hindurch führt eine Welle (13), welche im Deckel (14) und im Boden (15) des Fallrohres exzentrisch gelagert ist. Durch Drehen dieser exzentrisch gelagerten Welle (13) kann das Fallgewicht im Fallrohr festgebremst oder zum freien Fall freigegeben werden, je nachdem ob das Fallgewicht durch die exzentrische Welle gegen die Innenwand des Fallrohres gedrückt wird, oder ob die Welle konzentrisch in der Bohrung (12) steht und so das Fallgewicht nicht berührt, da der Durchmesser der Bohrung grösser ist als der Durchmesser der Welle. Die Drehung der Welle (13) um ihre exzentrische Achse wird durch den Hebelarm (16) bewirkt. Dieser Hebelarm (16) steht unter der Wirkung einer Feder (17), welche so eingebaut ist, dass sie die Welle stets in die exzentrische Lage dreht, sodass das Fallgewicht festgebremst wird. Wird nun der Hebel (16) entgegen der Federwirkung um etwa $1/4$ tel Drehung bewegt, so stellt sich die Welle (13) konzentrisch zur Bohrung (12) und das Fallgewicht kann frei herabfallen. Wird der Hebel (16) wieder losgelassen, so dreht die Feder die Welle (13) wieder in die exzentrische Lage und das Fallgewicht wird festgebremst. Durch Bewegung des Hebels (16) kann also das Fallgewicht auf eine beliebige begrenzte Zeit in den Zustand des freien Fallens versetzt werden. Da der freie Fall der Fallgewichte in dem zu prüfenden Öl bei bestimmtem Gegendruck und bestimmter Temperatur erfolgt, ist die Fallgeschwindigkeit des Fallgewichtes proportional der Viskosität des zu prüfenden Oeles bei dem eingestellten Druck und der eingestellten Temperatur. Die Temperatur wird dabei durch das Gegendruck geregelt, in welchem das gesamte Gerät gestellt wird. Die Bewegung des Hebels (16) wird durch einen im Kolben (8) exzentrisch befestigten Stift (18) verursacht, indem der Kolben durch den Hebelarm (7) etwa um $1/4$ tel Drehung gedreht und nach Ablauf einer bestimmten Zeit wieder zurückbewegt wird. Durch die Nase (20) am Boden des Fallrohres wird dabei das Fallrohr selbst gegen Drehung gesichert. Die Fallgeschwindigkeit des Fallgewichtes, die, wie bereits erwähnt, das Mass für die zu ermittelnde Viskosität gibt, wird durch die in der Zeit t durchfallene Höhe h bestimmt. Die Zeit t ist dabei die mit der Stoppuhr gemessene Zeit, während welcher der Hebel (7) auf Stellung "freier Fall" steht; die Höhe h ist die von Fallgewicht in dieser Zeit durchfallene Höhe, sie wird gemessen als Differenz der Höhenstellung des Fallgewichtes vor und nach dem Versuch. Diese Höhenmessung erfolgt durch eine im Deckel (14) des Fallrohres befindliche Bohrung (19), die gleichzeitig den Druckausgleich des Oeles dient. Um die Messung der Höhe leichter vornehmen zu können, wird zu diesem Zwecke das Fallrohr mit einer geeigneten Zange aus dem Gehäuse (1) herausgezogen.

Während die 1. und 2. Bauform für die praktische Handhabung gewisse Schwierigkeiten bieten, scheint nun mit der Bauform 3 die Grundlage für ein praktisch brauchbares und leicht zu bedienendes Instrument gegeben zu sein. Heber die ersten Messergebnisse will Herr Melnicer in Kürze berichten. Bei den Vorversuchen wurde ohne weiteres bis auf 3000 atü gegangen. Die Messergebnisse zeigten eine grösste Streuung von $\pm 1,6\%$ gegenüber dem Mittelwert aller Messungen.

reinen Kurvenfahrten zu 35% der Laufzeit 100 atü, zu 10% der Laufzeit 150 atü und zu 5% der Laufzeit 200 atü Betriebsdruck vorherrschend waren. Dieses Öl wurde zu 90% der Fahrzeit mit Kühlung gefahren, wobei im Getriebe eine Öltemperatur von 80°C, hinter dem Kühler eine solche von 60°C auftrat. 10% der Fahrzeit waren ohne Kühlung mit Getriebeöltemperatur von etwa 120°C. Das Öl wurde ausserdem im Kreislauf durch ein Feinfilter mit 4000 Maschen/cm² gepresst und hatte hinter dem Filter einen Magnet zu passieren. Die Ölfüllung betrug 16 lit, und wird minutlich dreimal umgesetzt, da die Umlaufpumpe mit durchschnittlich 50 lit/min arbeitet.

2f ... ist HDL-Getriebeöl, frisch,

2a ... dieses, nach 500 km Fahrt aus Flüssigkeits-Lenkgetriebe, ohne Kühlung gefahren, d. h. 80% der Laufzeit mit Öltemperatur 80-100°C im Getriebe, 20% der Laufzeit bis 150°C. Uebrig Beanspruchung wie unter 1a.

3f ... Wehrmacht-Getriebeöl "E 8", frisch,

3a ... dieses, nach 2000 km Fahrt aus Flüssigkeits-Lenkgetriebe, Beanspruchung fast mit 1a übereinstimmend, nämlich 1000 km bei Geradeausfahrt mit 60 atü Öldruck, 700 km Kurvenfahrt mit 100 atü, 200 km Kurvenfahrt mit 150 atü und 100 km Kurvenfahrt mit 200 atü. Es wurde hier aber dauernd mit Kühlung gefahren, sodass 100°C als Höchsttemperatur nicht überschritten wurden.

Das Öl 1f bzw. 3f erscheint nur bis 950°C Dauertemperatur brauchbar, das Öl 2f nur bis 840°C, da beobachtet wurde, dass bei höheren Temperaturen und Drücken von 150-200 atü das ganze Öl zwischen Kolben- und Zylinderbohrungen gedrückt werden konnte, ohne den hydrostatischen Motor in Bewegung zu setzen. Ein Wehrdamf-Zylinderöl mit angeblich 20E/30 und d/80 o, 950 war unter diesen Voraussetzungen bis 100°C brauchbar. Hier handelt es sich offenbar nicht um eine Qualitätsfrage des Öles, sondern lediglich darum, das Öl durch geeignete Kühlung viskose genug zu erhalten, um es zur Betätigung des hydrostatischen Motors zu befähigen. Die Wahrnehmung besagt im Übrigen, dass durch Betriebstemperaturen eine Viskosität von 2,50E/97°C = 17 cst nicht unterschritten werden soll.

Nennzahlen der untersuchten Ölpaare:

| Öl | Dichte Refrakt. | | Viskosität | | | p | m | Asche | HZ | VZ | Bem. |
|--|-----------------|--------|------------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|
| | 1/15 | nd/20 | 1/20 | E/50 | E/100 | | | | | | |
| 1f | 0,932 | 1,5182 | 157 | 16,9 | 2,37 | 2,84 | 3,87 | 0,004 | -- | 3,32 | 1) |
| 1a | 0,928 | 1,5189 | 102 | 13,9 | 2,34 | 2,28 | 3,64 | 0,027 | 0,76 | 6,38 | 2) |
| 2f | 0,900 | 1,4974 | 31,7 | 6,6 | 1,84 | 1,74 | 3,45 | 0,049 | -- | 3,41 | 3) |
| 2a | 0,901 | 1,5001 | 9,3 | 2,57 | 1,34 | 2,16 | 3,98 | 0,022 | 1,31 | 5,84 | 4) |
| 3f | 0,933 | 1,5216 | 148 | 16,8 | 2,44 | 2,63 | 3,78 | 0,010 | -- | 3,70 | |
| 3a | 0,927 | 1,5188 | 113 | 14,3 | 2,31 | 2,47 | 3,74 | 0,051 | 0,88 | 4,60 | |
| Bem. 1) <u>2,65E/950°C</u> , - 2) <u>2,50E/97°C</u> , - 3.) <u>2,35E/840°C</u> und | | | | | | | | | | | |
| 4) <u>2,50E/520°C</u> | | | | | | | | | | | |

Befund: Es ist überraschend, festzustellen, dass in allen drei Fällen bei Gebrauch der Öle im Flüssigkeits-Lenkgetriebe u. a. d. h. unter den exakt beschriebenen Betriebsverhältnissen eine sehr merkliche Ölverdünnung eingetreten ist, für die es nicht ohne weiteres eine Erklärung gibt. Eine thermische Über-

anstrengung des Oeles oder gar ein teilweises Verkracken ist durchaus unwahrscheinlich; Herr Dipl. Ing. Boksmüller-Gaggenau wies anlässlich einer Dienstbesprechung darauf hin, dass bereits über Oelverdünnung durch Walkerbeit berichtet worden sei. Walkerbeit ist hier zweifellos in besonderem Masse gegeben.

Um die beobachtete Oelverdünnung in ihren Ursachen weiter aufzuklären, wurden die Oele: 1f-1a, 2f-2a und 3a einer Vacuum-Destillation bei 10 mm Hg derart unterworfen, dass von 100 g Oeleinwaage 30 ccm sog. "Vorlauf" (V) abgenommen wurden. Bei 3a wurde auch noch das Rückständöl (R) der Vacuumdestillation untersucht.

| | 1f | 1f/V | 1a | 1a/V |
|---------------------|----------|--------------|----------|--------------|
| Siedebereich in °C | | | | |
| bei 10 mm Hg | -- | 179-268 | -- | 143-259 |
| " 760 mm Hg | -- | 326-436 | -- | 282-423 |
| Farbe n. Ostwald | 10 | 4,5 | 10 | 5 |
| Refraktion $n_D/20$ | 1.5182 | .. 1.5074 | 1.5189 | .. 1.4961 |
| Viskosität E/20 | 157 | 15,2 | 102 | 6,5 |
| E/50 | 16,9 | 3,21 | 13,9 | 2,08 |
| E/100 | 2,37 | 1,39 | 2,34 | 1,25 |
| η_p | 2,84 | 2,84 | 2,28 | (2,46) |
| m | 3,87 | 4,16 | 3,64 | 4,18 |

| | 2f | 2f/V | 2a | 2a/V |
|---------------------|----------|-------------------------------|----------|----------------------------|
| Siedebereich in °C | | | | |
| bei 10 mm Hg | -- | 132-239 | -- | 143-219 |
| " 760 mm Hg | -- | 266-400 | -- | 279-374 |
| Farbe n. Ostwald | 8,5 | 2 | 10 | 3 |
| Refraktion $n_D/20$ | 1.4974 | .. 1.4873 | 1.5001 | .. 1.4919 |
| Viskosität E/20 | 31,7 | 3,05 | 9,3 | 2,83 |
| E/50 | 6,6 | 1,61 | 2,57 | 1,54 |
| E/100 | 1,84 | -- | 1,34 | -- |
| η_p | 1,74 | (1,63) | 2,16 | (1,76) |
| m | 3,45 | 4,02 | 5,92 | 4,12 |
| Bemerkungen | -- | H ₂ S-geruch | -- | kein H ₂ S |

| | 3a | 3a/V | 3a/R |
|---------------------|----------|----------------|-------------|
| Siedebereich in °C | | | |
| bei 10 mm Hg | -- | 143-250 | -- |
| " 760 mm Hg | -- | 278-413 | -- |
| Farbe n. Ostwald | 10 | 4 (trüb) | 10 |
| Refraktion $n_D/20$ | 1.5182 | .. 1.4971 | 1.5204 |
| Viskosität E/20 | 113 | 6,3 | 390 |
| E/50 | 14,3 | 3,09 | 36,7 |
| E/100 | 2,31 | 1,26 | 3,64 |
| η_p | 2,47 | (2,23) | 2,46 |
| m | 3,74 | 4,09 | 7,59 |

Nach dem Ergebnis dieser Untersuchungen schafft nur bedingte Aufklärung. - Der 30 ccm Vorlauf des gebrauchten Oeles 1a/V ist merklich dünnflüssiger wie der korrespondierende Vorlauf des Frischöls 1f/V. - Überraschend ist, dass die Vacuumdestillation von 1a1-neu (2f) einen sehr abflüssigen Vorlauf 2f/V mit 1,62/50 liefert und dass dabei der lebhafteste Geruch von Schwefelwasserstoff auftritt, was auf das Vorhandensein grenzflächenwirksamer Schwefelzusätze in dieser Betriebsöl hinweist. Auffallend ist ferner, dass diese grenzflächenwirksamen Zusätze offenbar schon nach kurzem Gebrauch, nämlich 500 km

Fahrstrecke, aus dem Öl so gut wie verschwunden sind. - Der Vorlauf des Altöls 2a/V ist mit Siedebereich und Kennzahlen nahezu übereinstimmend mit 1a/V. Es dürfte tatsächlich die Walkerheit als Ursache der Ölverdünnung anzusehen sein; Näheres hierüber lässt sich noch nicht aussagen.

Weitere von der Zahnräderfabrik Augsburg mehrfach avisierte Ölproben sind nicht eingetroffen; besonders vermisst wurden Ölproben von Prüfstandläufen ohne Kühlung, um die mehrfach nachgesucht wurde.

+ + + + +

Hauptteil III: Ölalterung durch Umlaufpumpen

Wenn man Öl in dünnen Rohrleitungen durch Umlaufpumpen in fortgesetztem Kreislauf erhält und ein Mehrfaches der Ölfüllung minutlich durchsetzt, gegebenenfalls mit bemessenen Mengen "Teileluft" mischt, so erhitzen sich alle Öle ohne fremde Heizquelle sehr erheblich und schäumen und oxydieren in charakteristischem Masse. - Herr Ing. Eduard Ergene der Puspensfabrik K. Buesmann, München, hat sich bereit erklärt, für diese Zwecke eine 2 PS Brenkolbenpumpe zur Verfügung zu stellen und den Ölumlaufl zweckentsprechend zu armieren.

Es wird mit Absicht zu Versuchen dieser Art geschritten, da sich beispielsweise bei Synthese-Ölen der Brabag-Zeit im Kontakt mit Luft und ohne nennenswerte thermische Beanspruchung ein unerhörter Alterungsfortschritt gezeigt hat, worüber nachstehend im Auszug berichtet wird.

In der folgenden Aufstellung bezeichnen:

Öl 4f ein synthetisches Spindelöl der Brabag, Marke ZR-25, Lieferung XI/1942,

Öl 4a dasselbe aus einer 2000 kw Dampfturbine nach 17900 Betriebsstunden, Ölumlauflzahl leider unbekannt, .. IX/1943

Öl 4aa ist Öl 4a nach 3 Monaten Abstellzeit bei Raumtemperatur

Öl 4b wie 4a, aber Probenahme XII/1943. - Das Öl 4b wurde ausserdem durch Aethanol-Behandlung in ein Raffinet (r) und einen Extrakt (e) zerlegt und schliesslich chromatographiert (chr), wobei das Filtrat von einer Aluminiumoxyd-Filterssäule von 280 mm h und 33 mm ϕ zur Untersuchung kam.

| | 4f | 4a | 4aa | 4b | 4b/r | 4b/e | 4b/chr |
|------------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Farbe | 2,6 | 7 | 10 | 10 | 10 | 10 | 6,8 |
| Ausbeute % | -- | -- | -- | -- | 71,9 | 28,1 | 45,4 |
| d/20 | 0,849 | | 0,938 | 0,933 | | | |
| nd/20 | 1,4718 | | 1,4805 | 1,4848 | 1,4811 | 1,4910 | 1,4774 |
| Visk. E/0 | 26 | 740 | 780 | | 366 | | 87 |
| E/20 | 7,9 | 98 | 106 | 222 | 57,6 | 2300 | 15,9 |
| E/50 | 2,53 | 12,9 | 13,4 | 22,1 | 9,1 | 115 | 3,47 |
| E/100 | 1,37 | 2,18 | 2,24 | 2,66 | 1,96 | 6,65 | 1,48 |
| Wp | -- | 2,48 | 2,50 | 2,82 | 2,22 | 3,14 | 1,85 |
| m | 3,62 | 3,75 | 3,76 | 3,83 | 3,69 | 3,78 | 3,71 |
| NZ | | | 52,3 | 57,8 | | | |
| VZ | | | 93,2 | 93,4 | | | 17,7 |

Eine relativ kurzzeitige (24 Std) thermische Behandlung (120°) lässt zwei Brabag-Öle in den Viskositätsstufen 3 und 4E/50 aber nahezu unverändert, was die folgende Zahlentafel enthält, die zu den Ölen auch deren Aceton-Raffinate und -Extrakte darstellt:

| | .Brabag . davon | | | .Brabag . davon | | |
|-----------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|
| | 3E/50
Neuöl | Aceton-
Reffinat | Aceton-
Extrakt | 3E/50
24h/120 | Aceton-
Reffinat | Aceton-
Extrakt |
| Ausbeute | -- | 87,2% | 12,8% | -- | 87,6% | 12,4% |
| Farbe | 2 | 1,7 | 8 | 4 | 3 | 10 |
| d/20 | 0,888 | 0,885 | - | 0,888 | 0,885 | - |
| nD/20 | 1,4905 | 1,4881 | 1,5094 | 1,4907 | 1,4884 | 1,5092 |
| Visk. E/G | 54,5 | 52,5 | 92,0 | 56,0 | 48,0 | 108,0 |
| E/20 | 12,15 | 12,10 | 16,10 | 12,30 | 11,10 | 17,7 |
| E/50 | 2,92 | 2,98 | 3,15 | 2,93 | 2,92 | 3,29 |
| E/100 | 1,37 | 1,39 | 1,36 | 1,37 | 1,39 | 1,36 |
| (30) | (2,41) | (2,22) | (3,63) | (2,54) | (3,00) | (4,02) |
| m | 4,04 | 3,95 | 4,36 | 4,02 | 3,85 | 4,41 |
| NZ | | | | 0,10 | | |
| VZ | | | 0,65 | 0,52 | | |

| | .Brabag . davon | | | .Brabag . davon | | |
|-----------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|
| | 4E/50
Neuöl | Aceton-
Reffinat | Aceton-
Extrakt | 4E/50
24h/120 | Aceton-
Reffinat | Aceton-
Extrakt |
| Ausbeute | -- | 90,46% | 9,54% | -- | 88,17% | 11,75% |
| Farbe | 3,5 | 3 | 8 | 4,5 | 4 | 10 |
| d/20 | 0,890 | 0,889 | - | 0,892 | 0,889 | - |
| nD/20 | 1,4913 | 1,4902 | 1,5144 | 1,4926 | 1,4901 | 1,5112 |
| Visk. E/G | 106 | 92,5 | | 108 | 95 | 196 |
| E/20 | 20,0 | 16,9 | | 20,2 | 19,2 | 28,2 |
| E/50 | 3,95 | 3,91 | | 3,95 | 4,02 | 4,43 |
| E/100 | 1,47 | 1,49 | | 1,47 | 1,50 | 1,46 |
| (30) | (2,62) | (2,33) | | (2,38) | (2,34) | (3,98) |
| m | 4,04 | 3,92 | | 4,06 | 3,92 | 4,36 |
| NZ | | | | 0,11 | | |
| VZ | | | 0,88 | | | |

+ + + + +

Hauptteil IV: Versuche der Gelalterung mit dem HWA-Gerät

Bei den hier geplanten Versuchen wird von dem Gedanken ausgegangen, dass die Messung der Zähflüssigkeit eines Gales bei nur einer Temperatur keinerlei Charakteristika darstellt; erst das Zähigkeit-Temperatur-Gefälle und seine Kenntnis gestattet ein Güteurteil. In ähnlicher Weise ist die Bewertungsmöglichkeit beschränkt, wenn man ein Gel bezüglich seiner künstlichen Alterung starren Versuchsbedingungen unterwirft und den Einfluss von Zeit, Temperaturhöhe und etwaiger Sauerstoffbehandlung konstant hält. Es soll vielmehr versucht werden, durch stufenweise Änderung der auf die Alterung Einfluss-nehmenden Momente festzustellen, ob sich für die Galle daraus charakteristische Merkmale, unter Umständen sogar Kennzahlen, ableiten lassen.

Zur ersten Orientierung hierüber wurde deshalb "Motoröl der Wehrmacht", Sommer-Sorte, Lieferung Peine (Farbe 9, d/20 0,901, nD/20 1,4987, 48E/20 = 3,42/50 = 1,96E/100, wp 1,97, m 3,56) der künstlichen Alterung im HWA-Gerät unterworfen und zwar derart, dass als Temperaturstufen 200, 250 und 300°C gewählt wurden, als Zeitstufen die Versuchsdauer von 1, 2, 3 und 5 Stunden. Als Veränderungsmerkmale wird zunächst der Verdampfungsverlust festgestellt, worauf von jedem gealterten Gel die üblichen Kennzahlen des Viskosität-Temperaturgefälles, NZ und VZ und gegebenenfalls der Gelharzgehalt bestimmt werden.

Die folgende Mehlenaufstellung enthält zu den angegebenen, variierten Alterungsbedingungen den Verdampfungsverlust des "Motorenöls der Wehrmacht"-Sommer, Lieferung Peine in Gewichtsprozenten:

| Versuch
Kurzzeichen | Temperatur
°C | Zeit
Stunden | Verdampfungsverlust
Gew. % |
|------------------------|------------------|--------------------|-------------------------------|
| P 200/1 | 200 | 1 | 2,3 |
| P 200/2 | 200 | 2 | 5,7 |
| P 200/3 | 200 | 3 | 6,6 |
| P 200/5 | 200 | 5 | 9,5 |
| P 250/1a | 250 | 1 | 6,0 |
| P 250/1b | 250 | 1 | 13,0 |
| P 250/1c | 250 | 1 | 13,5 |
| P 250/2a | 250 | 2 | 22,9 |
| P 250/2b | 250 | 2 | 23,0 |
| P 250/3 | 250 | 3 | 30,0 |
| P 250/5 | 250 | 5 | 37,7 |
| P 300/1a | 300 | 1 | 36,2 |
| P 300/1b | 300 | 1 | 38,5 |
| P 300/2 | 300 | 2 | 56,9 |
| P 300/2,68 | 300 | 2 ^h 40' | 56,5 (Ann.x) |

x) Der Versuch P 300/2,68 wurde abgebrochen, da das Ableitungsrohr verletzt war, der Tiegel dicken Oxidbelag zeigte und sich der Saugunterdruck von 20 mm Wassersäule als unzureichend erwies, indem die Dämpfe teilweise auch durch die Tiegelöffnungen entwichen.

Befund: Bis auf den Versuch P/250/1a zeigen die erhaltenen Werte: Verdampfungsverlust ein durchaus gesetzmässiges Verhalten.

f. d. R.

H. K. K. K.

Bag 4056

000126

5. Experiments on oil ageing
with the HWA-apparatus
according to Noack.

Motoröl der Wehrmacht, Sommerorte, Lieferung Feins (P):

| Art | Verf. | 1/30 | 2/30 | 3/30 | 4/30 | 5/30 | 6/30 | 7/30 | 8/30 | 9/30 | 10/30 | 11/30 | 12/30 | kg | kg |
|-----------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| Ausg. 51 | -- | 1.4967 | 48 | 8,6 | 1,94 | 1,97 | 3,55 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,46 | 1,66 |
| P200/1 | 3,3 | 1.4970 | 55 | 8,8 | 1,97 | 2,09 | 3,62 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,10 | 1,05 |
| P200/2 | 5,7 | 1.4970 | 56,8 | 9,6 | 2,05 | 2,06 | 3,58 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,28 | 1,14 |
| P200/3 | 6,6 | 1.4970 | 60 | 10 | 2,10 | 1,99 | 3,53 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,25 | 1,19 |
| P200/5 | 9,5 | 1.4970 | 66 | 10,8 | 2,18 | 1,98 | 3,51 | 0,32 | 0,52 | -- | -- | -- | -- | 1,38 | 1,29 |
| P250/1(a) | 15,0 | 1.4993 | 75 | 11,5 | 2,22 | 2,07 | 3,56 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,56 | 1,37 |
| P250/1(b) | 13,8 | 1.4993 | 73 | 11,5 | 2,25 | 2,03 | 3,53 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,52 | 1,37 |
| P250/2(a) | 22,9 | 1.4997 | 108 | 14,8 | 2,48 | 2,16 | 3,56 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 2,21 | 1,76 |
| P250/2(b) | 22,9 | 1.5001 | 98 | 14,5 | 2,52 | 1,96 | 3,44 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,98 | 1,73 |
| P250/3 | 30,0 | 1.4998 | 134 | 17,6 | 2,71 | 2,14 | 3,52 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 2,79 | 2,10 |
| P250/5 | 37,7 | 1.5001 | 207 | 24,2 | 3,20 | 2,20 | 3,50 | 0,48 | 1,90 | -- | -- | -- | -- | 4,32 | 2,88 |
| P300/1(a) | 34,2 | 1.5048 | 183 | 20,0 | 2,79 | 2,29 | 3,59 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 3,40 | 2,35 |
| P300/1(b) | 34,5 | 1.5044 | 182 | 20,8 | 2,84 | 2,34 | 3,61 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 3,79 | 2,48 |
| P300/2 | 56,9 | 1.5061 | 410 | 44,0 | 4,70 | 2,13 | 3,57 | 0,57 | 2,57 | -- | -- | -- | -- | 8,53 | 5,24 |
| P300/3 | 56,8 | 1.5068 | 470 | 46,0 | 4,70 | 2,24 | 3,44 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 9,78 | 6,48 |

Motoröl der Wehrmacht, Sommerorte, Lieferung Gasolin (G):

| Art | Verf. | 1/30 | 2/30 | 3/30 | 4/30 | 5/30 | 6/30 | 7/30 | 8/30 | 9/30 | 10/30 | 11/30 | 12/30 | kg | kg |
|-----------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| Ausg. 51 | -- | 1.5057 | 53,8 | 9,0 | 1,98 | 2,10 | 3,63 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 1,00 |
| G200/1 | 3,8 | 1.5076 | 64 | 10,4 | 2,11 | 2,05 | 3,57 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,39 | 1,15 |
| G200/2 | 5,9 | 1.5077 | 66,5 | 10,6 | 2,15 | 2,04 | 3,56 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,34 | 1,18 |
| G200/3 | 7,7 | 1.5078 | 71 | 11,2 | 2,18 | 2,06 | 3,56 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,53 | 1,25 |
| G200/5 | 10,1 | 1.5081 | 82 | 12,4 | 2,29 | 2,06 | 3,54 | 0,23 | 2,68 | -- | -- | -- | -- | 1,53 | 1,38 |
| G250/1(a) | 10,6 | 1.5088 | 79 | 12,1 | 2,28 | 2,06 | 3,54 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,48 | 1,35 |
| G250/1(b) | 14,2 | 1.5093 | 89 | 12,6 | 2,29 | 2,19 | 3,60 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,67 | 1,41 |
| G250/2 | 24,6 | 1.5109 | 132 | 17,4 | 2,66 | 2,19 | 3,58 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 2,87 | 1,94 |
| G250/3 | 30,8 | 1.5120 | 180 | 21,4 | 2,94 | 2,24 | 3,55 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 3,54 | 2,39 |
| G250/5 | 37,6 | 1.5133 | 240 | 27,4 | 3,40 | 2,28 | 3,49 | 0,34 | 3,58 | 0,48 | 2,06 | -- | -- | 4,48 | 3,06 |
| G275/1 | 27,4 | 1.5119 | 139 | 18,3 | 2,77 | 2,14 | 3,52 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 2,69 | 2,04 |
| G275/2(a) | 28,4 | 1.5121 | 152 | 19,7 | 2,91 | 2,13 | 3,59 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 2,84 | 2,20 |
| G275/2(b) | 34,6 | 1.5131 | 198 | 23,8 | 3,17 | 2,18 | 3,59 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 3,66 | 2,60 |
| G275/3 | 42,7 | 1.5146 | 280 | 31,3 | 3,77 | 2,20 | 3,46 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 4,33 | 3,20 |
| G275/5 | 53,7 | 1.5171 | 600 | 58 | 6,35 | 2,25 | 3,43 | 0,60 | 4,03 | 1,90 | 2,10 | -- | -- | 6,13 | 4,13 |

Motoröl der Wehrmacht, Sommerorte, Lieferung Vacuum Gel. Ges. (V):

| Art | Verf. | 1/30 | 2/30 | 3/30 | 4/30 | 5/30 | 6/30 | 7/30 | 8/30 | 9/30 | 10/30 | 11/30 | 12/30 | kg | kg |
|----------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| Ausg. 51 | -- | 1.4928 | 42,6 | 7,9 | 1,94 | 1,89 | 3,52 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,00 | 1,00 |
| V200/1 | 3,1 | 1.4923 | 47,0 | 8,8 | 2,08 | 1,89 | 3,42 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,11 | 1,10 |
| V200/2 | 5,7 | 1.4928 | 49,0 | 9,2 | 2,09 | 1,78 | 3,40 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,15 | 1,16 |
| V200/3 | 8,5 | 1.4928 | 53,0 | 9,7 | 2,14 | 1,81 | 3,42 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,24 | 1,25 |
| V200/5 | 10,7 | 1.4932 | 62 | 10,4 | 2,18 | 1,92 | 3,45 | 0,42 | 1,94 | -- | -- | -- | -- | 1,46 | 1,32 |
| V250/1 | 14,9 | 1.4936 | 69 | 11,4 | 2,24 | 1,94 | 3,47 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 1,62 | 1,44 |
| V250/2 | 25,8 | 1.4945 | 94 | 14,6 | 2,56 | 1,89 | 3,39 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 2,24 | 1,65 |
| V250/3 | 29,9 | 1.4960 | 108 | 16,1 | 2,67 | 1,92 | 3,39 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 3,57 | 2,04 |
| V250/5 | 38,0 | 1.4978 | 157 | 21,2 | 3,08 | 2,00 | 3,40 | 0,50 | 2,30 | 3,74 | 2,48 | -- | -- | 4,68 | 2,68 |
| V275/1 | 25,7 | 1.4948 | 93 | 14,1 | 2,81 | 1,94 | 3,43 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 2,20 | 1,78 |
| V275/2 | 39,2 | 1.4967 | 142 | 19,9 | 2,98 | 1,98 | 3,40 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 3,34 | 2,52 |
| V275/3 | 44,7 | 1.4981 | 198 | 26,0 | 3,32 | 1,96 | 3,34 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 4,64 | 3,28 |
| V275/5 | 57,1 | 1.4991 | 345 | 40,0 | 4,68 | 2,00 | 3,29 | 0,62 | 2,79 | 2,10 | 2,07 | -- | -- | 6,07 | 4,07 |

Von den Gelen: Z 200/1-S, P 200/1-S, F 200/1-S, G 200/1-S
 & 200/1-S, S 275/1-S, V 200/1-S und Y 200/1-S hatte sich in der
 Kältephase eine beträchtliche Menge Gallkondensat (SK) gesammelt,
 welches untersucht wurde. Ebenso wurde das Gallkondensat der Ver-
 suchs Y 275/1-S abgedunstet (Z-V 275/1-S) und untersucht:

| Kondensat | Farbe | nr/20 | 1/20 | 2/20 | 3/20 | 4/20 | 5/20 | 6/20 | 7/20 | 8/20 | 9/20 | 10/20 |
|-------------|-------|--------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| SK | 4,8 | 1.4904 | 7,35 | 2,32 | 1,21 | 1,93 | 3,89 | 0,31 | 1,25 | | | |
| Z-V 275/1-S | 3,5 | 1.4887 | 8,65 | 2,54 | 1,545 | 1,93 | 3,86 | 0,26 | 1,58 | | | |

Syntheseöl Rohrchemie Nr. 1200, leicht, (R1):

| Abgeg. Öl | nr/20 | 1/20 | 2/20 | 3/20 | 4/20 | 5/20 | 6/20 | 7/20 | 8/20 | 9/20 | 10/20 |
|----------------|--------|--------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| R1, 200/1 | 24,9 | 1.4703 | 15,6 | 3,91 | 1,55 | 1,70 | 3,36 | - | - | 2,26 | 1,64 |
| R1, 200/2 | 33,5 | 1.4724 | 22,9 | 5,26 | 1,71 | 1,68 | 3,47 | - | - | 3,32 | 2,21 |
| R1, 200/3 | 39,3 | 1.4731 | 30,3 | 6,28 | 1,81 | 1,75 | 3,48 | - | - | 4,30 | 2,64 |
| R1, 200/4 | 60,1 | 1.4767 | 55,5 | 10,25 | 2,20 | 1,77 | 3,38 | - | - | 8,05 | 4,31 |
| R1, 260/1 | 51,2 | 1.4751 | 48 | 9,10 | 2,10 | 1,76 | 3,38 | - | - | 6,95 | 3,85 |
| R1, 260/2 | 58,7 | 1.4771 | 76 | 13,00 | 2,50 | 1,79 | 3,34 | - | - | 11,00 | 5,47 |
| R1, 260/3 | 65,1 | 1.4792 | 136 | 19,40 | 3,00 | 1,84 | 3,38 | - | - | 19,70 | 8,15 |
| R1, 260/4 | 71,5 | 1.4840 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| R1, 275/1 | 65,4 | 1.4776 | 65 | 13,9 | 2,75 | 1,77 | 3,31 | - | - | 12,00 | 5,05 |
| R1, 275/2 | 68,6 | 1.4806 | 145 | 22,7 | 3,50 | 1,89 | 3,14 | - | - | 20,72 | 8,65 |
| R1, 275/3 | 74,0 | 1.4874 | 260 | 47,5 | 5,73 | 1,80 | 3,10 | - | - | 54,55 | 24,0 |
| Kondensat | 1.4576 | 2,16 | 1,43 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Syntheseöl Rohrchemie Nr. 1500, schwer, (R2):

| Abgeg. Öl | nr/20 | 1/20 | 2/20 | 3/20 | 4/20 | 5/20 | 6/20 | 7/20 | 8/20 | 9/20 | 10/20 |
|----------------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| R2, 200/1 | 6,1 | 1.4737 | 42,0 | 8,3 | 2,03 | 1,71 | 3,38 | - | - | 1,20 | 1,22 |
| R2, 200/2 | 8,1 | 1.4742 | 48,0 | 8,9 | 2,14 | 1,64 | 3,30 | - | - | 1,30 | 1,31 |
| R2, 200/3 | 10,9 | 1.4747 | 51,0 | 9,7 | 2,30 | 1,70 | 3,32 | - | - | 1,55 | 1,45 |
| R2, 200/4 | 15,3 | 1.4758 | 63,0 | 11,2 | 2,31 | 1,77 | 3,34 | 21 | 1,82 | 1,98 | 1,48 |
| R2, 260/1 | 14,4 | 1.4753 | 60,0 | 11,2 | 2,37 | 1,66 | 3,26 | - | - | 1,66 | 1,60 |
| R2, 260/2 | 23,2 | 1.4766 | 78,0 | 13,1 | 2,60 | 1,64 | 3,20 | - | - | 2,22 | 1,95 |
| R2, 260/3 | 25,2 | 1.4770 | 100,0 | 14,7 | 2,78 | 1,61 | 3,15 | - | - | 2,80 | 2,14 |
| R2, 260/4 | 33,6 | 1.4792 | 130 | 21,2 | 3,43 | 1,65 | 3,12 | 40 | 3,38 | 4,03 | 3,12 |
| R2, 275/1 | 23,0 | 1.4782 | 75 | 12,7 | 2,44 | 1,82 | 3,36 | - | - | 2,22 | 1,97 |
| R2, 275/2 | 35,2 | 1.4782 | 98 | 16,0 | 2,79 | 1,77 | 3,28 | - | - | 3,05 | 2,30 |
| R2, 275/3 | 39,4 | 1.4788 | 118 | 18,9 | 3,12 | 1,78 | 3,20 | - | - | 3,54 | 2,75 |
| R2, 275/4 | 48,7 | 1.4839 | 255 | 34,1 | 4,50 | 1,80 | 3,16 | 36 | 6,35 | 6,00 | 4,00 |
| Kondensat | 1.4645 | 4,35 | 1,62 | 1,24 | - | - | - | 1,29 | 4,30 | - | - |

Syntheseöl Erbes Nr. 5447, leicht, (R1):

| Abgeg. Öl | nr/20 | 1/20 | 2/20 | 3/20 | 4/20 | 5/20 | 6/20 | 7/20 | 8/20 | 9/20 | 10/20 |
|-----------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| R1, 200/1 | 7,3 | 1.4882 | 19,3 | 2,69 | 1,34 | 2,26 | 4,04 | - | - | 1,00 | 1,00 |
| R1, 200/2 | 14,7 | 1.4884 | 19,8 | 2,75 | 1,35 | 2,68 | 3,05 | - | - | 1,15 | 1,00 |
| R1, 200/3 | 18,3 | 1.4886 | 11,1 | 2,79 | 1,36 | 2,30 | 4,04 | - | - | 1,16 | 1,00 |
| R1, 200/4 | 28,9 | 1.4888 | 15,0 | 2,87 | 1,43 | 2,68 | 3,39 | - | - | 1,97 | 1,00 |

000130

- 4 -

Forta-Synthesedi Brabag Nr. 2447, leicht. (D1):

| Colben. | Werk | Werk | Werk | Werk | Werk | Werk | Werk | Werk | Werk |
|-----------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bl. 250/1 | 27,5 | 1.4000 | 12,5 | 2,22 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 250/2 | 50,0 | 1.4000 | 12,7 | 2,22 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 250/3 | 75,0 | 1.4000 | 24,2 | 4,41 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 250/4 | 90,0 | | | | | | | | |
| Bl. 270/1 | 40,0 | 1.4000 | 12,4 | 2,12 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 270/2 | 100 | | | | | | | | |

Kondensat ... 1.4000 7,4 2,24 1,22 2,22 4,12 1,22

Synthesedi Brabag Nr. 1447, schwer. (B2):

| | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bl. 200/1 | 2,4 | 1.4000 | 2,2 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/2 | 7,0 | 1.4000 | 20,8 | 5,2 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/3 | 8,0 | 1.4000 | 20,6 | 5,3 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/4 | 12,5 | 1.4000 | 24,0 | 6,0 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/1 | 12,4 | 1.4000 | 22,0 | 5,7 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/2 | 41,2 | 1.4000 | 48,0 | 7,5 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/3 | 30,0 | 1.4000 | 48,0 | 7,8 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/4 | 40,0 | 1.4000 | 48,0 | 7,8 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/1 | 21,0 | 1.4000 | 20,0 | 6,5 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/2 | 47,2 | 1.4000 | 44,0 | 7,4 | 1,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Bl. 200/3 | 60,0 | 1.4000 | 100 | 15,0 | 2,55 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |
| Kondensat ... | 1.4000 | 17,4 | 3,7 | 1,47 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 2,22 | 1,22 |

Synthesedi Isola-Druckmaschinen, No 27/II. (B2P):

| | | | | | | | | | |
|------------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| Blp. 200/1 | 0,5 | 1.5330 | 14,0 | 3,15 | 1,40 | 2,55 | 4,07 | 2,55 | 1,40 |
| Blp. 200/2 | 11,0 | 1.5330 | 15,2 | 3,34 | 1,50 | 2,60 | 4,07 | 2,60 | 1,50 |
| Blp. 200/3 | 21,0 | 1.5330 | 16,2 | 3,45 | 1,43 | 2,57 | 4,04 | 2,57 | 1,43 |
| Blp. 200/4 | 16,6 | 1.5330 | 16,8 | 3,60 | 1,43 | 2,64 | 4,08 | 2,64 | 1,43 |
| Blp. 250/1 | 19,7 | 1.5340 | 17,1 | 3,54 | 1,43 | 2,65 | 4,07 | 2,65 | 1,43 |
| Blp. 250/2 | 50,0 | 1.5340 | 19,8 | 3,67 | 1,46 | 2,70 | 4,08 | 2,70 | 1,46 |
| Blp. 250/3 | 50,0 | 1.5347 | 23,3 | 4,43 | 1,52 | 2,58 | 4,00 | 2,58 | 1,52 |
| Blp. 250/4 | 70,0 | | | | | | | | |
| Blp. 270/2 | 76,2 | 1.5361 | 31,0 | 5,45 | 1,61 | 2,65 | 3,98 | 2,65 | 1,61 |

Das in zehn Versuchsreihen aufgestellte, ziemlich umfangreiche Zahlenmaterial lässt zunächst völlig einwandfrei erkennen, dass die bisherige Annahme völlig falsch und absurd ist, derzufolge dem Fortschreiten der künstlichen Gelalterung mittels der eingetretenen Gelverdünnung beobachtet oder gar ohne weiteres geschlossen werden kann, die Gelverdünnung bei künstlicher Alterungsvorgängen ist in erster Linie eine Folge der Verdampfungsverluste und erst in zweiter Linie eine Folge innerer Veränderungen im Kollid, als welche wir Oxidation und Polymerisation kennen. Es dürfte nun aber mit gewissen Einschränkungen in dem Vorwort möglich sein, die beiden Vorgänge, nämlich Eindickung durch Verdampfungsverlust und Eindickung durch innere Gelveränderung zu separieren, wenn man nämlich das Bild der Gelalterung in NMA-Gel, nichts anderes als der Destillation bei Atmosphärendruck, dem Bild der Vacuum-Destillation des gleichen Gels nebeneinander stellt, die Annahme vorausgesetzt, dass bei Vacuumdestillation keine nennenswerten inneren Gelveränderungen (Spaltungen, Zusammenlagerungen, Sauerstoffaufnahme) vor sich gehen.

Trägt man die in den acht Versuchsreihen erhaltenen Werte der Gelverdünnung als Viskositätsvervielfachung k_{20} bzw. k_{50} in doppeltlogarithmischem Massstab gegen den linearen Maßstab der Abdampfverluste (%) in ein Diagramm ein, so ergeben sich für die untersuchten Gele zweifellos gesetzmässige Beziehungen, leider mit Störungen, die in der Auswertung erheblich stören. Es zeigt sich ferner, dass die mit den Temperaturstufen 200, 250 und 275°C erhaltenen Viskositätsvervielfachungen gegenüber dem Destillationsverlust einigermaßen in diese Beziehung passen und nur bei höheren Verdampfungsverlusten an den "Stoß-Stellen" klaffen. Mit einiger Annäherung lassen sich deshalb aus den Diagrammen (von denen in Bericht nur ein Beispiel gebracht wird) folgende Zahlenwerte entnehmen:

| | Viskositätsvervielfachung k_{20} und k_{50} bei einem Abdampfverlust von | | | | | | |
|----------------------------------|--|------|------|------|------|-------|-------|
| | 10 % | 20 % | 30 % | 40 % | 50 % | 60 % | 80 % |
| k_{20} Werte | | | | | | | |
| Ruhrchemie 3500 | 1,45 | 2,20 | 3,15 | 4,90 | 8,00 | - | - |
| Gasolin Se | 1,40 | 2,05 | 3,00 | 4,60 | 7,80 | - | - |
| Peine Se | 1,35 | 1,90 | 2,70 | 3,90 | 6,30 | 12,50 | - |
| Vacuum Se | 1,50 | 1,70 | 2,50 | 3,50 | 5,40 | 10,40 | - |
| Ruhrchemie 1200 | 1,35 | 1,90 | 2,75 | 4,50 | 6,70 | 12,00 | 21,50 |
| Brabag 1447 | 1,15 | 1,22 | 1,35 | 1,60 | 1,70 | 2,20 | 2,75 |
| Brabag 5447 ... | 1,10 | 1,17 | 1,25 | 1,50 | 1,70 | 2,20 | 2,55 |
| k_{50} Werte | | | | | | | |
| Ruhrchemie 3500 | 1,35 | 1,80 | 2,50 | 3,65 | 5,10 | - | - |
| Gasolin Se | 1,30 | 1,75 | 2,25 | 3,25 | 4,90 | 9,65 | 20,00 |
| Peine Se | 1,25 | 1,65 | 2,15 | 2,85 | 4,00 | 6,55 | 11,00 |
| Vacuum Se | 1,25 | 1,55 | 2,05 | 2,72 | 3,75 | 5,65 | - |
| Ruhrchemie 1200 | 1,15 | 1,42 | 1,80 | 2,63 | 3,70 | 5,65 | 10,50 |
| Brabag 1447 ... | 1,07 | 1,15 | 1,25 | 1,40 | 1,65 | 1,92 | 2,37 |
| Brabag 5447 ... | 1,07 | 1,14 | 1,21 | 1,25 | 1,34 | 1,63 | 1,87 |

Es wäre nun aus den dargestellten Zahlen völlig verfehlt, aus der vorstehenden Aufstellung zu entnehmen, dass das "Synthesöl" Ruhrchemie 3500^o am leichtesten alterungsecht ist, weil es am stärksten verdickt, und dass sich die Brabag-Gele hierbei am günstigsten verhalten. Es ist notwendig, dieser Aufstellung der Viskositätsvervielfachung k_{20} und k_{50} bei künstlicher Gelalterung (NMA-Methode) die Viskositätsvervielfachung k_{20} und k_{50} bei Vacuumdestillation der gleichen Gele nebeneinander zu stellen, wobei die Daten

zwei früheren Berichten, nämlich Teilbericht v. Aug. 1944 zu Auftrag Nr. 4010-0018-9512/45, SS-44 (Seite 5/Seite 17 u. 18) und Teilbericht v. Okt. 1944 zum gleichen Auftrag (Seite 3) entnommen werden u. zwar:

| Gelbes. | Visk. | Viskosität des Gelrückstandes in E/20 u. E/50 bei Vacuumdestillation nach Abdestillieren von | | | |
|--------------------|-------|--|------|------|------|
| | | 20% | 40% | 60% | 80% |
| Gasolin Se ...E/20 | | 108 | 220 | 600 | - |
| " " ...E/50 | | 14,3 | 25 | 58 | - |
| Feine Se ....E/20 | | 75 | 150 | 370 | - |
| " "E/50 | | 12 | 19,7 | 42,5 | - |
| Vacuum Se ...E/20 | | 76 | 152 | 325 | 1430 |
| " "E/50 | | 12,4 | 20,0 | 39,5 | 147 |
| Rührchemie E/20 | | 11,5 | 22 | 49 | 144 |
| 1200 E/50 | | 3,13 | 4,95 | 9,4 | 22,2 |
| Rührchemie E/20 | | 60 | 107 | 210 | - |
| 3500 E/50 | | 10,5 | 19 | 29,5 | - |

| | | Viskositätsvervielfachung des Gelrückstandes bei Vacuumdestillation nach Abdestillieren von | | | |
|---------------------|--|---|------|------|------|
| | | 20% | 40% | 60% | 80% |
| Gasolin Se ...k-20 | | 2,02 | 4,11 | 11,2 | - |
| " " k-50 | | 1,59 | 2,79 | 6,47 | - |
| Feine Se ....k-20 | | 1,56 | 3,13 | 7,72 | - |
| " " k-50 | | 1,43 | 2,34 | 5,07 | - |
| Vacuum Se ...k-20 | | 1,79 | 3,57 | 7,63 | 33,6 |
| " " k-50 | | 1,58 | 2,53 | 5,00 | 18,6 |
| Rührchem. 1200k-20 | | 1,67 | 3,19 | 7,10 | 20,9 |
| " " k-50 | | 1,31 | 2,06 | 3,92 | 8,84 |
| Rührchem. 3500 k-20 | | 1,84 | 3,28 | 6,45 | - |
| " " k-50 | | 1,50 | 2,43 | 4,21 | - |

Die "innere" Gelalterung ergibt sich nun als dk-20 bzw. dk-50 d. h. als Differenz der k-20 bzw. k-50 Werte bei jeweils gleichem Verdampfungsverlust zwischen Verdampfungstest HNA und Vacuumdestillation in der folgenden Zusammenstellung:

| Gelbbezeichnung | Verdpf. verlust | k-20 | | dk-20 | k-50 | | dk-50 |
|-----------------|-----------------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| | | HNA | Vac. | | HNA | Vac. | |
| Gasolin-Se | 20% | 2,05 | 2,02 | 0,03 | 1,73 | 1,59 | 0,14 |
| 53, 6E/20- | 40% | 4,60 | 4,11 | 0,49 | 3,25 | 2,79 | 0,46 |
| 8, 9E/50 | 60% | - | - | - | 9,65 | 6,47 | 3,18 |
| Feine-Se | 20% | 1,90 | 1,46 | 0,44 | 1,63 | 1,43 | 0,20 |
| 45, 6E/20- | 40% | 3,90 | 3,13 | 0,77 | 2,65 | 2,34 | 0,31 |
| 8, 4E/50 | 60% | 12,50 | 7,72 | 4,78 | 6,35 | 5,07 | 1,28 |
| Vacuum-Se | 20% | 1,70 | 1,79 | 0,09 | 1,58 | 1,58 | 0,00 |
| 42, 6E/20- | 40% | 3,50 | 3,57 | 0,07 | 2,72 | 2,53 | 0,19 |
| 7, 9E/50 | 60% | 10,40 | 7,63 | 2,77 | 5,63 | 5,00 | 0,63 |
| Rührchemie 1200 | 20% | 1,90 | 1,67 | 0,23 | 1,42 | 1,31 | 0,11 |
| 6, 9E/20- | 40% | 4,50 | 3,19 | 1,31 | 2,63 | 2,06 | 0,57 |
| 2, 4E/50 | 60% | 12,00 | 7,10 | 4,90 | 5,65 | 3,92 | 1,73 |
| | 80% | 21,5 | 20,9 | 0,60 | 10,30 | 8,84 | 1,46 |
| Rührchemie 3500 | 20% | 2,20 | 1,84 | 0,36 | 1,66 | 1,50 | 0,16 |
| 32, 6E/20- | 40% | 4,90 | 2,28 | 2,62 | 3,65 | 2,43 | 1,22 |
| | 60% | - | - | - | 6,00 | 4,21 | 1,79 |

Von den drei Sorten "Motoröl der Wehrmacht-Spezial" hat die Lieferung der Deutschen Vacuum-Öl Ges. die geringste Alterungseignung ausgedrückt nach dk, die Lieferung der Gasolin AG die angelegentlichste Gelverdünnung durch inaktive Ölverfärbung.

Das in den "Motorölen der Wehrmacht" als Verschnittöl mitverwendete "Syntheseöl Ruhrchemie Nr. 3500" hat, wie nicht anders zu erwarten, eine merkliche Neigung, durch innere Ölveränderung zu verdicken.

Es dürfte jetzt auch erst Zweck haben, die Versetzungszahl als Ausdruck innerer Ölveränderung bei künstlicher Ölalterung zu dk -Werten ins Verhältnis zu setzen; im vorliegenden Falle ist dies nicht ohne weiteres möglich, da die VZ nur nach 5 stündigem Erhitzen auf 200, 250 und 275°C bei den einzelnen Ölproben ermittelt wurde. Es dürfte aber zulässig sein, die dk -20 und dk -50 Werte mit der VZ 200/5, VZ 250/5 und VZ 275/5 zu vergleichen, wie dies in folgender Aufstellung geschehen ist; für die dk -Werte wurde zu Vergleichszwecken die Öle mit 60% Verdampfungsverlust gewählt:

| Öl-Bezeichnung | dk -20 | dk -50 | VZ 200/5 | VZ 250/5 | VZ 275/5 |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Gasolin So | - | 3,18 | 2,65 | 3,58 | 4,85 |
| Feine So | 4,78 | 1,28 | 0,52 | 1,90 | - |
| Vacuum So | 2,77 | 0,65 | 1,94 | 2,30 | 2,79 |
| Ruhrchem. 3500.. | - | 3,79 | 1,82 | 3,38 | 6,56 |

Das Brabag-Öl ER-30 im Bericht v. Aug. 1944 zu F. A. Nr. 4010-0015-9512/43, SS-44 (S. 2, 5 u. 18) ist nicht völlig, aber nahezu identisch mit dem im vorliegenden Bericht (S. 3 u. 4) in der HMA-Alterung beschriebenen Brabag-Öl Nr. 5447, sodass es statthaft ist, das Bild der Vacuumdestillation von Brabag ER-30 mit dem der HMA-Alterung von Brabag 5447 zu vergleichen:

| Öl-Bezeichnung | Kennzahl | .... | Verdampfungsverlust | | |
|-------------------|----------|------|---------------------------|------|------|
| Brabag | | 20% | 40% | 60% | 80% |
| 5447, HMA-Alterg. | k -50 | 1,15 | 1,24 | 1,63 | 2,25 |
| ER30, Vac. Dest. | k -50 | 1,16 | 1,27 | 1,45 | 1,71 |
| | dk -50 | .... | .... | 0,20 | 0,54 |

Der Befund aus dieser Zusammenstellung besagt, dass dieses Öl der Braunkohle-Benzin AG thermisch sehr stabil ist; dies scheint auch in der Praxis zuzutreffen. Andererseits erweist die Praxis, dass gerade dieses Öl ohne nennenswerte thermische Belastung, indessen durch längere Zeit stark mit Luft durchschäumt, ... natürliche Alterung als Dampfturbinenöl ... einen völligen Zusammenbruch erleidet; Beweis dessen: ein Brabag-Öl dieses Type erfuhr in einer Dampfturbine innerhalb 17000 Betriebsstunden bei Lagertemperaturen nicht über 50-60°C folgende Kennzahlenveränderungen: $d/20$ 0,953, $nD/30$ 1,4848, $visk.$ 2222/20 = 22, $1R/50$ = 266 $R/100$, Wp 2,62, n 3,83, NE 57,8 und VE 96,4. - Diese offensichtliche Diskrepanz zwischen Vorgängen der natürlichen Ölalterung und künstlichen Alterungs-Schnellmethoden beweist, dass es auf diesem Gebiete noch manches Problem zu lösen gilt.

Das Syntheseöl Zeche Rheinpreussen No 57 aus zweiter Lieferung stimmt mit dem der ersten Lieferung (vgl. Bericht v. Aug. 1944 zu F. A. Nr. 4010-0015-9512/43, SS-44, Seite 5) leider nicht ganz überein, sodass hier auf Gegenüberstellung HMA-Alterung und Vacuum-Destillation verzichtet wird.

Nach einem Vorschlag von Dr. Pany besitzt man zweckmässig zur Feststellung der Viskositätsdifferenz ($dk/50$) das im Bericht vom Aug. 1944 zu F. A. Nr. 4010-0015-9512/43, SS-44, Seite 18 dargestellte Diagramm, und entnimmt denselben für die Verdampfungsstufen der Öle bei der HMA-Alterung und deren Viskositätswerte $R/50$ die komplementären Viskositätswerte $R/50$ der Vacuumdestillation. Auch dann empfiehlt sich, die $dk/50$ -Werte unzuwerten auf dk -50, wenn man zwischen den untersuchten Ölen

000134

- 9 -

vergleichen will. Die Streuungen der dn -50 Werte sind, wie schon vorher erwähnt, beträchtlich, und sie sind nun mit aller Absicht in der folgenden Zahlentafel zusammengestellt:

| Werte dn -50 | Verdampfungsverlust | | | | | |
|----------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% |
| Ruhrchem. 1200 | 0,18-0,20 | 0,11-0,30 | 0,20-0,60 | 0,60-1,0 | 1,00-2,00 | 1,30-3,0 |
| Gasolin | 0,04-0,12 | 0,12 | 0,11-0,25 | 0,35-0,50 | 0,50 | |
| Peine | 0,04-0,11 | 0,20 | 0,20 | 0,25-0,75 | 0,50 | 0,90 |
| Vacuum | 0,06-0,10 | 0,08 | 0,04-0,10 | 0,04-0,30 | 0,15 | 0,70 |

Wenn man nun das Ansteigen der Refraktion der untersuchten Oele als Alterungsmerkmal surate sichten will, muss man sinngemäss in gleicher Weise verfahren, d. h. das Ansteigen der nD -Werte bei der HVA-Alterung dem Ansteigen der nD -Werte bei der Vacuum-Destillation nebeneinander stellen. In dem Diagramm Seite 10 ist der Anstieg der Refraktion ($\Delta nD/20$) bei der HVA-Alterung der Oele "Ruhrchemie 1200", "Ruhrchemie 3500", Peine, Gasolin und Vacuum dargestellt in Abhängigkeit vom Verdampfungsverlust; trotz der Streuungen erkennt man, dass die "Synthesöle Ruhrchemie" grundsätzlich einen anderen Verlauf nehmen, als die mit Synthesöl Ruhrchemie verschmittenen "Motoröle der Wehrmacht". Aufschlussreich ist aber erst die Differenzbildung aus dem Anstieg der Refraktion bei der HVA-Alterung (ΔnD HVA) gegenüber dem Anstieg der Refraktion bei Vacuum-Destillation (ΔnD Vac. D.) als $\Delta nD/20$:

| | $nD/20$ | Vol. %
Restöl | ΔnD HVA | ΔnD Vac. D. | $\Delta nD/20$ |
|------------------------|---------|------------------|-----------------|---------------------|----------------|
| Ruhrchemie 1200 | | | | | |
| Orig. Öl | 1.4657 | 100% | | | |
| Restöl ... | 1.4684 | 80% | 0,0033 | 0,0027 | = 0,0005 |
| " ... | 1.4714 | 60% | 0,0073 | 0,0057 | = 0,0016 |
| " ... | 1.4747 | 40% | 0,0118 | 0,0090 | = 0,0028 |
| " ... | 1.4780 | 20% | 0,0240 | 0,0123 | = 0,0117 |
| Ruhrchemie 3500 | | | | | |
| Orig. Öl | 1.4739 | 100% | | | |
| Restöl ... | 1.4763 | 80% | 0,0028 | 0,0024 | = 0,0004 |
| " ... | 1.4780 | 60% | 0,0078 | 0,0041 | = 0,0037 |
| " ... | 1.4795 | 40% | (0,0140) | 0,0056 | = 0,0084 |
| Gasolin-So | | | | | |
| Orig. Öl | 1.5077 | 100% | | | |
| Restöl ... | 1.5110 | 80% | 0,0033 | 0,0033 | = 0,0002 |
| " ... | 1.5147 | 60% | 0,0075 | 0,0070 | = 0,0005 |
| " ... | 1.5190 | 40% | (0,0120) | 0,0113 | = 0,0007 |
| " ... | 1.5216 | 30% | ? | 0,0159 | |
| Peine-So | | | | | |
| Orig. Öl | 1.4987 | 100% | | | |
| Restöl ... | 1.5004 | 80% | 0,0029 | 0,0017 | = 0,0012 |
| " ... | 1.5052 | 60% | 0,0078 | 0,0065 | = 0,0013 |
| " ... | 1.5111 | 40% | 0,0096 | 0,0124 | = !!! |
| Vacuum-So | | | | | |
| Orig. Öl | 1.4931 | 100% | | | |
| Restöl ... | 1.4980 | 80% | 0,0050 | 0,0024 | = -0,0004 |
| " ... | 1.4978 | 60% | 0,0049 | 0,0047 | = 0,0002 |
| " ... | 1.5004 | 40% | 0,0074 | 0,0073 | = 0,0001 |
| " ... | 1.5040 | 20% | ? | 0,0109 | |

Nach dieser Darstellung der Refraktions-Differenzen ($\Delta nD/20$)

erleiden die "Motorenöle der Wehrmacht", Lieferung Vacuum, Gasolin und Peine bei der 60% Verdampfungsverlust keine nennenswerte innere Veränderung, während diese bei den beiden Ruhrchemie-Ölen merklich ist und bei höheren Verdampfungsverlust sogar erhebliche Werte annimmt.

Seufert hat in einer sehr sorgfältigen Arbeit (Öl und Kohle 1938, 239) zur Beurteilung der Neack'schen Alterungs- und Verdampfungsmethode darauf hingewiesen, dass es unbedingt notwendig ist, gleich nach Versuchsbeendigung den Tiegel mit Öl in fließendem kaltem Wasser niederzukühlen und die Untersuchung der Alt-Ölproben raschestmöglich anzuschließen. Dieser Vorschlag Seuferts wurde auf die vorliegenden Versuchsergebnisse angewendet, insbesondere was das Abstoppen des Wärmeinflusses auf die Ölproben betrifft.

Es ist nun zweifellos von Interesse, die Nachalterung der abgestellten Proben wenigstens mithilfe der Refraktion zu verfolgen, und die folgende Zusammenstellung gibt nur einen einseitigen Ueberblick, da die Standzeit der Proben nicht gleichmäßig gewählt wurde, also Vergleiche unter den Ölen nicht zulässig sind. Man erkennt aber bei dieser Aufstellung schon jetzt, dass die Nachalterung lebhaft ist und Zeitunterschiede von ein oder zwei Wochen un schwer bemerkt werden können:

| Alterungs-
temp. zeit
°C / h | P e i n e | | | G a s o l i n | | | V a c u u m | | |
|------------------------------------|-----------|--------|-------|---------------|--------|-------|-------------|--------|-------|
| | nD | nD | .Diff | nD | nD | .Diff | nD | nD | .Diff |
| | urspr. | 60Tage | - | urspr. | 60Tage | - | urspr. | 60Tage | - |
| 200 / 1 | 1.4970 | 1.4981 | +11 | 1.5078 | 1.5083 | +5 | 1.4923 | 1.4923 | +0 |
| 200 / 2 | 1.4970 | 1.4987 | +17 | 1.5077 | 1.5083 | +6 | 1.4925 | 1.4928 | +3 |
| 200 / 3 | 1.4970 | 1.4989 | +19 | 1.5078 | 1.5086 | +8 | 1.4928 | 1.4930 | +2 |
| 200 / 5 | 1.4970 | 1.4996 | +26 | 1.5081 | 1.5089 | +8 | 1.4932 | 1.4936 | +4 |
| 250 / 1a | 1.4991 | 1.4996 | +5 | 1.5088 | 1.5088 | -0 | 1.4936 | 1.4939 | +3 |
| 250 / 1b | 1.4993 | 1.4993 | +0 | 1.5083 | 1.5086 | +3 | | | |
| 250 / 2 | 1.4997 | 1.5019 | +22 | 1.5109 | 1.5113 | +4 | 1.4945 | 1.4953 | +8 |
| 250 / 3 | 1.4998 | 1.5040 | +42 | 1.5120 | 1.5138 | +18 | 1.4960 | 1.4969 | +9 |
| 250 / 5 | 1.5001 | 1.5071 | +70 | 1.5133 | 1.5159 | +26 | 1.4978 | 1.4990 | +12 |
| 275 / 1 | | | | 1.5119 | 1.5116 | -3 | 1.4948 | 1.4952 | +4 |
| 275 / 2a | | | | 1.5121 | 1.5118 | -3 | 1.4967 | 1.4980 | +13 |
| 275 / 2b | | | | 1.5131 | 1.5140 | +9 | | | |
| 275 / 3 | | | | 1.5148 | 1.5167 | +19 | 1.4981 | 1.5001 | +20 |
| 275 / 5 | | | | 1.5171 | 1.5313 | +42 | 1.4991 | 1.5044 | +53 |
| 300 / 1a | 1.5040 | 1.5043 | +3 | | | | | | |
| 300 / 1b | 1.5044 | 1.5049 | +5 | | | | | | |
| 300 / 2 | 1.5061 | 1.5118 | +57 | | | | | | |

Die Beobachtungen werden fortgesetzt und seitlich auf einen Nenner gebracht.

H. Seufert

000136

Bag 4056

6. The high-vacuum distillation
of synthetic lubricating oils and petroleum
raffinates.

Dipl. Ing. Burg

Bezug: OMI, We Präf. 6 (IV) Wehrm. Auftr. Nr. 4010-0015-5212/43, 33-44
vom 10. 2. 44, - Hochvakuumdestillation von Gelen der Wehr-
macht zur Konstitutionsaufklärung.

Betrifft: Teilericht

Vertraulich

Die Hochvakuumdestillation von synthetischen Schmierölen
und Erdöl-Raffinaten Oderfurt.

Von den Gelen der Schmierstoff-Synthese wurden zur Unter-
suchung gestellt:

A. Steinkohlenbergwerk Rheinpreussen, Homberg, (Alederrhein)

- MO 56, Transformatoröl,
- MO 57, Turbinenöl,
- MO 58, Motorenöl leicht,
- MO 59, Motorenöl schwer,
- MO 60, Heißdampfzylinderöl, Ep 250°C, und
- MO 61, Heißdampfzylinderöl, Ep 300°C.

B. Ruhrchemie AG, Oberhausen-Holtan
Synthesöl Nr. 1200 und
Synthesöl Nr. 3500.

C. Braunkohle-Benzin AG, Zeitz i. Sa
Maschinenöl-Raffinat ZR 30

D. Oderfurter Mineralölwerke AG, Althriech-Ostreu

- Naphthenbasisches Öl der SAP-Raffination, ungeräuchert,
- Paraffinbasisches Öl der SAP-Raffination, geräuchert u.
Brightstock der SAP-Raffination.

Von den genannten Firmen lagen hierzu folgende Lieferange-
ben vor:

| | A. Rheinpreussen-Ole | | | | | |
|------------------|----------------------|-------|----------|----------|-------|-----------|
| | MO 56 | MO 57 | MO 58 | MO 59 | MO 60 | MO 61 |
| Farbe | gelb | gelb | rotbraun | rotbraun | braun | grünbraun |
| Dichte d/20 | 0,904 | 0,917 | 0,938 | 0,948 | 0,959 | 0,950 |
| Viskosität E/20 | 3,09 | 14,1 | - | - | - | - |
| " E/50 | 1,53 | 3,1 | 8,29 | 17,24 | - | - |
| " E/100 | - | - | - | - | 6,65 | 2,52 |
| Visk. polhöhe Wp | 3,62 | 2,78 | - | - | - | - |
| Siedepunkt °C | -39 | -36 | -23 | -26 | -5 | -5 |
| Flammpunkt °C | 189 | 220 | 211 | 238 | 290 | 300 |
| Conradsontest | | | | | | |
| frisch | 0,016 | 0,008 | 0,480 | 0,020 | 1,178 | 1,020 |
| gealtert .. | 0,020 | 0,010 | 0,559 | 0,020 | - | - |
| Säurezahl | | | | | | |
| frisch | 0,00 | 0,00 | - | - | - | - |
| gealtert .. | 0,00 | 0,01 | - | - | - | - |
| Asche | - | - | - | - | 0,038 | 0,006 |
| Harzgehalt .. | - | - | - | - | 0 | 0 |
| Teerzahl | 0,052 | 0,020 | - | - | - | - |
| Verbleibungszeit | 0,125 | 0,035 | - | - | - | - |
| Verbleibungszeit | | | | | | |
| frisch | - | 0,11 | - | - | - | - |
| gealtert .. | - | 0,25 | - | - | - | - |

Diese Öle stellen nach der von Kolbel entwickelten Synthese eine
Kombination von paraffinischen β/γ -Kohlenwasserstoffen mit aroma-

000140

- 4 -

| Del-Bezeichnung | Menge | Fr. | A/20. | MD/20. | E/20. | E/50. | Wp | W | AP |
|---|-------|-----|-------|--------|-------|-------|------|------|----|
| | Vol.% | | | | | | | | |
| No 58, Chromatogramm | | | | | | | | | |
| - Al ₂ O ₃ -filtrat | 62,7 | 3,2 | - | 1.5802 | 41,0 | 7,10 | 2.12 | 3.72 | - |
| - Al ₂ O ₃ -extrakt | | | | | | | | | |
| obere Hälfte | - | - | - | 1.5765 | - | - | - | - | - |
| untere " | - | - | - | 1.5825 | - | - | - | - | - |
| No 58, 1. Fraktion | 15,5 | 1 | - | 1.5831 | 2,79 | 1,55 | 1.52 | 1.98 | 52 |
| " 2. Fraktion | 20,0 | 2 | - | 1.5816 | 14,8 | 1,18 | 2.22 | 4.16 | 28 |
| " 3. Fraktion | 21,0 | 2,5 | - | 1.5842 | 21,0 | 4,00 | 2.70 | 4.05 | 52 |
| " Rückstand | 42,5 | 6,5 | - | 1.5861 | 1400 | 29,0 | 2.00 | 3.55 | 55 |
| No 59, Original | - | 8 | 0,40 | 1.5802 | 11,6 | 10,4 | 1.42 | 3.72 | 45 |
| - Aceton-Rückstand | 47,4 | 3,5 | - | 1.5807 | 207 | 20,0 | 2.42 | 3.60 | 45 |
| - Aceton-Extrakt | 52,6 | 5,0 | - | 1.5845 | 71 | 3,5 | 2.20 | 3.24 | 35 |
| No 59, 1. Fraktion | | 1,5 | - | 1.5839 | 10,0 | 2,00 | 2.50 | 3.12 | 31 |
| " 2. Fraktion | | 2,2 | - | 1.5844 | 10,4 | 3,02 | 2.41 | 3.30 | 31 |
| " Rückstand | | 8 | - | 1.5805 | 1200 | 22,0 | 2.40 | 3.45 | 50 |
| No 59, Chromatogr. | | | | | | | | | |
| - Al ₂ O ₃ -filtrat | 59,0 | 3,2 | - | 1.5872 | 21,5 | 11,6 | 2.27 | 3.67 | - |
| - Al ₂ O ₃ -extrakt | | | | | | | | | |
| obere Hälfte | - | - | - | 1.5816 | - | - | - | - | - |
| untere Hälfte | - | - | - | 1.5802 | - | - | - | - | - |
| No 60, Original | - | 8,0 | 0,50 | 1.5800 | 1300 | 33,5 | 2.50 | 3.50 | 57 |
| - Aceton-Rückstand | 72,4 | 10 | - | 1.5858 | 1980 | 126 | 2.40 | 3.44 | 60 |
| - Aceton-Extrakt | 21,6 | 10 | - | 1.5816 | 650 | 42,5 | 1.24 | 3.90 | 43 |
| No 60, 1. Fraktion | 18,5 | 4,2 | - | 1.5813 | 40,0 | 1,05 | 2.15 | 1.20 | 57 |
| " 2. Fraktion | 11,5 | 4,2 | - | 1.5870 | 71,5 | 18,0 | 2.22 | 3.74 | 40 |
| " Rückstand | 13,5 | 10 | - | 1.5808 | 7200 | 271 | - | - | 62 |
| No 60, Chromatogr. | | | | | | | | | |
| - Al ₂ O ₃ -filtrat | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Al ₂ O ₃ -extrakt | | | | | | | | | |
| obere Schicht | 26,1 | 10 | - | 1.5840 | 2000 | 190 | 2.35 | 3.08 | - |
| untere " | 50,2 | 6 | - | 1.5817 | 1000 | 80 | 2.30 | 3.40 | - |
| - Verlust | 14,7 | | | | | | | | |
| No 61, Original | - | 1,7 | 0,50 | 1.5844 | 2700 | 197 | 2.22 | 3.47 | 64 |
| - Aceton-Rückstand | 50,0 | 8,0 | - | 1.5827 | 4200 | 100 | 2.32 | 3.58 | 68 |
| - Aceton-Extrakt | 10,1 | 3,0 | - | 1.5805 | 1840 | 37 | 2.30 | 3.00 | 51 |

Das Chromatographieren wurde demselben Verfahren, dass jeweils 50 g Gel eingesetzt und mit 50 g Norpollenzin verdünnt wurden; diese Lösung wurde durch eine Glastrochle Filternadel zur Aluminiumoxyd-Hilfe durch Wasserstrahlpumpe gezogen, die Filternadel hatte 340 mm Höhe und 12 mm Ø. Das noch nachherfolgte mit 100 cc Norpollenzin auf unbedeutende Schichtendickungen in der Filternadel wurde keine Rücksicht genommen.

Erkenntnisse: Versuchsreihe A

Die Eigenart der Herstellung der Syntheschmieröle bei Steinkohlenbergwerk Rheinpreussen bedingt auch deren Eigenschaften, die sich in ganz wesentlichen Punkten von denen bisher bekannter Kohlenwasserstofföle unterscheiden.

Fürs erste tritt eine Divergenz zwischen Dichte und Refraktion in Erscheinung, die ausserordentlich charakteristisch ist. Während - aus Abb. 1 ersichtlich - die Beziehung zwischen $d/20$ und $n_D/20$ bei allen bisher bekannten Kohlenwasserstoffölen, also denen der Erdölverarbeitung und der Niederdruck- und Hochdrucksynthese, eine ziemlich engbegrenzte ist, dargestellt durch das schmale Band, das sich quer durch das Schaubild zieht, wobei sich zudem die Mineralschmieröle linear den leichteren Kohlenwasserstoffen (Benzin, Dieselöle) anfügen, liegen die Rheinpreussenöle völlig abseits dieser Relation. In gleicher Richtung abseits der bezeichneten Beziehung liegen ferner auch das Benzol, und - im Bilde nicht mehr dargestellt, - die höheren Ringkohlenwasserstoffe (Naphtalin, Aensaphten, Fluoren, Anthracen usw.), selbst bei partieller Hydrierung (z. B. Tetralin), während im völlig hydrierten Naphtalin (Dekalin) offensichtlich der Charakter des Wasserstoff-Reichtums überwiegt. Damit ist ganz unzweifelhaft, dass in den Rheinpreussenölen die durchaus eigenartige Kombination von Aliphaten und Aromaten zum Ausdruck kommt, und dass, aus der Lage der Kurve $d-n_D$ abzulesen, der aromatische Charakter der Rheinpreussenöle mit steigender Molekulargrösse, steigender Dichte und steigender Viskosität zunimmt. Zu dieser Darstellung berechtigt nämlich umgekehrt das in Schaubild gezeigte Verhalten der von A. W. Schmidt und Mitarbeiter synthetisierten Benzolderivate (Propyl- bis Dodecylbenzol bzw. -toluol), die sich mit der Kettenlänge des aliphatischen Substituenten der Scheider für aliphatische Kohlenwasserstoffe typischen Beziehung $n_D - T$ obhört. Es empfiehlt sich in diesem Zusammenhange überhaupt auf die ursprüngliche Formel der spezifischen Refraktion (r)

$$r = (n - 1) / d$$

zurückzugreifen, wobei man alle Kohlenwasserstofföle der Erdölverarbeitung sowie der FT-Synthese durch den engen Bereich $r = 0,550$ bis $0,564$ (im Mittel $r = 0,557$) charakterisieren kann. Für Benzol indessen ergibt sich ein r -Wert von $0,577$, für Styrol ein solcher von $0,560$, für die Rheinpreussenöle $r = 0,572$ bis $0,580$, für Cyklopentadien $0,588$, Hexadien $0,623$ und für die in den Teeren auftretenden Derivate des Naphtalins, Anthracens und Phenanthrens $r = 0,576$ bis $0,625$. Andererseits werden fette Öle im Mittel durch $r = 0,510$ bis $0,516$ charakterisiert, (Olein $0,517$), während sich das durch unverseifbare Wachsaufteile bekannte Spermaceti mit $r = 0,530$ von den reinen Fettölen des Tier- und Pflanzenreiches absondert. Bemerkenswert ist schliesslich, dass die wohldefinierten n - und i -Paraffine im Dichtebereich $0,670$ - $0,800$ (also Molekulargrösse C_6 bis C_{21}) mit $r = 0,567$ bis $0,560$ charakterisiert werden, während reine n -Olefine $r = 0,575$ bis $0,563$ und reine Naphtene durchschnittlich $r = 0,550$ zeigen. Auch das Bekenhydranaphtalin separiert sich mit $r = 0,523$.

In seinem Buche "Schmierstoffe und Maschinenschmierung" (2. Aufl., S. 118) hat der Berichterstatter in einem Diagramm und einer Zahlentafel auf die unverkennbaren Zusammenhänge zwischen Dichte und Anilinpunkt in Abhängigkeit von der mittleren Molekulargrösse (als symbates Mass: Zähflüssigkeitsstufe $E/50$) aufmerk-

000144

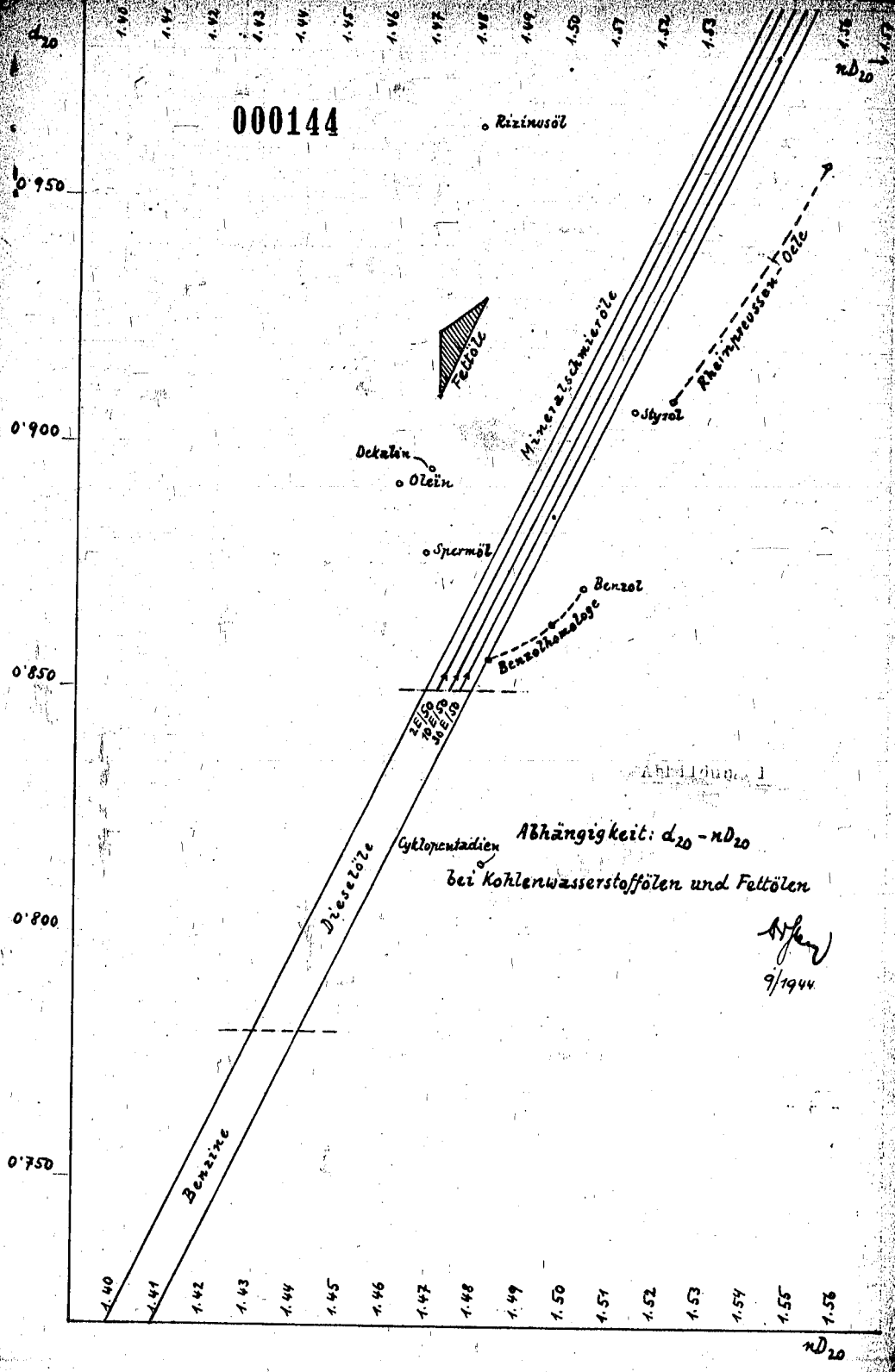


Abbildung 1

Abhängigkeit: $d_{20} - n_{D20}$
 bei Kohlenwasserstoffölen und Fettölen

A. J. J.
 9/1944

000145

Abbildung 29

Abhängigkeit: d u. nD - AP - E/10
von Kohlenwasserstoffölen

Asper
9/1944

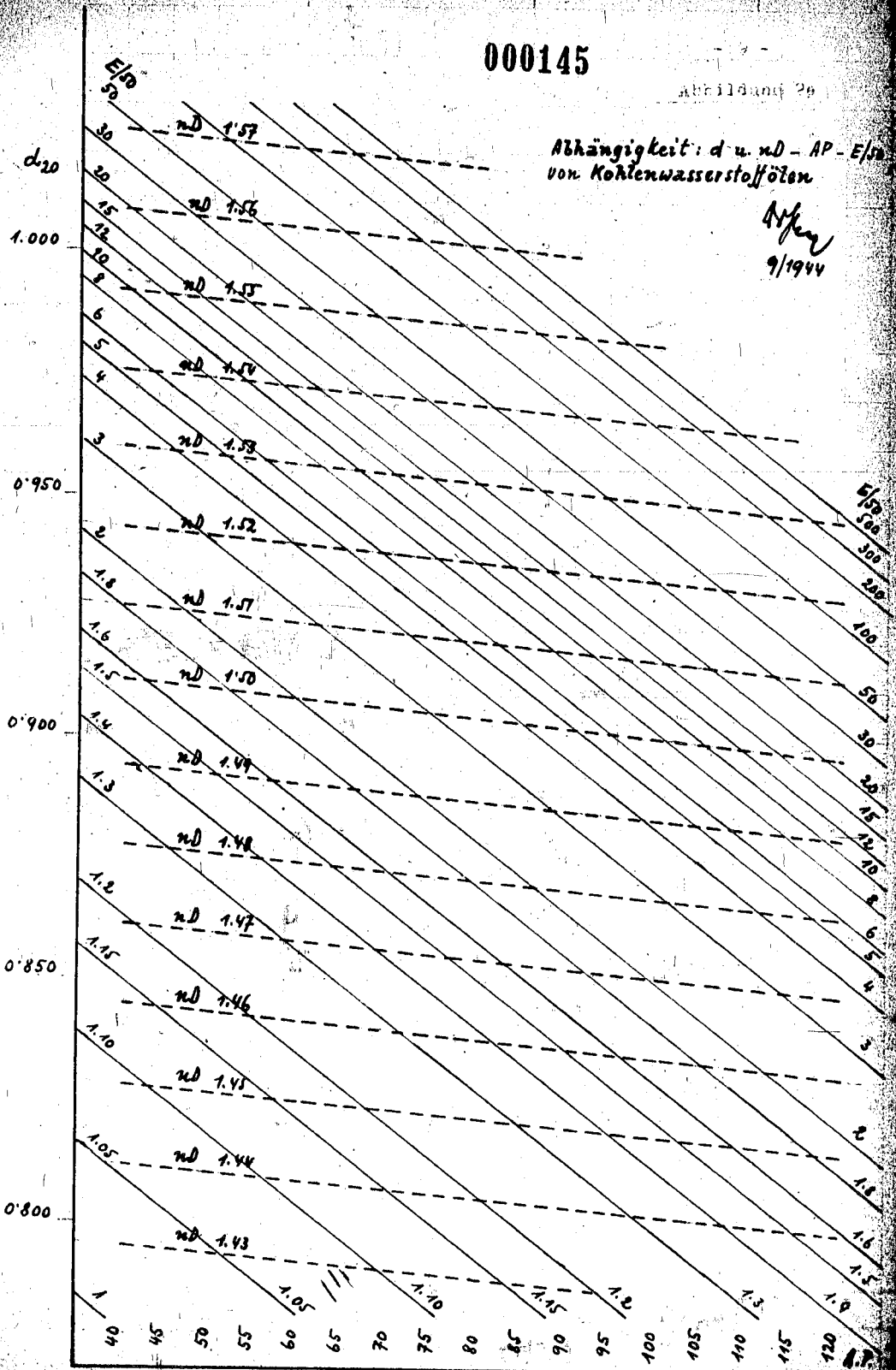


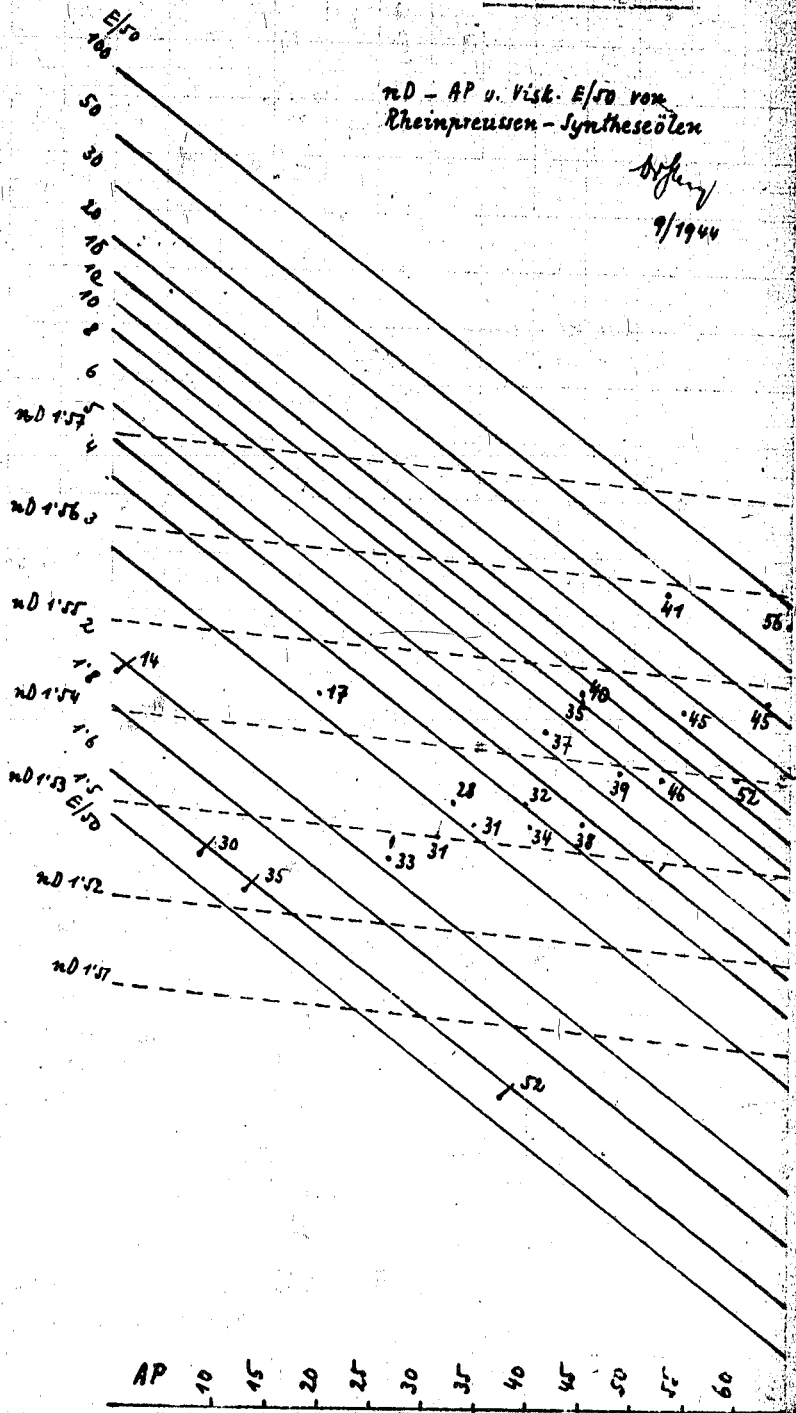
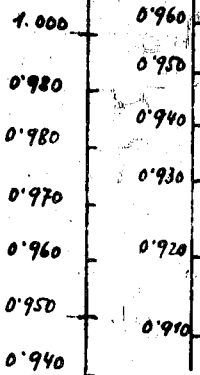
Abbildung 2b

nD - AP u. Visk. E/50 von Rheinpreussen-Synthesölen

Brüning
9/1944

d₂₀ der Kohlenwasserstoffe
der Erdölverarbeitung

d₂₅ der Rheinpreussenöle



AP 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60

wen gemacht. Diese Beziehungen sind durch weitere Messergebnisse in Abb. 2a des vorgelegten Berichtes gegenüber der Darstellung im Buch "Schmierstoffe und Maschinenschmierung" geringfügig korrigiert worden. Ausserdem wurde in das Schaubild noch das Netz nD heringelegt, um zweckvoller die für Erdölkohlenwasserstoffe und FT-Syntheseeöle gültigen Beziehungen zwischen nD, E/50 und AP abzulesen zu können. Will man diesen Messreiter nun auch auf Syntheseeöle Rheinpreussen anwenden, so sieht man, dass diese durchwegs mit niedrigeren Anilinpunkten, also ausgeprägt aromatischen Charakter, fast völlig aus dem dargestellten Rahmen fallen. Abbildung 2b ist nun einfach die linksseitige, massengleiche Ergänzung zu Abbildung 2a, und hierbei zeigt sich, dass sich die Rheinpreusseneöle bis auf Anomalien in den leichtesten und schwersten Fraktionen den bisher gewonnenen Erkenntnissen einordnen lassen. Allerdings lässt sich im Hinblick auf die bereits beschriebene Divergenz d-nD bei Rheinpreusseneölen nur die Beziehung nD-E/50-AP in Anwendung bringen.

Die Destillation mit Leybold-Pumpe (Vorvakuum 0,1 mm Hg) und Quecksilberdampf-pumpen (Hochvakuum bis 0,005 mm Hg) ist allein zur Konstitutionsaufklärung der Rheinpreusseneöle nicht übermässig aufschlussreich. Bemerkenswert ist lediglich, dass bei den leichten Rheinpreusseneölen, Mo 56, Mo 57 und Mo 58 die niederen Fraktionen durch höheren Anilinpunkt (AP) und geringere Refraktion (nD) aromatischer sind als die höheren Fraktionen und der Destillationsrückstand, und dies lässt gewissen Einblick in den künstlichen Bau dieser Öle zu. Die leichten Rheinpreusseneöle Mo 56 und Mo 57 sind ausserdem völlig acetonlöslich, so dass bei diesen beiden Typen zu ihrer Solvent-Analyse Aethanol genommen wurde. Bei der Lösemittel-Analyse der Typen Mo 58 bis Mo 61 mit Aceton fällt auf, dass der Lösemittel-extrakt in der Zähflüssigkeit stets wesentlich niedriger liegt als das zugehörige Lösemittelraffinat, dass also die aromatenreichen Anteile in der Molekulargrösse beträchtlich kleiner sind als die aliphatischen Bestandteile, was durch Bestimmung des mittleren Molekulargewichtes mit Ausgestaltung dieser Arbeit noch bestätigt werden soll. (Auss. aus den Kennzahlen n, nD, AP und E lässt sich rechnerisch dann auch die sog. "Ring-Analyse" durchführen, deren Brauchbarkeit bzw. Unbrauchbarkeit gerade bei Ölen dieser Natur wahrscheinlich besonders deutlich wird.) Die chromatographische Analyse hat vorerst nicht allzuviel Interesse, da der erstens grössten Schwierigkeiten begegnet, das in der Filtersäule zurückgehaltene Gut zu eluieren und zu merkbarer Schichtenrennung zu veranlassen, denn aber zweitens auch zeitraubend und unzuverlässig ist, das Material aus der Filtersäule wieder quantitativ zu extrahieren.

Ueber die Sauberkeit einer Arbeitsmethode, wie hier der Vakuumdestillation, hat man eine gute Kontrolle, wenn man die Fraktionen nach Quantität und Qualität additiv zum Ausgangsöl zusammenfügt, soweit es sich um additive Eigenschaften bzw. Kennzahlen handelt. Die bequemste Kontrolle gestattet die Refraktion des Originalöles als Summe der anteiligen Refraktionswerte der einzelnen Siedebchnitte. Die Genauigkeit, mit der hier die Herren Dipl. Ing. Theumert und Held bei der Bericht-Aufgabe gearbeitet haben, ist unerkennenswert.

| nD-Werte | Mo 56 I | Mo 56 II | Mo 57 | Mo 58 | Mo 59 | Mo 60 |
|---------------|---------|----------|---------|---------|--------|---------|
| Originalöl | 1,5248 | 1,5248 | 1,5317 | 1,5394 | 1,5462 | 1,5560 |
| Addit. Frakt. | 1,5236 | 1,5250 | 1,5312 | 1,5387 | 1,5462 | 1,5558 |
| nD-Differenz | -0,0012 | +0,0002 | -0,0005 | -0,0007 | 0,0000 | -0,0008 |

Zur Beurteilung der Lösemittel-Analyse (und bei quantitativer Gestaltung der Chromatogramme) lässt sich ebenfalls das additive Verhalten dieser Kennzahlen heranziehen, bzw. die Formel zur sog. "Phasen-Analyse" (Welterdölkongress Paris 1937, Bd. 11, 879) anwenden:

$$p = \frac{nE - nA}{nE - nR} \cdot 100$$

In dieser Formel bedeuten: p = vH-Gehalt an Lösemittel-Raffinat, n = Refraktion von E = Lösemittel-Extrakt, A = Ausgangsöl und R = Lösemittel-Raffinat.

In der Berichterheit ist aber ein auffallendes Missergebnis festzustellen, was die Auswertung der Lösemittel-Analysen No 56 bis No 61 nach der "Additions-Methode" und der "Phasen-Analyse" betrifft:

| Additions-Methode | | Phasen-Analyse |
|-------------------|--|--|
| <u>No 56</u> | Originalöl nD 1.5248
Addit. (Raff.+Extr.) 1.5247
Differenz -0.0001 | p gemessen 85,45
p gerechnet 85,18
Differenz -0,27 |
| <u>No 57</u> | Originalöl nD 1.5317
Addit. (Raff.+Extr.) 1.5317
Differenz 0.0000 | p gemessen 83,45
p gerechnet 84,85
Differenz +1,40 |
| <u>No 58</u> | Originalöl nD 1.5384
Addit. (Raff.+Extr.) 1.5382
Differenz -0.0002 | p gemessen 81,85
p gerechnet 80,00
Differenz +1,85 |
| <u>No 59</u> | Originalöl nD 1.5462
Addit. (Raff.+Extr.) 1.5462
Differenz 0.0000 | p gemessen 87,45
p gerechnet 84,50
Differenz +2,95 |
| <u>No 60</u> | Originalöl nD 1.5566
Addit. (Raff.+Extr.) 1.5563
Differenz -0.0003 | p gemessen 78,45
p gerechnet 68,75
Differenz +9,70 |
| <u>No 61</u> | Originalöl nD 1.5544
Addit. (Raff.+Extr.) 1.5528
Differenz -0.0006 | p gemessen 80,85
p gerechnet 74,50
Differenz +6,35 |

Trägt man in einem Diagramm - vgl. Abb. 3 - auf dem einen Schenkel die Refraktion nD auf und auf dem anderen in gegenläufigem Massstab die vH-teile Lösemittel-Extrakt bzw. Lösemittelraffinat, so lässt sich hierbei das Verteilungsgesetz in allen Einzelheiten studieren. Das Ausgangsmaterial (Originalöl) ist in der zeichnerischen Darstellung aufzufassen als ein 100%iges Raffinat oder auch ein 100%iger Extrakt. Die nD-Differenz zwischen Extrakt (E) und Raffinat (R) ist zweifellos ein Charakteristikum, da sie die Zufälligkeit der Tiefenwirkung des Lösungsmittels durch Behandlungsort, -dauer und -temperatur ausschaltet. Für ein bestimmtes Lösungsmittel (in den Versuchsflüssigkeiten Äthanol und Aceton, sonst auch Anilin, Nitrobenzol, Kreosol, Turpentin usw.) bezeichnet man die Differenz $\Delta nD = nD(E) - nD(R)$

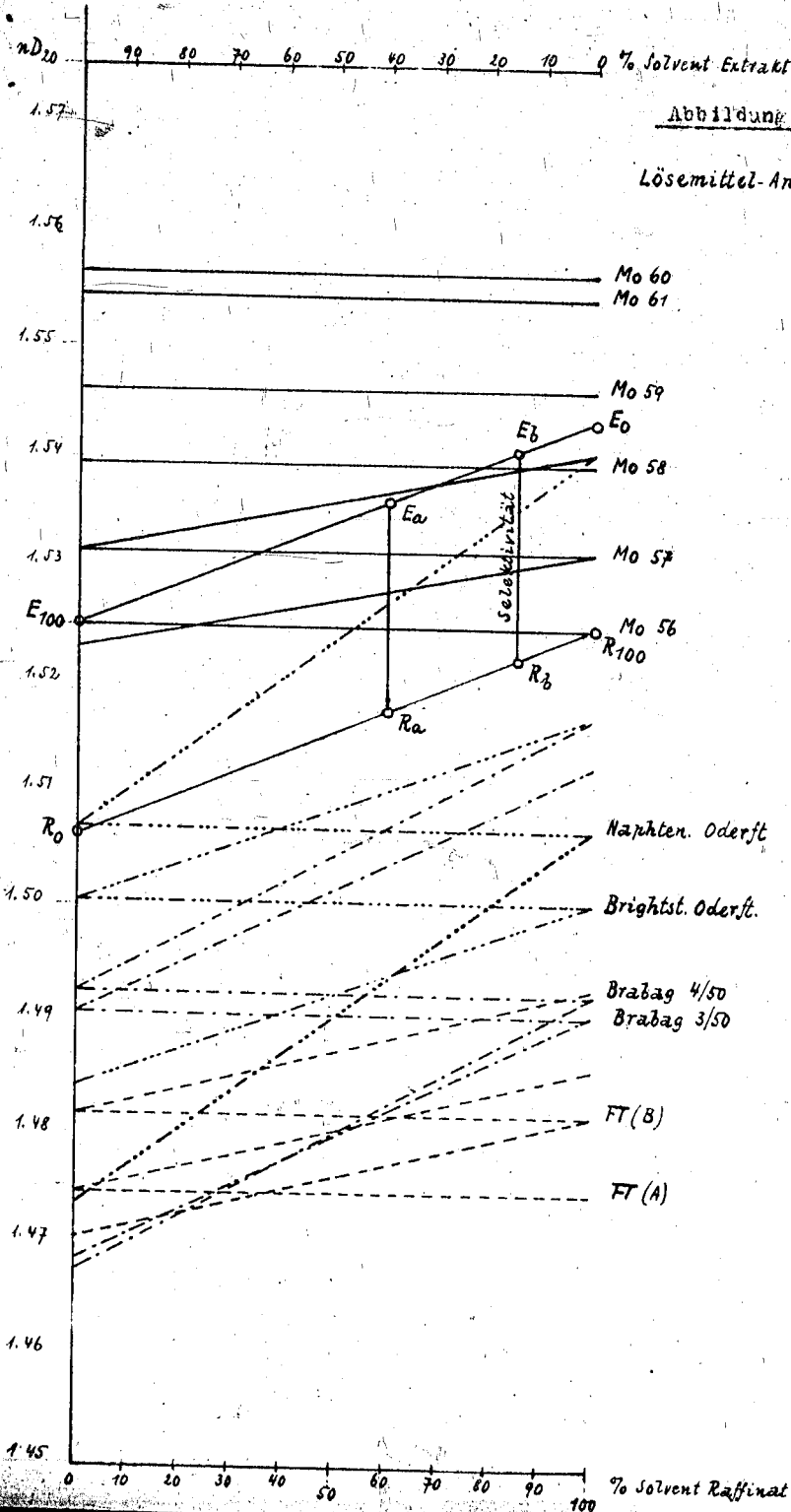


Abbildung 3
 Lösemittel-Analyse

Stefan
 9/1944

als die "Selektivität" desselben. Um den "Solvent-Bereich" (SB) festzustellen, ... eine neue Begriffsfassung des Berichterstatters ... ist es zeichnerisch nur notwendig, die einander parallelen Strahlen der möglichen und durch verschiedene Behandlungen intendiert mit mehreren Versuchspunkten auch zu messenden n_D -werte Raffinat und Extrakt bis zum Schnitt mit den senkrechten Begrenzungen des Messkassettes (also 0% Raffinat und 0% Extrakt) zu verlängern. Als "Bereich des Lösungsmittels", kurz "Solvent-Bereich" ist dann die Differenz der hypothetischen n_D -werte für 0% Extrakt (Punkt R_0 der Abb. 5) und 0% Raffinat (Punkt R_0) anzusehen. Da die Strahlen R_0-R_{100} und $R_{100}-R_0$ einander parallel laufen, also die Selektivität unabhängig von Behandlungsdauer, Temperatur, Lösungsmittelmenge usw. nur für das jeweilige Lösungsmittel typisch ist, indem die n_D -Differenzen R_0-R_{100} , $R_{100}-R_0$, schließlich R_0-R_{100} oder $R_{100}-R_0$ einander gleich sind, so ergibt sich der Solvent-Bereich als das Doppel der Selektivität: $(SB) = 2(\Delta n_D)$.

Die Messergebnisse auf die Solvent-Behandlung der Rheinreusen-Gale angegeben, zeigen bei Aceton-Extraktion eine außerordentlich geringe "Auswählende Löslichkeit", für Aethanol-Extraktion einen mittleren Effekt, er ist nämlich:

Solvent-Selektivität n_D Original-Solventbereich (SB)

| No | alkohol | Δn_D | SB |
|-------|---------|--------------|--------|
| No 56 | alkohol | .0188 | 1.5258 |
| No 57 | " | .0089 | 1.5317 |
| No 58 | Aceton | .0010 | 1.5394 |
| No 59 | " | .0000 | 1.5402 |
| No 60 | " | .0032 | 1.5386 |
| No 61 | " | .0000 | 1.5344 |

Da die Versärfächnissen vorzuziehen, muss natürlich gesagt werden, dass ein derart festgestellter n_D -Bereich durch Lösungsmittelbehandlung nur die Charakteristika dieser Behandlung ist und dass die Selektivität eben nur eine Stoffeigenschaft des jeweiligen Lösungsmittels und des jeweiligen Gales darstellt. Durch Destillation wird ein Gal in völlig anderer Weise aufgeschlossen, und ein auf letztere Weise abgegrenzter Bereich von Kennzahlen liegt völlig anders, so bei Destillation eine Depurierung der Kohlenwasserstoffe nach Molekulargröße erfolgt, bei Solventbehandlung aber eine solche nach der chemischen Gruppen-Natur. Aus den im experimentellen Teil mitgeteilten Zahlen lässt sich z.B. der n_D -Bereich der Kohlenwasserstoffe der durch Destillation erhaltene wird, nicht ohne weiteres angeben, da die einzelnen Stoffe quantitativ zu weit gewählt wurde, in Hinblick soll angegeben, so verfahren werden, dass bei einer Vakuumdestillation die ersten drei oder vier übergehenden Tropfen abgetrennt werden, um die Refraktion der erstgedehnten Teile bestimmen zu können, da in einem Scheitbild die Kurven n_D - Destillationsstufen einen mitunter unregelmäßigen Verlauf nehmen, lässt sich zeichnerisch der n_D -Bereich der Destillation von Oelen nicht näherungsweise angeben.

Erkenntnis: Versuchersihe B

Die Synthesole-Mischchemie nach Fischer-Tropsch, kurz FT-Öle, ordnen sich der Bezeichnung d-nf völlig ein.

Zu den FT-Ölen 1200 und 3500 fehlen leider bis zum Zeitpunkt dieser Berichterstattung die Anilinpunkte der Original-Öle und Fraktionen. Aus früheren Untersuchungen des Berichterstatters ergibt sich bei den FT-Ölen im Verhältnis d, n_D-AP-E/50 eine deutliche Abweichung, besonders dem in Abb. 26 dargestellten Schema, was folgende Aufstellung erkennen lässt:

| FT-Öl mit Visk. E/50 | d/20 | n _D /20 | Wp | m | Anilinpunkt gemess. sen | Correc-tion | AP-Differenz |
|----------------------|-------|--------------------|------|------|-------------------------|-------------|--------------|
| 5,20 | 0,849 | 1,4707 | 1,72 | 5,50 | 120°C | -12°C | + 6°C |
| 5,55 | 0,852 | 1,4755 | 1,72 | 5,62 | 115°C | -12°C | +12°C |
| 5,75 | 0,851 | 1,4750 | 1,85 | 5,55 | 116°C | -12°C | +13°C |
| 10,70 | 0,855 | 1,4775 | 1,75 | 5,48 | 125°C | -13°C | +13°C |
| 12,10 | 0,858 | 1,4750 | 1,94 | 5,46 | 122°C | -13°C | +15°C |

Die n_D-Kontrollen der Vacuum-destillation bestätigen exakte Arbeitweise:

| n _D -Werte | FT 1200 | FT 3500 |
|---------------------------|---------|---------|
| Originalöl | 1,4857 | 1,4750 |
| Addit. Fraktionen | 1,4861 | 1,4740 |
| n _D -Differenz | -0,0000 | +0,0001 |

Eine Lösemittel-Analyse beider Öle unterließ im Hinblick auf frühere Erfahrungen, denen zufolge diese Öle in ihrer Struktur sehr einheitlich sind und mit kleinen geringen Extraktmengen gehen. Der Extraktanfall ist sogar bei künstlich gealterten FT-Ölen, die als Paraffine bei Oxidation versauern und verdicken, relativ gering, wie die obensich folgende Aufstellung zeigt. Bemerkenswert ist hierbei, dass mit der Versauerung die Löslichkeitsfähigkeit erheblich zunimmt, der Anilinpunkt aber entsprechend sinkt, nämlich der Zusatzregel, dass bei Fettsäure von Kohlenwasserstoffmolekülen je 1% Fettigkeit der AP um rund 1°C sinkt, weil fette Öle und Fettsäuren rechtlichen völlig Anilinslöslich sind.

Die folgende Zahlenaufstellung zeigt die Aceton-Analyse zweier gealterter FT-Öle A und B:

| Gel | d/20 | n _D /20 | E/20 | E/50 | Wp | m | VZ | AP | Fett-be |
|-------------|-------|--------------------|------|------|------|------|-------|----|---------|
| A | 0,855 | 1,4742 | 29 | 5,7 | 1,85 | 3,55 | 1,30 | - | 5,5 |
| 89,5 ARaff. | 0,854 | - | 35 | 6,05 | 1,97 | 3,61 | - | - | 6,5 |
| 10,5 Extr. | 0,877 | 1,4845 | 16 | 2,70 | - | 3,87 | - | - | 6,5 |
| B | 0,855 | 1,4816 | 120 | 17 | 2,05 | 3,47 | 2,92 | - | 8,8 |
| 81,0 ARaff. | 0,873 | 1,4733 | 132 | 18,5 | 1,97 | 3,40 | 3,67 | - | 8,7 |
| 19,0 Extr. | 0,918 | 1,4904 | 250 | 27,5 | 2,51 | 3,55 | 15,40 | - | 10 |

Aus den weiteren Zahlen ist zu entnehmen, dass bei künstlicher Alterung (100 ccm FT-Öle jeweils 24 Std., lang bei 130°C konst. mit 25 lit. Luft/n) von FT-Ölen Verdickung und Versauerung und AP-Abfall auftritt:

| Gel | d/20 | n _D /20 | E/20 | E/50 | Wp | m | VZ | AP | Fett-be |
|----------|-------|--------------------|------|------|------|------|------|-------|---------|
| C-frisch | 0,851 | 1,4750 | 27 | 5,75 | 1,85 | 3,55 | 0,18 | 116°C | 5,5 |
| C-alt | 0,864 | 1,4782 | 39 | 7,22 | 1,97 | 3,59 | 8,26 | 101°C | 8,5 |

| Öel | d/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m | VZ | AP | Farbe |
|----------|------|--------|------|-------|------|------|------|-----|-------|
| D-frisch | .852 | 1.4755 | 27 | 5,55 | 1.92 | 3.62 | | 115 | 3,4 |
| D-alt | .879 | 1.4788 | 71 | 10,90 | 2.14 | 3.61 | 14,2 | 91 | 5,7 |
| E-frisch | .856 | 1.4767 | 71 | 12,02 | 1.83 | 3.38 | | 125 | 3,8 |
| E-alt | .862 | 1.4813 | 221 | 26,00 | 2.20 | 3.49 | | 96 | 6,5 |
| F-frisch | .860 | 1.4775 | 113 | 17,40 | 1.85 | 3.32 | | 132 | 3,0 |
| F-alt | .880 | 1.4805 | 244 | 28,20 | 2.12 | 3.42 | 4,0 | 108 | 6,0 |

Erkenntnisse: Versuchsreihe C

Auch beim Erbag-Öel ZR-50 als einem Vertreter der Hochdruck-Schmieröl-Synthese ordnet sich die Beziehung d-nD in das Schema der Abb. 1.

Das Verhältnis d, nD-AP-E/50 zeigt Abweichungen vom Schema bild 2b und zwar entgegengesetzt den Abweichungen von Öelen der Niederdruck-Synthese, Versuchsreihe B, was die folgende Aufteilung zeigt:

| Erbag ZR-50 | AP, gemessen | AP, gerechnet | AP-Differenz |
|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 1. Fraktion | 84°C | 74°C | = -10°C |
| 2. Fraktion | 85°C | 87°C | = - 6°C |
| 3. Fraktion | 99°C | 90°C | = - 9°C |
| Rückstand | 109°C | 108°C | = - 1°C |

Der Lösmittel-Analyse wurden zwei Erbag-Öle aus Handelslieferungen in den Viskositätsstufen 3 und 4 E/50 unterworfen, und zwar in friischem Zustand, sowie kurzzeitig und ohne Oxydation gealtert (24 h bei 120°C Trockenschrank). Das Ergebnis der Untersuchungen folgt anschließend:

| Erbag | d/20 | nD/20 | E/20 | E/50 | Wp | m | VZ _h | Farbe | Kege |
|------------------|--------|-------|------|------|------|------|-----------------|---------|------|
| 3/50 neu. 888 | 1.4905 | 12,2 | 2,92 | 2.41 | 4.04 | - | 2 | - | - |
| Acet. Raff. .885 | 1.4881 | 12,1 | 2,96 | 2.22 | 3.95 | - | 1,7 | 87,18 g | |
| " Extr. - | 1.5094 | 10,1 | 3,15 | 3.63 | 4.35 | 0,65 | 8 | 12,78 g | |
| 3/50 alt. 888 | 1.4907 | 12,3 | 2,95 | 2.54 | 4.08 | 0,52 | 4 | - | |
| Acet. Raff. .885 | 1.4884 | 11,1 | 2,92 | 2.00 | 3.85 | - | 3 | 87,53 g | |
| " Extr. - | 1.5092 | 17,7 | 3,29 | 4.02 | 4.41 | - | 10 | 12,30 g | |
| 4/50 neu. 890 | 1.4823 | 20,0 | 3,95 | 2.62 | 4.04 | - | 3,5 | - | |
| Acet. Raff. .888 | 1.4802 | 18,9 | 3,81 | 2.53 | 3.92 | - | 3 | 90,45 g | |
| " Extr. - | 1.5144 | - | - | - | - | 0,88 | 8 | 9,54 g | |
| 4/50 alt. 890 | 1.4826 | 20,2 | 3,95 | 2.68 | 4.06 | - | 4,5 | - | |
| Acet. Raff. .888 | 1.4801 | 19,2 | 4,02 | 2.34 | 3.92 | - | 4 | 86,17 g | |
| " Extr. - | 1.5112 | 28,2 | 4,43 | 3.98 | 4,45 | - | 10 | 11,75 g | |

Die Selektivität des Acetons ist gegenüber Erbag 3/50 o, 0223, gegenüber Erbag 4/50 o, 0248, also immerhin deutlich. Das 24-stündige Erhitzen auf 120°C ist auf die beiden Erbag-Öle ohne Liefered, Mißfluss, während bekanntlich längere Sauerstoff-lung (oder natürliche Beanspruchung durch Schäumen in hydraulischen Systemen) Öle der Braunkohlentee-Kyrierung grundlegend verändert, nämlich stark veräuert und verdickt.

Destillat

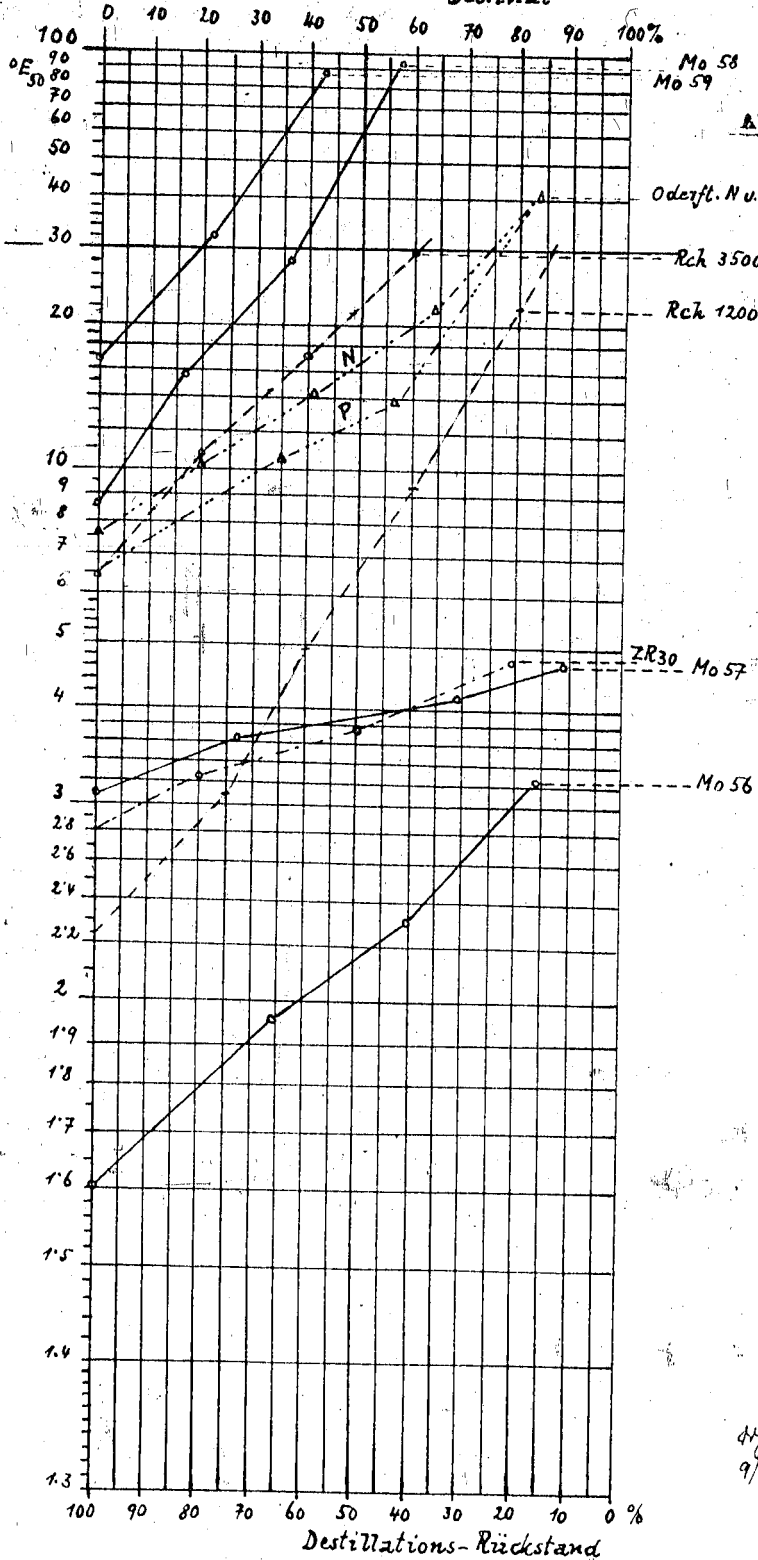


Abbildung 2

Oderft. N u. P

Rch 3500

Rch 1200

ZR30 Mo 57

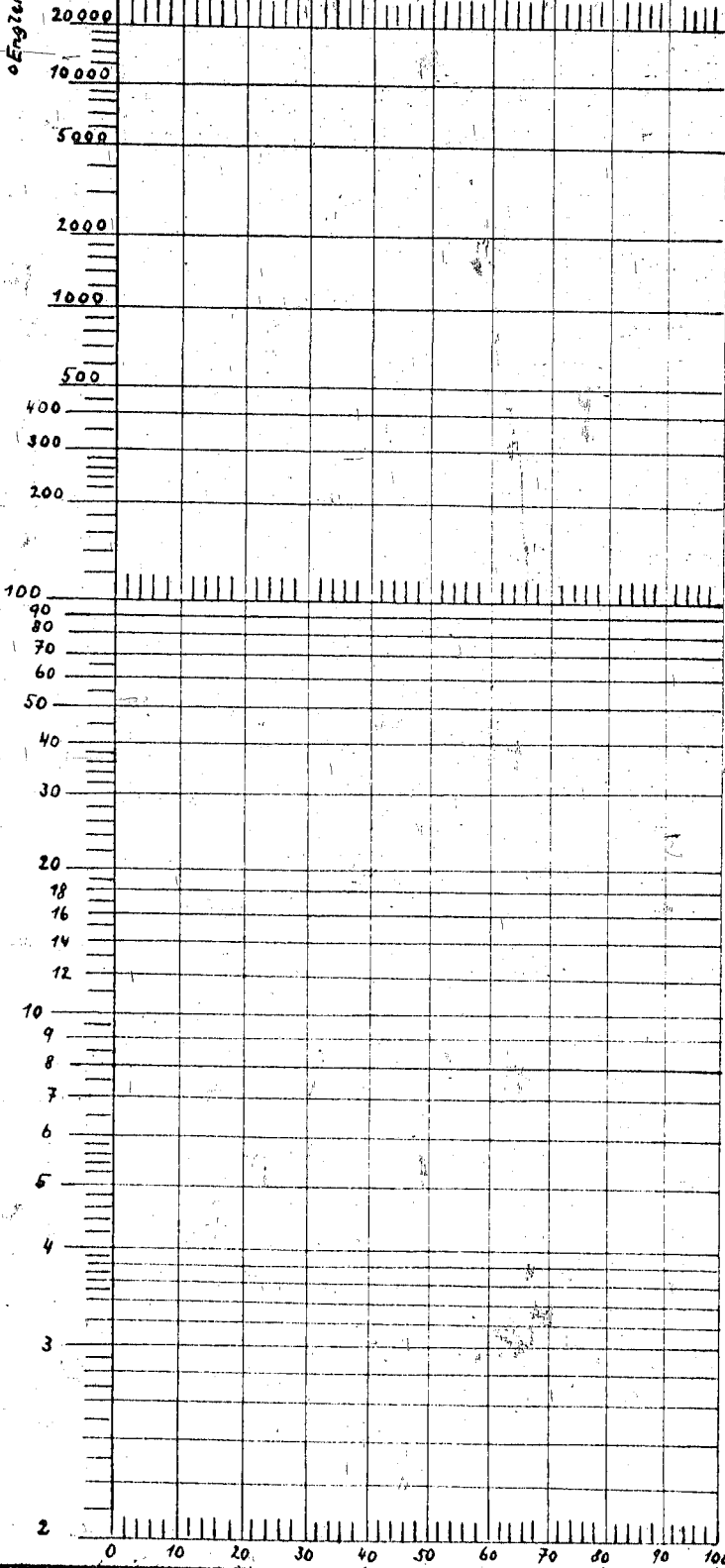
Mo 56

000154

H. J. J.
9/1944

000155

o Engler



m. d. höheren
Viskosität

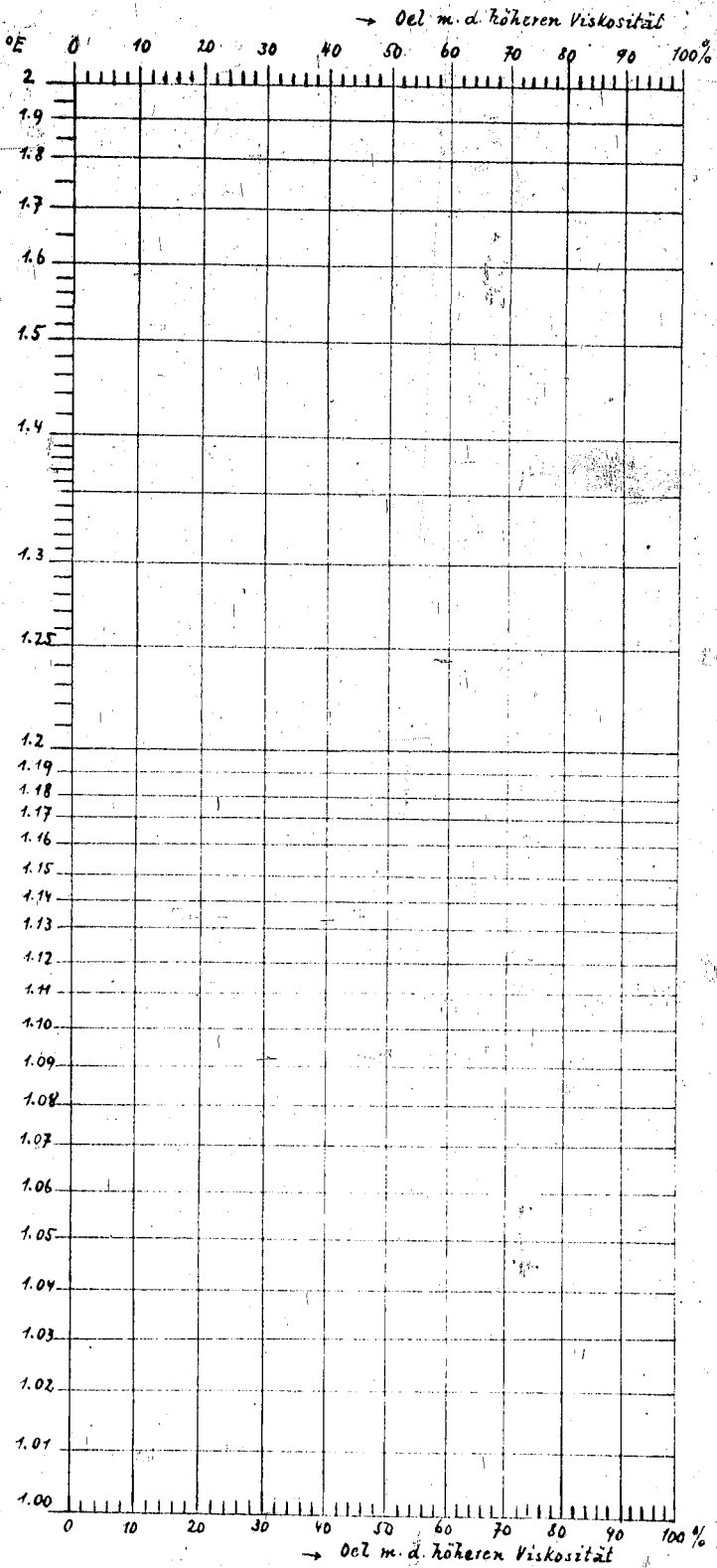
Abbildung 5a
Oel-mischungen (u. Überlede u. Wasser)

000156

- 20 -

Abb. 5b

Öl mischungen (n. Zählhöhe v. Witzher)



lich bei richtiger Arbeits- und Berechnungsweise ohne nennenswerte Abweichungen zur Zerstreuung des Ausgangsmaterials gelangt. Trägt man die errechneten Mischviskositätswerte in das Schaubild Abb. 4 ein, so kann man dann auf ganz einfache Weise im Schnitt mit der Viskositätsstufe 50°W/50 ablesen, welche Menge bei einseitiger bei Gleichmischung der Vakuum abdilligiert werden muss, um einen Rückstand der Destillation mit etwa 50°W/50 zu erhalten.

Auf die Orientiertheit einseitigen angewendet, ergibt sich folgendes Bild:

RI .. bedeutet Rückstand, die übrigen Zahlen IV, III, II, I die Fraktionen; die Zahlenwerte sind die °W/50 Mischungsviskosität, wobei bei der Schlussrechnung gegenüber dem Originalöl die errechnete Mischviskosität gegenüber der Viskosität des Originalöles angegeben wird.

| | RI | RI+IV | (RI+IV)+III | (RI+IV)+III
+II | (RI+IV)+III
+II)+I | Reste
Bright-
stock
50°W/50 |
|-------------|------|-------|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| No 50 ... | 3,21 | -- | 3,50 | 3,95 | 1,60 | geraum. |
| No 57 ... | 4,07 | -- | 4,15 | 5,55 | 1,57 | geraum. |
| No 58 ... | 5 | -- | 22 | 15,5 | 3,08 | rech. |
| No 59 ... | 72 | -- | -- | 22 | 5,11 | rech. |
| No 50 ... | -- | -- | -- | -- | 6,50 | rech. |
| No 60 ... | -- | -- | -- | -- | 5,45 | ger. |
| No 61 ... | -- | -- | -- | -- | 10,50 | rech. |
| ET 1200.. | 22,2 | 5,2 | 4,5 | 3,02 | 10,40 | ger. |
| ET 2500.. | 22,5 | -- | 17 | 10,02 | 10,50 | rech. |
| ET 3000.. | -- | -- | -- | -- | 10,00 | rech. |
| ZP-40 ... | 3,5 | -- | 1,5 | 2,24 | 2,82 | rech. |
| Gerstl. ... | 41 | 22 | 14,1 | 10,5 | 2,79 | rech. |
| Gerstl. P | 23,1 | -- | 14,5 | 10,5 | 10,50 | rech. |
| Original | -- | -- | -- | -- | 10,50 | rech. |
| Original | -- | -- | -- | -- | 10,50 | rech. |

An Beachtung ist zu geben, dass die oben angegebenen Werte nur bei richtiger Arbeits- und Berechnungsweise zu erhalten sind. Die oben angegebenen Werte sind nur Richtwerte und können bei anderen Arbeits- und Berechnungsweise abweichen. Die oben angegebenen Werte sind nur Richtwerte und können bei anderen Arbeits- und Berechnungsweise abweichen.

H. J. J.
H. J. J.

-000158

Bag 4056

7. The high-vacuum distillation
of army motor oils

Bezug: OKH, Wa Prüf. 6 (IV), Wehrm. Auftr. Nr. 4010-0015-2512/43,
SS-44, v. 10. 2. 44, - Hochvakuumdestillation von Oelen der
Wehrmacht zur Konstitutionsaufklärung.
Betrifft: Teilbericht II

Die Hochvakuumdestillation von Motorenölen der Wehrmacht

Wie bereits im Teilbericht I zu obiger Forschungsaufgabe erwähnt, haben in einer Besprechung die Herren Dr. Ragemann und Dr. K. O. Müller von OKH, Wa Prüf. 6 mit dem Berichterstatter zum Ausdruck gebracht, dass es zur Beurteilung der Schmiereignung von Wehrmacht-Motoren- und Getriebeölen von Interesse sei, jeweils den Brightstock-Anteil von etwa 300E/50 mengenmässig und gütemässig zu erfassen.

Herr Reg. Baurat Dr. K. O. Müller hat vier Firmen, welche an der Herstellung von Motorenöl der Wehrmacht beteiligt sind, aufgefordert, Proben dieses Oeles in Sommer- und Winter-Sorte zur Bearbeitung dieser Frage einzusenden. Das Untersuchungsergebnis folgt nachstehend:

| | Original.
-81 | 1.
Fraktion | 2.
Fraktion | 3.
Fraktion | 4.
Fraktion | Rück-
stand |
|-----------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Gasolin-Sommer | | | | | | |
| Farbe | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,3 | 3,7 | 8,8 |
| d/20 | 0,910 | 0,888 | 0,899 | 0,909 | 0,916 | 0,931 |
| nd/20 | 1,5077 | 1,4949 | 1,5011 | 1,5066 | 1,5112 | 1,5216 |
| Visk. E/20 | 53,5 | 4,77 | 15,0 | 36,4 | 94,0 | 1220 |
| E/50 | 8,96 | 1,92 | 3,39 | 6,0 | 11,8 | 104 |
| E/100 | 1,98 | 1,24 | 1,43 | 1,65 | 2,09 | 8,6 |
| Wp | 2,10 | 1,71 | 2,30 | 2,64 | 2,63 | 2,10 |
| m | 3,62 | 3,90 | 3,95 | 3,96 | 3,84 | 3,24 |
| Vac. mm Hg | - | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,05 | - |
| Volum-% | - | 20 | 20 | 20 | 10 | 50 |
| Siedegrenzen | | | | | | |
| bei Vacuum | - | 111-215 | 215-251 | 251-273 | 273-290 | - |
| h. 760 mmHg | - | 345-500 | 500-553 | 553-585 | 585-601 | - |
| Gasolin-Winter | | | | | | |
| Farbe | 4,5 | 1,2 | 1,5 | 2,5 | 3,5 | 8,0 |
| d/20 | 0,878 | 0,867 | 0,880 | 0,885 | 0,877 | 0,879 |
| nd/20 | 1,4899 | 1,4814 | 1,4905 | 1,4928 | 1,4888 | 1,4905 |
| Visk. E/20 | 23,3 | 3,22 | 8,5 | 22,6 | 54,5 | 530 |
| E/50 | 4,9 | 1,04 | 2,5 | 4,7 | 9,5 | 39,8 |
| E/100 | 1,03 | - | 1,34 | 1,59 | 2,09 | 4,8 |
| Wp | 1,99 | 1,65 | 1,96 | 2,04 | 1,91 | 1,92 |
| m | 3,69 | 4,00 | 3,89 | 3,75 | 3,49 | 3,23 |
| Vac. mm Hg | - | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | - |
| Volum-% | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Siedegrenzen | | | | | | |
| bei Vacuum | - | 107-192 | 192-213 | 213-245 | 245-295 | - |
| h. 760 mmHg | - | 354-460 | 460-490 | 490-530 | 530-608 | - |

| | Original.
-61 | 1. | 2. | 3. | 4. | Rück-
stand |
|----------------------|------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|
| Vacuum-Sommer | | | | | | |
| Farbe | 6,0 | 1,4 | 2,5 | 3,3 | 4,0 | 10 |
| d/20 | 0,890 | 0,875 | 0,883 | 0,892 | 0,898 | 0,907 |
| nD/20 | 1,4931 | 1,4837 | 1,4884 | 1,4934 | 1,4968 | 1,5040 |
| Visk. E/20 | 42,6 | 4,9 | 12,9 | 35,4 | 86,0 | 1430 |
| E/50 | 7,9 | 1,93 | 3,18 | 6,17 | 12,65 | 147 |
| E/100 | 1,94 | 1,24 | 1,42 | 1,68 | 2,30 | 13,35 |
| Wp | 1,89 | 1,76 | 2,06 | 2,39 | 2,12 | 1,76 |
| m | 3,52 | 3,92 | 3,86 | 3,85 | 3,57 | 2,90 |
| Vac. mm Hg | - | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| Volum-% | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Siedegrenzen | | | | | | |
| bei Vacuum | - | 130-195 | 195-219 | 219-248 | 248-303 | - |
| b. 760 mmHg | - | 377-478 | 474-509 | 509-553 | 553-633 | - |

| | | | | | | |
|----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Vacuum-Winter | | | | | | |
| Farbe | 5,8 | 1,4 | 2,3 | 2,7 | 3,2 | 8,5 |
| d/20 | 0,876 | 0,870 | 0,874 | 0,877 | 0,876 | 0,883 |
| nD/20 | 1,4840 | 1,4811 | 1,4825 | 1,4831 | 1,4833 | 1,4888 |
| Visk. E/20 | 23,6 | 5,48 | 12,75 | 19,5 | 32,0 | 194 |
| E/50 | 5,03 | 2,05 | 3,21 | 4,32 | 6,27 | 26,5 |
| E/100 | 1,06 | 1,27 | 1,45 | 1,57 | 1,77 | 3,66 |
| Wp | 1,87 | 1,70 | 1,88 | 1,94 | 1,92 | 1,88 |
| m | 3,62 | 3,85 | 3,75 | 3,70 | 3,53 | 3,28 |
| Vacuum mm Hg | - | 0,20 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | - |
| Volum-% | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Siedegr. Vac. | - | 126-212 | 212-238 | 238-248 | 248-276 | - |
| " 760 mm Hg | - | 343-475 | 475-490 | 496-540 | 543-584 | - |

| | | | | | | |
|------------------------|--------|----------|---------|---------|---------|--------|
| Rhenania-Sommer | | | | | | |
| Farbe | 4,0 | 1,4 | 2,3 | 3,1 | 3,8 | 9,0 |
| d/20 | 0,898 | 0,885 | 0,896 | 0,901 | 0,905 | 0,906 |
| nD/20 | 1,4971 | 1,4888 | 1,4992 | 1,4976 | 1,5000 | 1,5042 |
| Visk. E/20 | 43,5 | 7,35 | 20,0 | 38,0 | 70,0 | 560 |
| E/50 | 8,1 | 2,30 | 4,13 | 6,40 | 11,0 | 64,5 |
| E/100 | 1,91 | 1,30 | 1,51 | 1,71 | 2,08 | 7,07 |
| Wp | 2,06 | 2,00 | 2,30 | 2,43 | 2,58 | 1,82 |
| m | 3,62 | 3,95 | 3,90 | 3,86 | 3,74 | 3,07 |
| Vacuum mm Hg | - | 0,4-0,15 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | - |
| Volum-% | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Siedegr. Vac. | - | 125-217 | 217-229 | 229-242 | 242-267 | - |
| " 760 mm Hg | - | 335-490 | 490-514 | 514-534 | 534-575 | - |

| | | | | | | |
|------------------------|--------|----------|---------|---------|---------|--------|
| Rhenania-Winter | | | | | | |
| Farbe | 3,0 | 1,0 | 2,0 | 2,7 | 3,3 | 5,3 |
| d/20 | 0,873 | 0,860 | 0,878 | 0,881 | 0,871 | 0,866 |
| nD/20 | 1,4842 | 1,4786 | 1,4859 | 1,4874 | 1,4836 | 1,4817 |
| Visk. E/20 | 23,0 | 3,34 | 12,5 | 23,0 | 45,0 | 187 |
| E/50 | 5,05 | 1,76 | 3,10 | 4,74 | 8,23 | 26,2 |
| E/100 | 1,07 | 1,21 | 1,41 | 1,59 | 1,93 | 3,71 |
| Wp | 1,82 | 1,76 | 2,09 | 2,16 | 1,93 | 1,82 |
| m | 3,58 | 4,00 | 3,88 | 3,80 | 3,54 | 3,22 |
| Vacuum mm Hg | - | 0,2-0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | - |
| Volum-% | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Siedegr. Vac. | - | 112-202 | 202-230 | 230-246 | 246-290 | - |
| " 760 mm Hg | - | 333-475 | 475-514 | 514-540 | 540-603 | - |

| | Original-
öl | 1. | 2. | 3. | 4. | Rück-
stand |
|----------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------|---------|---------|----------------|
| | | Fraktion Fraktion Fraktion Fraktion | | | | |
| Peine-Sommer | | | | | | |
| Farbe | 9 | 1,8 | 2,5 | 3,4 | - | 10 |
| d/20 | 0,901 | 0,877 | 0,887 | 0,896 | - | 0,921 |
| nD/20 | 1.4987 | 1.4840 | 1.4895 | 1.4938 | - | 1.5111 |
| Visk. E/20 | 48,0 | 5,68 | 13,1 | 28,2 | - | 370 |
| E/50 | 8,4 | 2,04 | 3,18 | 5,43 | - | 42,5 |
| E/100 | 1,96 | 1,26 | 1,42 | 1,65 | - | 4,9 |
| Wp | 1,97 | 2,00 | 2,13 | 2,18 | - | 1,97 |
| m | 3,56 | 4,01 | 3,89 | 3,78 | - | 3,26 |
| Vac. mm Hg | - | 0,2-0,09 | 0,07 | 0,05 | - | - |
| Vol.-% | - | 20 | 20 | 20 | - | 60 |
| Siedegrenzen
bei Vacuum | - | 145-215 | 215-239 | 239-262 | - | - |
| b. 760 mm Hg | - | 365-470 | 470-530 | 530-578 | - | - |
| Peine-Winter | | | | | | |
| Farbe | 8,8 | 2,3 | 2,5 | 3,8 | 4,3 | 10 |
| d/20 | 0,881 | 0,864 | 0,872 | 0,881 | 0,887 | 0,897 |
| nD/20 | 1.4872 | 1.4777 | 1.4811 | 1.4860 | 1.4898 | 1.4979 |
| Visk. E/20 | 23,3 | 4,11 | 8,6 | 19,1 | 38,7 | 275 |
| E/50 | 5,0 | 1,78 | 2,81 | 4,28 | 7,2 | 31,8 |
| E/100 | 1,65 | 1,21 | 1,34 | 1,50 | 1,84 | 3,89 |
| Wp | 1,87 | 1,78 | 1,94 | 1,90 | 2,01 | 2,10 |
| m | 3,62 | 3,99 | 3,89 | 3,68 | 3,61 | 3,40 |
| Vac. mm Hg | - | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | - |
| Siedegrenzen
bei Vacuum | - | 130-198 | 198-204 | 204-238 | 238-260 | - |
| b. 760 mm Hg | - | 370-470 | 470-487 | 487-541 | 541-574 | - |
| Volum-% | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

Wenn man nun, wie im Teilbericht vom Aug. 1944, Seite 17-18 beschrieben, aus den Untersuchungsdaten der Öle den mutmasslichen Brightstock mit 30°E/50°C zu berechnen trachtet, so ergibt sich das folgende Bild. Die Abkürzungen bedeuten wiederum: Rü = Rückstandöl, die römischen Zahlen IV, III, II und I sind die Fraktionen; die Tabellenwerte sind die °E/50 Mischungs-Viskosität, wobei bei der Schlussabmischung gegenüber dem Originalöl die errechnete Mischviskosität gegenüber der tatsächlich gemessenen Viskosität desselben aufscheint.

| | Rü | Rü+IV | (Rü+IV)
+III | (Rü+IV+
III)+II | (Rü+IV+
III+II)
+I | Brightst.
30°E/50
in % |
|-------------|------|-------|-----------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|
| Gasolin-So | 104 | 58 | 25 | 14,3 | 8,4
gem. 8,96 | 56 % |
| Vacuum-So | 147 | 39,5 | 20 | 12,4 | 7,4
gem. 7,9 | 47 % |
| Rhenania-So | 64,5 | 25 | 15,5 | 11,0 | 7,6
gem. 8,1 | 35 % |
| Peine-So | 42,5 | -- | 19,7 | 12,0 | 7,6
gem. 8,4 | 48 % |
| Gasolin-Wi | 39,8 | 19 | 11,8 | 7,5 | 4,8 (4,9) | 27,5 % |
| Vacuum-Wi | 26,3 | 14,4 | 9,4 | 7,1 | 5,3 (5,0) | 16 % |
| Rhenania-Wi | 26,2 | 14,5 | 9,8 | 7,2 | 5,0 (5,1) | 16 % |
| Peine-Wi | 31,8 | 14,8 | 9,5 | 6,5 | 4,6 (5,0) | 21 % |

Da nun die Brightstock-Anteile 30E/50 der einzelnen Oele tatsächlich zu isolieren wurde in eine geeichte Vorlage destilliert, wobei es in Anlehnung an die gerechneten Werte nicht immer leicht war, das Vacuum gleich zu halten, und vor allem die Destillation derart zu unterbrechen, dass der Rückstand die gewünschte Vergleichszähigkeit von 30E/50 aufwies. Dieser Destillation wurden vorerst nur die Sommer-Oele unterworfen, wobei also lediglich in ein Destillat und den Brightstock mit 30E/50 geschieden wurde.

| | Rhenania
So | Vacuum
So | Gasolin
So | Peine
So |
|---------------------|----------------|--------------|---------------|-------------|
| Destillat | | | | |
| Menge Vol. % | 63,0 % | 52,5 % | 45,0 % | 50,5 % |
| Vac. mm Hg | 0,10 | 0,23 | 0,25 | 0,07 |
| Siedegrenzen | | | | |
| b. Vacuum | 125-250 | 129-242 | 120-235 | 147-235 |
| b. 760 mm Hg | 360-544 | 348-510 | 325-500 | 400-525 |
| Farbe | 2,9 | 2,7 | 2,5 | 2,6 |
| d/20 | 0,894 | 0,882 | 0,896 | 0,884 |
| nD/20 | 1,4942 | 1,4873 | 1,4992 | 1,4884 |
| Visk. E/20 | 20,2 | 10,0 | 9,6 | 10,9 |
| E/50 | 3,95 | 2,73 | 2,59 | 2,83 |
| E/100 | 1,47 | 1,37 | 1,34 | 1,38 |
| Wp | 2,60 | 1,98 | 2,27 | 2,09 |
| m | 4,02 | 3,86 | 4,02 | 3,90 |
| Brightstock | | | | |
| 30E/50 | | | | |
| Menge Vol. % | | | | |
| gemessen | 36,0 % | 46,5 % | 54 % | 49,5 % |
| gerechnet | 35,0 % | 47,0 % | 56 % | 48 % |
| Farbe | 7,3 | 8,2 | 8,0 | 10 |
| d/20 | 0,905 | 0,901 | 0,922 | 0,916 |
| nD/20 | 1,5026 | 1,4989 | 1,5152 | 1,5082 |
| Visk. E/20 | 238 | 238 | 270 | 255 |
| E/50 | 29,3 | 31,0 | 31,0 | 30,0 |
| E/100 | 3,74 | 4,13 | 3,73 | 3,92 |
| Wp | 2,01 | 1,86 | 2,13 | 1,98 |
| m | 3,35 | 3,23 | 3,42 | 3,32 |

Die Zahlensaufstellung zeigt ohne weiteres, dass zwischen Berechnung und Versuchsausführung zur tatsächlichen Abtrennung von Brightstock 30E/50 brauchbare Uebereinstimmung besteht. Wenn man von der Ueberlegung ausgeht, dass der Wert eines Motorenöles bei einheitlicher Viskositätsstufe 8E/50 von den Brightstockanteilen nach Menge und Güte messgeblich bestimmt wird, so ergibt sich folgender schematischer Ueberblick der Reihung:

| Bewertung nach | Rhenania -So | Vacuum-So | Gasolin-So | Peine-So |
|----------------|--------------|-----------|------------|----------|
| Quantität | IV | III | I | II |
| Qualität | II | I | IV | III |

Die Qualitätsbeurteilung der Brightstocks erfolgte lediglich nach d und nD, sowie Wp und m, und ist insoferne wenig bedeutsam, da es durch Destillation ja in keiner Weise gelingt, die im Wehrmachtöl zusammentretenden Komponenten: Erdölanteil und Synthesöl zu trennen. Das Öl der Ruhrchemie FT 3500 enthält

(vgl. Teilvericht v. Aug. 1944, S. 21) ja selbst 39% Öl mit 30E/50 Viskositätsquerschnitt, ist also zweifellos in allen hier isolierten Brightstocks in wechselnden Mengen vorhanden und wertet qualitativ diese Brightstocks auf, da das Synthesöl der Ruhrchemie 3500 beurteiltet nach Dichte und Refraktion, sowie den Viskositätskennziffern η_p und η , die allerbeste Klassifikation erfährt. Es ist nicht einmal anzunehmen, dass eine Lösemittel-Analyse dieser Brightstocks wünschenswerte Aufklärung schafft, da auch dann nicht eindeutige Trennung von Erdöl- und Synthesöl-Anteilen möglich ist.

Aus diesem Grunde wurde versucht, auf anderem Wege zu näherungsweise Ergebnissen zu kommen. Dabei geht der Berichtserstatter von ganz einfachen Überlegungen aus, nämlich:

- Zur Herstellung von Wehrmacht-Motorenölen, Sommersorte, mittels Synthesöl Ruhrchemie 3500 (nD 1.474, Visk. 7E/50) sind Erdöl-Raffinate von 9-11E/50 und nD 1.484-1.530 erforderlich, wenn die Misch-Zähigkeit von 8-9E/50 eingestellt werden soll.
- Zur Herstellung von Wehrmacht-Motorenölen, Wintersorte, mittels Ruhrchemie-Synthesöl 3500 sind Erdöl-Raffinate mit rund 3, 7E/50 und nD 1.478-1.515 erforderlich, wenn die Mischzähigkeit von 5E/50 eingestellt werden soll.

In Abb. 1 wird auf der Ordinate die Refraktion aufgetragen, auf der Abszisse in gegenläufigem Masstab der η -Gehalt der Motorenöle an Synthesöl-Ruhrchemie (S) und Erdöl-Raffinat (E). Man trägt sich nun, wie dies in der Abbildung auch geschehen ist, die nD-Werte der angelieferten Wehrmacht-Motorenöle (Originalöle) ein, und kann nun ohne weiteres gesetzmässige Beziehungen aufstellen über die tatsächlich verwendete Qualität der Erdölannteile, da sich die Refraktion bei Gemischungen ja völlig additiv verhält.

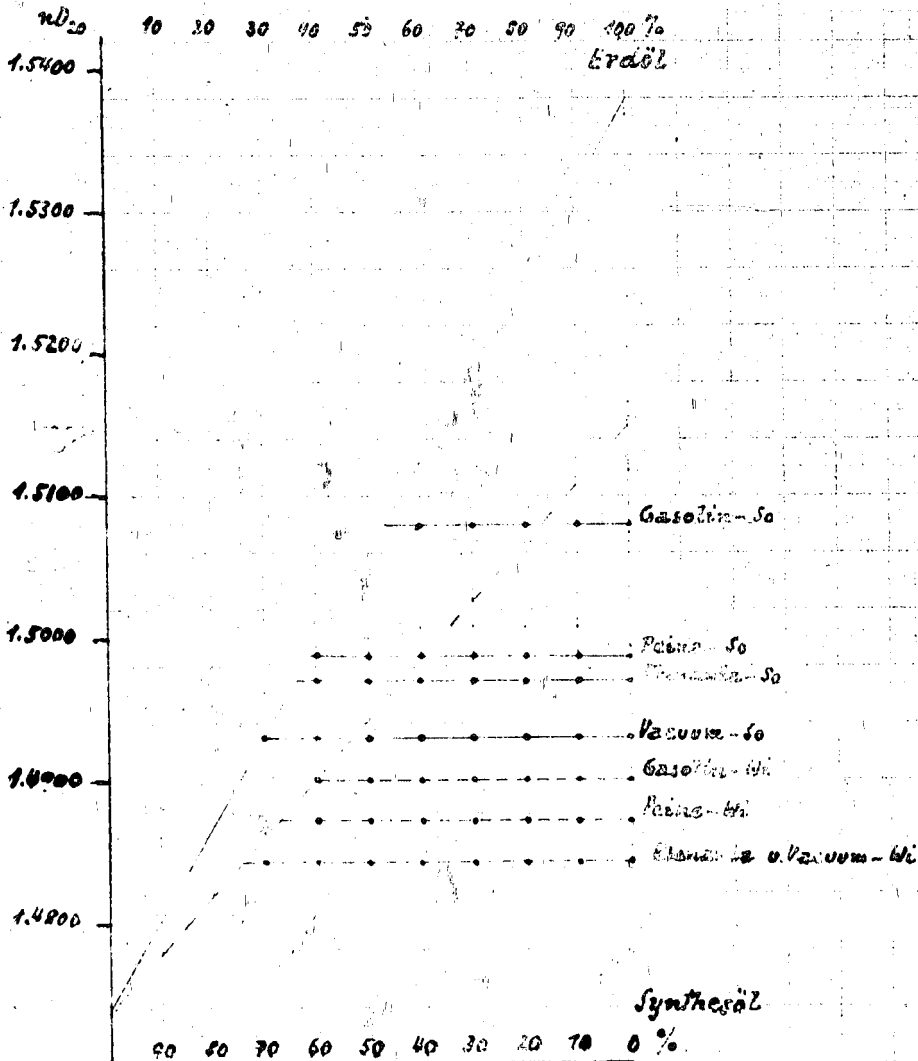
In der folgenden Zahlenaufstellung ist also veranschaulicht, wie sich die untersuchten Motorenöle der Wehrmacht, Sommer- und Wintersorte bezüglich der Qualität der Erdölannteile (nD als Gütemerkmal) zusammensetzen, und zwar kwangeläufig zusammensetzen, wenn sie mit 10, 20, 30 ... % Synthesöl abgemischt erscheinen, dies unter der Voraussetzung, dass die Erdölkomponenten die oben unter a) und b) angeführten Refraktionsbereiche aufweisen.

| Wehrmacht-Motorenöl | nD-Werte der Erdölannteile bei Mischung mit Synthesöl-Ruhrchemie "3500" | | | | | | | |
|---------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% |
| Gasolin-Sommer | 1.508 | 1.512 | 1.517 | 1.523 | 1.531 | - | - | - |
| Vacuum-Sommer | 1.493 | 1.485 | 1.498 | 1.501 | 1.506 | 1.512 | 1.528 | 1.538 |
| Rhenania-Sommer | 1.497 | 1.499 | 1.503 | 1.507 | 1.512 | 1.521 | 1.532 | - |
| Peine-Sommer | 1.499 | 1.502 | 1.505 | 1.509 | 1.516 | 1.524 | 1.537 | - |
| Gasolin-Winter | 1.490 | 1.492 | 1.494 | 1.497 | 1.501 | 1.508 | 1.514 | - |
| Vacuum-Winter | 1.484 | 1.485 | 1.487 | 1.488 | 1.491 | 1.494 | 1.499 | 1.508 |
| Rhenania-Winter | 1.484 | 1.485 | 1.487 | 1.489 | 1.491 | 1.494 | 1.500 | 1.508 |
| Peine-Winter | 1.487 | 1.489 | 1.491 | 1.493 | 1.496 | 1.501 | 1.507 | 1.519 |

Die Unterstreichungen in der Tabelle sollen zum Ausdruck bringen, dass es sich hierbei um die wahrscheinlichsten Mischungen handelt, derart also, dass Wehrmacht-Motorenöl Gasolin-Sommer voraussichtlich 20-30% Ruhrchemieöl und 80-70% Erdöl-Raffinat enthält, die übrigen untersuchten Motorenöle-Sommersorte vermutlich aber 30-40% Synthesöl. Bei den Wintertypen Wehrmacht-Motorenöl aber ist der Synthesölanteil zweifellos 60-70%. Zu diesen Schlussfolgerungen gelangt man,

000164

Abb. 1
Mögliche Verteilung der Erdöl- und
Synthesöl-Komponente in Motoren-
ölen der Viskosität 50 v. W.



wenn man die Analysendaten einiger Öle (Schwefelsäure- und Lösemittelraffinate) der genannten Firmen zu Rate zieht. Aufschlussreicher ist es, wie in der folgenden Zahlentafel zusammengestellt, die Anilinlöslichkeit bzw. die Anilinpunkte der Originalöle und ihrer Fraktionen in Gegenüberstellung zur mittleren Molekulargröße (Siedequerschnitt, Viskositätsstufe E/50) zu betrachten.

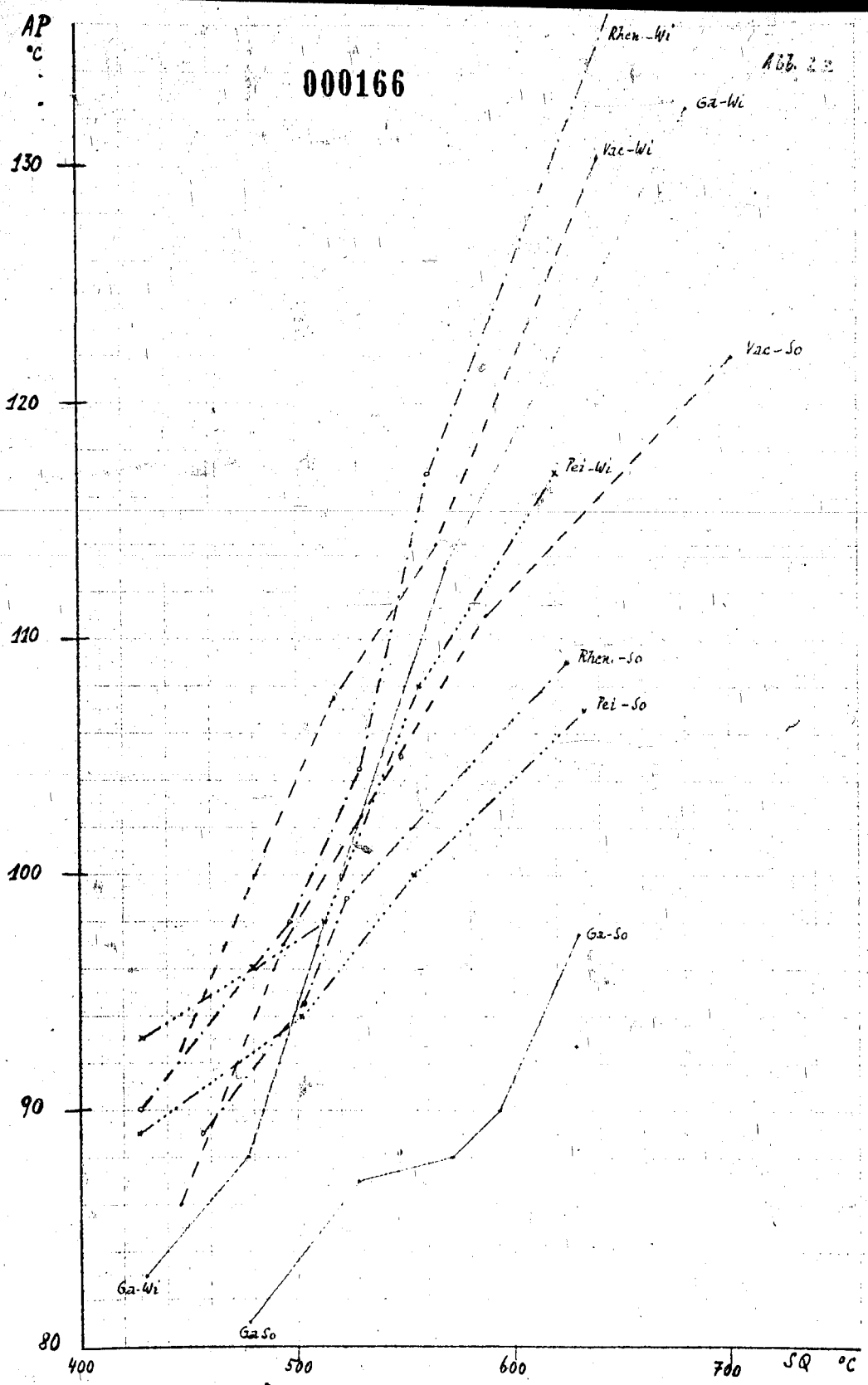
| Öl | Kennzahl | Originalöl | 1. Frakt. | 2. Frakt. | 3. Frakt. | 4. Frakt. | Rückstand |
|-------------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gasolin-So | AP OC | 99 | 81 | 87 | 88 | 90+ | 98+ |
| | SQ OC | --- | 478 | 528 | 571 | 601 | 649 |
| | E/50 | 8,96 | 1,92 | 3,39 | 6,00 | 11,8 | 104 |
| Gasolin-WI | AP OC | 103 | 83 | 88 | 97 | 113 | 133 |
| | SQ OC | --- | 430 | 477 | 509 | 569 | 681 |
| | E/50 | 4,90 | 1,64 | 2,50 | 4,70 | 9,5 | 39,8 |
| Vacuum-So | AP OC | 104 | 86 | 97 | 103 | 111 | 122 |
| | SQ OC | --- | 446 | 493 | 530 | 588 | 702 |
| | E/50 | 7,90 | 1,93 | 3,13 | 6,17 | 12,7 | 147 |
| Vacuum-WI | AP OC | 109 | 93 | 101 | 108 | 114 | 131 |
| | SQ OC | --- | 446 | 485 | 517 | 565 | 640 |
| | E/50 | 5,03 | 2,05 | 3,21 | 4,82 | 6,3 | 26,3 |
| Rhenania-So | AP OC | 99 | 89 | 95 | 99 | 105 | 109 |
| | SQ OC | --- | 456 | 503 | 523 | 548 | 625 |
| | E/50 | 8,10 | 2,30 | 4,13 | 6,40 | 11,0 | 64,5 |
| Rhenania-WI | AP OC | 109 | 90 | 98 | 105 | 117 | 141 |
| | SQ OC | --- | 428 | 497 | 529 | 561 | 665 |
| | E/50 | 5,05 | 1,76 | 3,10 | 4,74 | 8,2 | 26,2 |
| Peine-So | AP OC | 99 | 89 | 94 | 100 | ... | 107 ... |
| | SQ OC | --- | 428 | 502 | 554 | ... | 630 ... |
| | E/50 | 8,40 | 2,04 | 3,18 | 5,43 | ... | 42 ... |
| Peine-WI | AP OC | 104 | 93 | 96 | 98 | 108 | 117 |
| | SQ OC | --- | 428 | 480 | 512 | 557 | 620 |
| | E/50 | 5,00 | 1,78 | 2,51 | 4,28 | 7,2 | 31,8 |

Trägt man diese Ergebnisse in ein Diagramm ein, welches auf der einen Achse die Anilinpunkte, auf der anderen den Siedequerschnitt (SQ) oder die Zähigkeitstufe (E/50) der Fraktionen als Moasstab zeigt, - wie dies in den Abb. 2a und 2b geschehen ist, so erkennt man, dass die Destillation keine Trennung chemisch verschiedener Gelanteile bewirkt und für sich allein in der Konstitutionsaufklärung wenig zu besagen hat. Auffallend ist, dass bei den Winterölen die AP der letzten Fraktion und des Rückstandes besonders hoch liegen und dass hier der sog. "Brightstock" nahezu ausschließlich von den schwer-siedenden Anteilen des Syntheteeöls gebildet wird. Abb. 2a, b lassen überdies auch erkennen, dass Siedequerschnitt und Zähigkeitstufe der Fraktionen ein gewisses Verhältnis zueinander halten und eben die mittlere Molekulargröße zum Ausdruck bringen. (Anm. der Tabelle: +) 4. Fraktion 10%, Rückstand 30%)

H. H. H.

000166

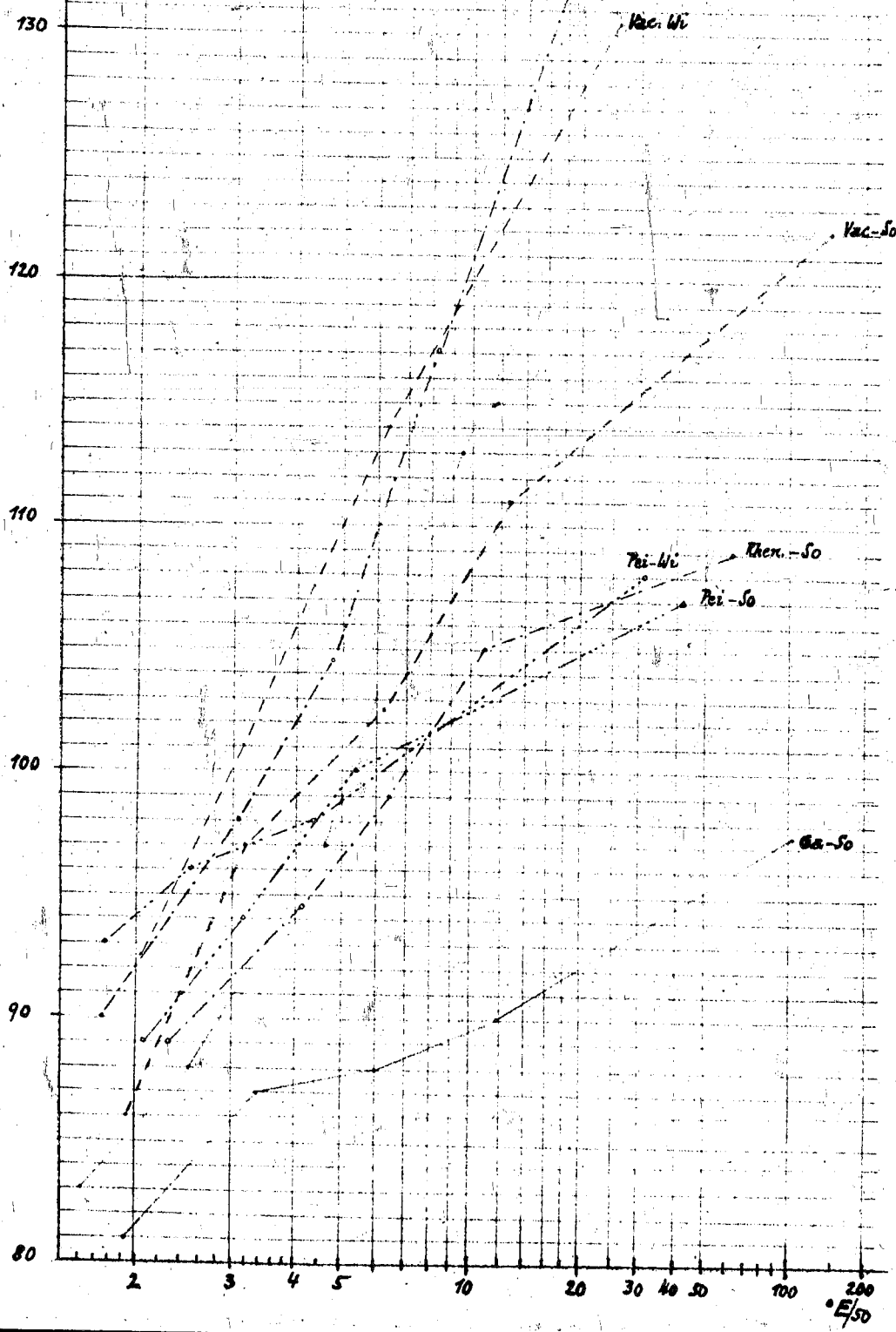
Abb. 2.2



°C
AP

000167

Abb. 23



°E/50

Bag 4056

000168

8. The sulfonation of various
mineral oils for acid tar work-up.
- Report and Patent.

Bezug: W.A. Nr. SS 4104-0109/44 - II/44, Aufarbeitung von Rück-
standölen u. Teeren durch Sulfonierung, Sulfochlorierung
und Extraktion.

Betrifft: Teilbericht I

Vertraulich

Die Sulfonierung verschiedener Mineralöle zum Zwecke der

Säureteer-Aufarbeitung.

Um frische Säureteere zu erhalten, und solche einzu-
tuniger Herkunft zur Verfügung zu haben, wurden verschiedene Mi-
neralöle teils mit Schwefelsäure d 1,84, teils mit Oleum (20%
SO₃-Gehalt) sulfoniert.

Als Mineralöle wurden verwendet:

- Spindelöl Lützkendorf, paraffinisch,
- Spindelöl Hoesch-Portaund, synthetisch,
- Erdleuau-Spindelölextrakt, rumänisch, Mnenalia-OSSag,
- Erdleuau-Spindelölextrakt, paraffinösisch, Mnenalia-OSSag,
- Spindelöl-Testinat, Zistersdorf, und
- Spindelöl synthetisch, Brabag ZR 30.

Die Kennzahlen der zu Versuch gestellten Mineralöle befinden
sich in Anhang A.

Versuchsreihe VI/1

1000 ccm Spindelöl Lützkendorf wurden bei Raumtemperatur un-
ter Rühren von Hand aus innerhalb von 30 Minuten mit 150 ccm
Oleum behandelt, wobei die Temperatur auf 42°C anstieg. Nach
dreistündigem Abstehen konnte in 840 ccm Raffinat (1a) und
310 ccm schwarzen Säureteer (1b) geschieden werden. - (1a) ent-
hält neben Säurespuren öllösliche Sulfonate, weshalb es mit
einem Gemisch von 200 ccm Äthanol und 200 ccm Wasser ausge-
schüttelt wurde. Nach Stehen über Nacht konnte in 410 ccm einer
alkoholischen Emulsion (1c) und 830 ccm eines, von Emulsion noch
getrübten Oelraffinates (1d) im Scheidetrichter getrennt werden.
(1c) lieferte nach Abdestillieren des Alkohols und eines Teiles
von Wasser ein lichtocker-farbenes, opalisierendes Öl von ho-
her Emulsionskraft. (1d) wurde nach Entwasserung und Bleiche-
de-Raffination als Raffinat von (VI/1) identifiziert. -
beim Säureteer (1b) wurde sofort nach der Abtrennung versucht,
ihn mit 250 ccm 10%iger Kochsalz-Lösung zu waschen, um eine
weitere Einwirkung der Schwefelsäure zu unterbinden. Es gelang
wohl, die Kochsalzlösung ganz ohne Schwierigkeiten abzulassen,
schwarzes Teer einzuverleiben, aber, auch nach längerem Stehen
blieb die erwartete Schichtentrennung aus. Der Zusatz von
410 ccm Ammoniak d 0,910 führte schliesslich über ein leucht-
endes Tieflgrün zum Farbumschlag auf Rotbraun. Das erhaltene
Produkt (1e) stellt sich als ein aussergewöhnlich saiz- und
säurebeständiges Oelharz-Sulfonat dar, das in jedem Verhältnis
wasseremischbar ist, inessen kein Emulsionsvermögen für Mineral-
öl besitzt. Im Gegenteil, man bemerkt sogar nach einigem Abste-
hen das Aufschwimmen einer fluoreszierenden, in (1e) also unlös-
lichen Mineralölschicht. Um die Natur des hier abgeschiedenen
Öles kennen zu lernen, wurde (1e) mit Normalbenzin ausgeschüt-

000169

telt und (lf) nach Verdampfen des Benzins aus der damit abgetrennten Schicht isoliert. (lf) wurde mit 17,7 Vol.-% von (le) festgestellt.

(lg) stellt aus den ölfreien, neutralisierten Säureteer dar, der von tief-bräunroter Farbe ist, mit rötlichgrüner, stumpfer Fluoreszenz bei Tageslicht. (lg) löst sich leicht in Wasser und zeigt, gemessen in der Almen-Wieland-Oelprüfmaschine, bei etwa 50% Wassergehalt, eine beachtliche Schmierwirkung. Die Reibungsanzeige auf dieser Prüfmaschine für (lg) ist relativ gering; das Produkt verhindert offensichtlich ein Verfressen der Gleitflächen, zeigt aber bei glatter Laufspur deutlichen Abrieb. Bei dem ammoniakalischen Cellharz-Sulfonat (lg) hat man es also mit einer Substanz zu tun, der in ausländischen Sprachgebrauch die Bezeichnung "antiweld agent" (wörtlich übertragen: "Verschweiß-Hinderungsmittel") zukommt. Das in der Almen-Wieland-Maschine benutzte Prüflager zeigt nach einer Woche Lagerzeit deutliche Rostspuren; das kann nicht weiter verwundern, da bekanntlich auch ammoniakalische Bohrröhre unter Verflüchtigung von NH_3 und Korrosion durch freigeordnete Fettsäure Rostbildner sind. Es wird sich also empfehlen, entweder mit KOH oder NaOH zu neutralisieren oder (da die Neutralisation des Säureteers mit Ammoniak besonders bequem verläuft) das ammoniakalische Cellharz-Sulfonat mit den stärkeren Laugen umzusetzen.

Die Metallgesellschaft AG, Frankfurt, M., hat mir durch den Chefchemiker ihres Forschungslaboratoriums Herrn Dr. Schuster, in wissenschaftlichen Gedankenaustausch vertraulich davon Kenntnis gegeben, dass sich ihre Sonderflüssigkeiten als Mischschmiermittel bei Zerspanungsarbeiten in eigenen Versuchswerkstatt bewährt haben. Die genannte Firma sucht nun nach Emulsionen oder clartigen Stoffen, wie sich mit den Sonderflüssigkeiten in der Wirkung vereinen und den letzteren "öligeren" Charakter verleihen. Es ist ohne weiteres klar, dass Borenbauer, Kombinationen von Zinkphosphat mit Zinkchlorid und Zinknitrat, die üblichen Bohrröhre-Emulsionen, aber auch die Lösungen des "Bohrmittels B6" (lg), wie Versuche ergeben, in kürzester Zeit ausscheiden. Das ammoniakalische Cellharz-Sulfonat (lg) ist indessen gegenüber derartigen Borenrflüssigkeiten beständig und wird nicht ausgeschieden. Diese Entdeckung wird in Gemeinschaft mit der Metallgesellschaft AG zum Gegenstand einer Patentanmeldung gemacht. (lg) ist, mit Sonderlösung 1:1 vermischt, beständig, und zeigt auch auf der Almen-Wieland-Maschine günstiges Schmierverhalten, was aus der nachstehenden Aufstellung hervorgeht:

| Reibungskraft R(kg) und Reibungszahl μ in Abhängigkeit von der Belastung P(kg) | | Almen-Wieland-Oelprüfmaschine | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|------|-------|------|-------|-----------------------|-------|------|-------|
| Werte für P: | | 62,5 | 125 | 187,5 | 250 | 312,5 | 375 | 437,5 | 500 | 562,5 |
| ammoniak. Cellharz-Sulfonat (lg) | | | | | | | | | | |
| Werte f.R. | : | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 24 | 26 | 57 | 58 |
| " f. μ | : | .000 | .000 | .000 | .000 | .026 | .064 | .059 | .114 | .103 |
| Temperatur | : | 19 | 19 | 20 | 21 | 23 | 25 | 27 | 28 | 30 |
| ammoniak. Cellharz-Sulfonat + Atranterierbad 1:1 | | | | | | | | | | |
| Werte f.R. | : | 0 | 3 | 4 | 6 | 27 | 27 | 57 | 58 | 64 |
| " f. μ | : | .000 | .024 | .021 | .024 | .080 | .072 | .130 | .116 | .114 |
| Werte für P: | | 62,5 | 125 | 187,5 | 250 | 312,5 | 375 | 437,5 | 500 | 562,5 |
| ammoniak. Cellharz-Sulfonat (lg) | | | | | | | | | | |
| Werte f.R. | : | 93 | 107 | 140 | 130 | 142 | kein Verfressen, aber | | | |
| " f. μ | : | .149 | .156 | .187 | .160 | .102 | starker Abrieb | | | |
| Temperatur | : | 32 | 35 | 40 | 45 | 50 | freie Lager | | | |

| | | | | | | | | |
|--|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| Werte für P:625 | 687,5 | 750 | 812,5 | 875 | 937,5 | 1000 | 1063 | 1125 |
| ammoniak.Oelharz-Sulfonat + Atramentierbad 1:1 | | | | | | | | |
| Werte f.R : | 102 | 104 | 110 | 143 | 140 | 150 | 140 | 147 |
| Werte f p : | .163 | .152 | .147 | .176 | .160 | .160 | .148 | .138 |
| Temperatur : | 34 | 38 | 41 | 45 | 47 | 48 | 49 | 50 |

kein Verfressen, kein merklicher Abrieb, keine Pfeifen des Lagers.

Da natürlich das Ergebnis auf der Zellprüfmaschine von Alma-Wienland über den Gebrauchswert dieser Zerspanungsflüssigkeit allein nicht entscheidet, wird versucht, bei der Oderfurter Mineralöl-Raffinerie AG, Märk. Ostrau, (Staatsbetrieb) zu erwirken, dass ein grösserer Posten Spindelöl-Säureteer nach Angaben gewaschen und neutralisiert wird, um dann mit und ohne Bondersalzlösung bei üblichen Zerspanungsarbeiten erprobt zu werden. Hierüber wird inessen unter W.A. Nr. SS 4104-0170/43-1/44, Kennwort: "Ausweichschmierstoffe" berichtet werden.

Die pH-Werte der verwendeten Lösungen waren: ammoniak.Oelharz-Sulfonat(1g) 7,1, Atramentierbad 6,3 und Gemisch 1:1 Oelharzsulfonat-Atramentierbad 6,8.

Versuchsreihe VI/2

500 ccm synthetisches Spindelöl-Hoesch wurden bei Raumtemperatur mit 75 ccm Oleum behandelt. Nach dem Erkalten hatte sich über dem Säureteer ein Kristallbrei des stark-paraffinartigen Oeles abgeschieden. Der Säureteer, der nicht ganz quantitativ erfasst werden konnte, wurde nun mit weniger als der gleichen Menge kalten Wassers durchgewaschen, und es gelang, nach Stehen über Nacht, das abgeschiedene Sauerwasser mit der überschüssigen Schwefelsäure vom Säureteer zu trennen. Das ist gegenüber VI/1 ein bedeutender Gewinn, da beim Neutralisieren des Säureteers mit Kalilauge kein Kaliumsulfat als Nebenbestandteil mitgebildet wird. Als (2g) wurde ein leicht wasserlösliches, in der Durchsicht braunrotes, in der Aufsicht braungrünes Öl erhalten.

Versuchsreihe VI/3

1000 ccm Spindelöl-Mützkendorf wurden auf 40°C erwärmt und im Verlauf einer Stunde unter fortgesetztem Blasen und Durchmischen mit Luft mit 150 ccm Schwefelsäure 1,84 behandelt, wobei die Temperatur zwischen 40-42°C erhalten blieb. Die Schichtentrennung erfolgte nach 5 Stunden in 885 ccm saures Raffinat (3a) und 240 ccm Säureteer (3b). - Es wurde nun versucht, (3a) mit 200 ccm Aceton zu extrahieren, wobei indessen der grösste Teil des Acetons in Lösung blieb. Darauf erfolgte ein weiterer Zusatz von 200 ccm wässrigen Alkohols (1:1), der schliesslich bewirkte, dass nach Stehen über Nacht 270 ccm Alkohol-aceton-Wassergemisch abgetrennt werden konnten. Dieses Gemisch wurde auf die wässrige Lösung eines gelb gefärbten, schwach petroleumartigen fluoreszierenden Emulgators (3c) eingegossen. - Die 240 ccm Säureteer (3b) wurden mit 200 ccm Wasser zu vorübergehender Lösung gebracht; nach längerem Stehen konnten 250 ccm Sauerwasser abgezogen werden. 195 ccm gewaschener Säureteer wurden mit 113 ccm Kalilauge 30°Be umgesetzt auf ein neutralisiertes Harzöl-Sulfonat (3e), welches bei dem Versuch, denselben mit 150 ccm Normalbenzin die Cellantelle zu entfernen, das Benzin in Lösung behielt. Auch der Versuch, durch weitere Verdünnung mit 150 ccm Wasser die Mischung zum Ausscheiden der Benzin-Oel-Anteile zu veranlassen misslang. Es wurde daraufhin das Benzin und ein

Teil des Wassers wiederum abdestilliert. (3e) ist wie die früher beschriebenen Produkte dieser Art ein braunrotes, wasserlösliches Öl von stumpfgrüner Fluoreszenz. Es bleibt an weiterer Verarbeitung mit verschiedenen Bänderlösungen, ferner Lösungen von NaF, Kaliumchromat und Kaliumnitrit zurückgestellt.

Versuchsreihe VI/4

1000 ccm Shell SO₂-Spindelöl-Extrakt, runtha, wurden mit 150 ccm Schwefelsäure 1,84 behandelt und in 600 ccm saures Öl (4a), sowie 490 ccm Säureteer (4b) geschieden. Der Säureteer wurde mit Wasser gewaschen und mit Kalilauge neutralisiert; (4a) ist von tiefbrauner Farbe, klar wasserlöslich, ist aber mit pH 11,4 nicht sonderlich beständig; es scheidet reichlich Bodenkörper aus, und soll nach längerer Standzeit auf seine Bestandteile hin weiter untersucht werden. - Die Behandlung des sauren Ölraffinates (4a) mit 300 ccm wässrigen Alkohol (1:1) ergab eine ianige Durchmischung, aber auch eine langwierige Schichtentrennung, da zwischen dem Wasser und dem Öl nahezu kein Dichteunterschied bestand. Nach zweitägiger Standzeit waren in Scheidetrichter drei Zonen erkennbar: die untere Schicht von 290 ccm, intensiv blau fluoreszierend, d 0,994, mit Wasser emulgierend, - 100 ccm einer mittleren Zone - und 566 ccm einer braunmilchigen, indessen nicht emulgierenden, oberen Schicht mit d 0,992. Beim Entwässern der oberen Schicht trat ein Volumenverlust von 50 ccm ein, und es verblieb (4d), ein tiefrotes, intensiv blauviolett fluoreszierendes Mineralöl, dessen Kennzahlen sich in Anlage befinden. - Von den 290 ccm der unteren Schicht mit d 0,994 wurden 100 ccm Alkohol und 60 ccm milchiges Wasser abdestilliert und 130 ccm eines blauschwarzen, flüssigen Rückstandes erhalten, der mit pH 2,5 ausgeprägte Emulgiereigenschaften aufwies. Die Neutralisierung mit Kalilauge auf einen pH 11,6 ergab ein klar-wasserlösliches Sulfonat (4a) von in der Durchsicht roter Farbe, indessen derart blaugrauer Fluoreszenz, dass das Produkt eben blaugrau erscheint. Durch die hohe Alkalität haben sich beim Neutralisieren seifige Flocken abgeschieden.

Versuchsreihe VI/5

1000 ccm Shell-SO₂-Spindelöl-Extrakt, paraffinbasisch, wurden mit nur 100 ccm Schwefelsäure 1,84 behandelt und in 770 ccm saures Öl (5a) und 330 ccm Säureteer (5b) geschieden. - Der Säureteer wurde mit nur 150 ccm Wasser gewaschen und mit Kalilauge nur unzureichend auf pH 2,7 abgestumpft. Dieses saure Produkt (5c) stellt sich nach mehrtägigem Stehen als braungüne, dunkle, breiige Masse dar, die an weiterer Verarbeitung zurückgestellt wird. Bei (5e), wie bei (4e) ist bemerkenswert, dass diese Produkte günstige Eigenschaften als Emulsionsvermittler für Dispersionen von Typ: Wasser-in-Öl angeben, sodass an deren Einsatz zur Herstellung von Emulsions-schnierölen und Emulsions-schnierfetten gedacht wird. - Das saure Öl (5a) wurde zwecks leichter Schichttrennung mit 300 ccm Äthylalkohol ausgeschüttelt. Das abgetrennte Mineralöl wurde mit Eisen-erde verkocht und lieferte ein orangegelbes, schwach grünlich fluoreszierendes Öl (5aR), dessen Anal. sich in Anlage befinden. - Aus der alkoholischen Schicht wurde der Alkohol abdestilliert und es verblieb (5c) ein blaugrünes, wasseremulgierbares Produkt mit pH 2,9.

Versuchsreihe VI/6

In dieser Versuchsreihe wurde der Vorgang, wie VI/1 beschrieben, wiederholt, und zwar 1000 ccm Spindelöl-Lützendorf mit 150 ccm rauchender Schwefelsäure. Der Säureteer (6b) wurde, um das Oleum an weiterer Reaktion zu hindern, nur einfach mit 200 ccm Wasser verdünnt und darauf mit Ammoniak bis zum Farbumschlag neutralisiert. Dieses Produkt enthält nur unerwünschte Mengen von Ammonsulfat, weshalb das Ganze mit gelochtem Kalk unter Erwärmen umgesetzt wurde; die Schwefelsäure wird dabei als Calciumsulfat abgeschieden und kann durch Saugfiltern entfernt werden. Allerdings geraten auf diese Weise auch die wasserunlöslichen Ca-salze einiger Sulfonaphthensäuren in Verlust. (6c) ist das Filtrat dieser Kalkausfällungen, ein braunrotes, stumpfgrün-fluoreszierendes, wasserlösliches Sulfonat, das zu weiterer Aufarbeitung zurückgestellt wurde.

Versuchsreihe VI/7

1000 ccm Spindelölestillat, Bisterdorf, wurden auf 40°C erwärmt und mit 150 ccm Schwefelsäure 1,84 behandelt; es schichteten sich 860 ccm saures Öl (7a) über 290 ccm Säureteer (7b). - Der Säureteer wurde mit 200 ccm Wasser durchgeknetet, wobei er sich stark erwärmte und verflüssigte. Nach längerem Stehen hatte er sich pechartig verfestigt und vom Wasser geschieden. Dieses Saurepech wurde daraufhin mit Halilauge (7c) umgesetzt, ein braunrotes, viskoses, wasserlösliches Produkt mit pH 6,6, welches, wegen der Menge des restlichen Ölgehaltes nach längerem Stehen etwas heterogen und breiig wird. - Das saure Öl (7a) wurde erstens mit 500 ccm Alkohol, daraufhin nochmals mit 100 ccm Alkohol extrahiert, aus dem Alkoholauszügen wurde die Hauptmenge des Alkohols abdestilliert und (7c) eine opalisierende, lichtockerfarbene und seifenspritzartige Emulgatorlösung zurückgewonnen. (7c) zeigt pH 2,9.

Versuchsreihe VI/8

1000 ccm Sphatoseöl "Ertrag ER 30" wurden auf 40°C erwärmt und mit 150 ccm Schwefelsäure 1,84 behandelt; es schichteten sich 905 ccm saures Öl (8a) über 195 ccm Säureteer (8b). - Der Letztere war ziemlich schwer mit der gleichen Menge Wasser zu waschen, da er von Haus aus pechig war und mit dem Wasser nicht richtig in Verband kam. Nach der Wäsche war der Teer verhärtet und auch mit Halilauge 32 Be nur schwierig in Kontakt zu bringen; er löste sich schliesslich auch nicht völlig in der Lauge, weshalb bei (8c) vom Ungelösten abfiltriert wurde. (8c) ist ein braungrünes, wasserlösliches Produkt, das nach keartigerem Stehen schlammig sedimentiert; die Entfärbung der Gelatulle aus dem Sulfonat wird hier also, gegebenenfalls nach Verdünnung mit Wasser und Extraktion mit Benzol, erforderlich sein. - Das saure Öl (8a) wurde mit 400 ccm Alkohol-Wasser (1:1) durchgeschüttelt; aus dem Nusszug wurde nach dem Abdestillieren des Hauptteils an Alkohol und Wasser ein braugelber, seifenspritzartiger Emulgator (8c) isoliert.

Versuchsreihe VI/9

Parallel zu VI/7 wurde hier 800 ccm Ertrag ER 30 mit 120 ccm Oleum behandelt und in 600 ccm saures Öl (9a) und 240 ccm Säureteer (9b) geschieden. - Der Säureteer wurde mit 100 ccm Wasser gewaschen und nach Abtrennen des Sauerwassers mit ammoniakalischer Ammoniak unvollkommen auf (9c) mit pH 3,4 neutralisiert; (9c) ist

ein braunes, grüschwarz fluoreszierendes, starklich viskoses, wasserlösliches Öl ohne Ausscheidungen. - Die Extraktion des sauren Oeles (9a) mit 300 ccm Alkohol-Wasser (1:1) lieferte nach Entfernen des Alkohols und eines Teiles von Wasser (9c), einen lichtockerfarbenen, opalisierenden Emulgator mit pH 2,5.

A n l a g e n

A. Kennzahlen der verwendeten Mineralöle:

| Öl, Bezeichnung | Farbe | d/20 | nd/20 | E/20 | E/50 | Wp | m | Bemerkungen |
|---------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|---------------|
| Sp.öl Lützkendf | 9 | .864 | 1.482 | 2.37 | 1.48 | - | 3.88 | paraffinisch |
| Sp.öl Hösch | 1 | .780 | - | 1.35 | - | - | - | 34% Paraffin |
| SO ₂ -Extr., rumän. | 10 | 1.006 | 1.570 | 17,1 | 2.77 | - | - | KZ .12, VZ4,5 |
| SO ₂ -Extr., paraff. | 10 | .996 | 1.574 | 7.25 | 1.95 | - | - | - |
| Sp.öl Zistersöf. | 3 | .869 | 1.485 | 2.37 | 1.48 | - | 3.88 | - |
| Brabag ZH 30 | 3 | .828 | 1.490 | 11.5 | 2.79 | 2.66 | 4.10 | - |

B. Kennzahlen der Schwefelsäure-Bleicherde-Raffinate:

| Öl, Bezeichnung | Farbe | d/20 | nd/20 | E/20 | E/50 | Wp | m | Bemerkungen |
|---------------------------------|-------|-------|-------|------|------|----|------|-------------|
| Sp.öl Lützkendf | 9 | .864 | 1.482 | 2.37 | 1.48 | - | 3.88 | (Öel 1) |
| Raff.(1d) | 3 | - | 1.470 | 2.36 | 1.47 | - | 3.93 | |
| Raff.(1f) | 10 | - | 1.485 | 3.46 | 1.69 | - | 3.90 | |
| SO ₂ -Extr., rumän. | 10 | 1.006 | 1.576 | 17,1 | 2.77 | - | - | (Öel 4) |
| Raff.(4dR) | 8 | .989 | 1.570 | 8.75 | 2.15 | - | - | |
| SO ₂ -Extr., paraff. | 10 | .996 | 1.574 | 7.25 | 1.95 | - | - | (Öel 5) |
| Raff.(5dR) | 3 | .986 | 1.568 | 6.30 | 1.90 | - | - | |

f.d.R.
[Handwritten Signature]

Bezug: RFR, Wehrm. Auftr. Nr. 85 4104-0109/44-II/44 v. 18. 5. 44, - Aufarbeitung von Rückstandölen und Teeren durch Sulfonierung, Sulfoklorierung und Extraktion.

Betrifft: Teilbericht. II

Das Versuchsprodukt Kadmer-Luers (V/Ka-I)

Im Teilbericht I vom Juni 1944: "Die Sulfonierung verschiedener Mineralöle zum Zwecke der Säureteer-Aufarbeitung" wurde in den Versuchsreihen VI/1-9 ein Verfahren beschrieben, das nun in der nachstehenden Form zur Patentanmeldung vorgesehen ist:

" VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG UND VERWENDUNG WASSERLOESLICHER UND OELABWEISENDER SCHMIERSTOFFE UND SCHNEIDFLUESSIGKEITEN "

Als Erfinder werden genannt: apl. Prof. Dr. Ing. habil. Erich Herwig Kadmer, München, und Chemiker Karlheinz Luers, Bremen.

Es ist bekannt, dass bei der Behandlung von aliphatischen, aromatischen, hydroaromatischen Kohlenwasserstoffen, Mineralölen und Naphtensäuren mit anhydridhaltiger Schwefelsäure neben sogenannten "Mahagoniseifen" vor allem wasserlösliche Sulfosäuren entstehen, die in der Technik in beschränktem Umfange als Netz-, Dispergier- und Waschlösungsmittel Eingang fanden.

Dem Verfahren nach der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, den bei der Sulfonierung von genannten Kohlenwasserstoffen mit anhydridhaltiger Schwefelsäure oder unter Umständen auch mit Schwefelsäure 1,84 entstehenden Säureteer möglichst vollkommen von anhaftendem Öl zu trennen, mit weniger als der gleichen Menge Wasser oder Salzlösung zu waschen und das ganz oder teilweise neutralisierte Produkt in wässriger Lösung als nicht-brennbares Schmiermittel zu verwenden.

Dabei ist es zweckmässig, den Säureteer in Zentrifugen sofort vom Öl zu trennen, um dem Säureüberschuss jede Möglichkeit zu tiefergehender Einwirkung auf die ansulfonierten Harze, Asphalte, Aromaten und Olefine zu nehmen.

Bei der Wasche von Erdölsulfonaten aus Säureharzen niedrig viskoser Mineralöle macht man die Wahrnehmung, dass diese sich sehr häufig im Waschwasser bzw. in der Salzsole völlig lösen, und, was unerwünscht ist, auch das neugebildete Natriumsulfat in Lösung behalten. Diese Erscheinung kann man nur verhindern durch Elektrolytzusatz, der von Fall zu Fall richtig dosiert sein muss. Ausserdem darf die Menge an Waschwasser nicht über die Menge an Säureteer-Anfall hinausgehen. Für die Wasche dieser Art ist es auch meistens erfindungsgemäss von Vorteil, beim Raffinieren bzw. Sulfonieren von Mineralöledestillaten bzw. von rohen Erdölen nicht mechanisch zu rühren, sondern mit Luft zu blasen und durchzumischen.

Zur Erzielung möglichst einheitlicher Produkte ist es vorteilhaft, die zu sulfonierenden bzw. raffinierenden Kohlenwasserstoffe vor der eigentlichen Sulfonierung von Hartasphalten und anderen unerwünschten Bestandteilen durch Behandlung mit wenig Schwefelsäure oder auch Lösungsmitteln zu befreien.

Werden Säureteere der Mineralölraffination mit Schwefelsäure, aber auch Sulfonate von Lösungsmittel-extrakten der