

Wickman!

2669

Bericht Dr. Kölbel

Treibstoffwerk, den 21. 3. 1940

IV b<sub>1</sub> Nr. 10

Schmieröl aus Kogasin und Teerdestillationsprodukten

VIII. Mitteilung

(Dr. Herbert Kölbel u. Dr. Albert Meusel)

*Mitteilung VII ist nicht erschienen*

Auf dem Motorenprüfstand wurden unter der Leitung von Herrn Dr. Dannefelder zwei ausgedehnte Versuchsreihen mit synthetischem Autoöl und einem handelsüblichen Motorenöl durchgeführt. Zweck dieser Versuche war festzustellen, wie sich das synthetische Motorenschmieröl unter schärfsten Versuchsbedingungen im Vergleich zu einem guten Markenöl verhält.

Der nachfolgende Bericht beschäftigt sich mit der chemischen Untersuchung der anfallenden Altöle und stellt eine Ergänzung dar des von Herrn Dr. Dannefelder verfaßten Motorberichtes.

Prüfstandversuche mit Gr. 9/15, Gr. 25 und Vergleichsöl  
Rpr. MS.

Schmieröluntersuchung.

In Ergänzung des motorisch-technischen Befundes wird nachfolgend über das Ergebnis der Schmieröl-Untersuchungen berichtet.

1. F r i s c h ö l e .

Zunächst sind die auf dem Prüfstand gefahrenen Schmieröle bezüglich ihrer analytischen Kenndaten in Tafel 1 einander gegenübergestellt. Es gelangten zur Erprobung zwei qualitativ etwas verschiedene synthetische Schmieröle und als Vergleichsöl ein Rheinpreußen-Spezial-Autoöl, entsprechend der früheren Goldqualität. Nach seiner niedrigen Dichte und überaus guten Polhöhe von 1,8 gehört es in die Klasse guter pennsylvanischer Öle. Hiermit steht ganz im Einklang die verhältnismäßig hohe Verkokungsneigung von 1,05, die bei pennsylvanischen Ölen durchaus normal ist. Das Öl wird aus deutschem Erdöl gewonnen und von der I.G. Farbenindustrie in den Handel gebracht.

Ein Vergleich der beiden Syntheseöle mit dem Handelsöl läßt zunächst einen großen Unterschied in der Dichte erkennen. Die höhere Dichte der synthetischen Öle ist bekanntlich bedingt durch Mitverwendung aromatischer Bestandteile zur Synthese.

Die Viskosität bei 50° ist bei allen drei Ölen praktisch gleich. Die bessere Polhöhe des Naturöls wirkt sich vor-

vorteilhaft aus in der gegenüber den Syntheseölen höheren Viskosität bei 100°. Hinsichtlich des Viskositäts-Temperaturverhaltens fällt das zu den ersten beiden Prüfstands-läufen verwendete Syntheseöl Gr 9/15 etwas aus dem Rahmen. Es liegt dies daran, daß bei den ersten halbtechnischen Versuchen als aliphatische Komponente nur Kogasin verwendet wurde. Späterhin gelang es dann durch die Mitverwendung gatschartiger Bestandteile die Polhöhe der synthetischen Öle wesentlich zu verbessern (Gr. 25 Vp. 2,04).

Der Abdampftest liegt für das zu den ersten beiden Läufen verwendete Öl Gr. 9/15 etwas hoch. Das andere Syntheseöl Gr. 25 zeigt gegenüber dem Handelsöl keine Unterschiede in der Verdampfbarkeit.

Die Unterschiede im Flammpunkt sind praktisch belanglos, da der Abdampftest für die Bestimmung der Verdampfbarkeit einen weit besseren Anhaltspunkt bietet als der Flammpunkt, und dieser deshalb für die Praxis an Bedeutung wesentlich verloren hat. Die Stockpunkte sind der Vollständigkeit halber mitaufgeführt, sie genügen den an Sommeröle gestellten Anforderungen.

Reichlich unterschiedlich verhalten sich die Öle hinsichtlich der Verkokungsneigung und Alterungsbeständigkeit. Am günstigsten schneidet hier das Syntheseöl Gr 25 ab, das bei niedrigster Verkokungsneigung einen Anstieg des Kokstestes nach der Alterung von nur 24 % aufweist gegenüber 31 % beim Vergleichsmarkenöl. Die Alterungsbeständigkeit des synth. Öles Gr 9/15 ist bei einem Anstieg der Verkokungsneigung um 44 % als mäßig zu bewerten. Die geringe

Alterungsbeständigkeit dieses Öles ist auf die in der ersten Zeit noch verhältnismäßig unvollkommene Aufarbeitung der halbtechnisch gewonnenen Schmieröle zurückzuführen.

## 2. Altöle .

Durch regelmäßige Probenahme und Untersuchung wurde die Veränderung der Öle während der einzelnen Versuche laufend verfolgt. Als Maßzahl für den Verschleiß dienten der Aschegehalt und der Gehalt an groben Verunreinigungen. Die chemische Veränderung des alternden Öles wurde durch Bestimmung der Verkokungsneigung, des Gehaltes an Harz + Asphaltstoffen und schließlich durch Zähigkeitsmessungen kontrolliert.

Tafel 2 bringt das Ergebnis der Altöluntersuchung nach jeweils 50 Stunden Laufzeit für die einzelnen Läufe mit synthetischem Öl, Tafel 3 die entsprechenden Daten für das Vergleichsmarkenöl. Daneben sind die wichtigeren Kenndaten wie Zähigkeitsverhalten, Harz- u. Asphaltgehalt, Verkokungsneigung und Aschegehalt der besseren Übersicht wegen graphisch bzw. bildlich dargestellt worden.

Für das frühzeitige Erkennen ernstlicher motorischer Störungen (übermäßiger Verschleiß) ist die Bestimmung der festen Fremdstoffe (grobe, beispielsweise metallische Verunreinigungen) von Bedeutung. In den vorliegenden Versuchen war der Gehalt an groben, filtrierbaren Verunreinigungen in allen Fällen äußerst gering (0,0001 - 0,001 %), so daß es sich erübrigt, auf die geringen, vornehmlich durch

Aufrundung entstandenen Unterschiede in der Dezimale einzugehen.

Die Schmierölverdünnung, die wegen der Verringerung der Zähigkeit u.U. eine wichtige Rolle spielt, ist grundsätzlich unabhängig von der Schmierölbeschaffenheit und allein abhängig von den motorischen Bedingungen. Die ständig sehr hohen Versuchstemperaturen ließen in keinem Falle eine nennenswerte Schmierölverdünnung aufkommen. Die ermittelten Werte liegen zwischen 1,0 und 1,7 %. Die Schmierölverdünnung wurde ermittelt durch Abdestillieren der leichtflüchtigen Bestandteile bis 200°/15 mm.

Die übrigen wichtigeren Kenndaten sollen an Hand der vorliegenden Tafeln und Abbildungen eingehend besprochen werden

a) Viskositätsverhalten.

Die Abb. 1 und 2 bringen die in Tafel 2 und 3 genannten Viskositäten in bildlicher Darstellung. Die gestrichelten Rechtecke beziehen sich auf das Vergleichsmarkenöl. Die mit Fr. gekennzeichneten Säulen stellen die Viskosität der Frischöle dar, die übrigen die Zähigkeit des Altöls nach jeweils 50 Stdn. Laufzeit (Rpr. MS VII nach 33 Stunden). Abb. 1 zeigt die Viskosität der Altöle nach Verlassen des Motors, Abb. 2 nach Abdestillieren der Ölverdünnung.

Wie die Abb. 1 erkennen läßt, zeigt das Synthescöl nach den Läufen II, V, VI und VII ebenso wie das Rpr. MS-Öl nach den Versuchen II, III, IV, V und VI nur geringe Abweichungen gegenüber der Viskosität des Frischöles. Eine

Eine ziemliche Ölverdickung macht sich beim Syntheseöl nach den Läufen I, II u. IV bemerkbar. Bei den Läufen I u. II hängt diese Erscheinung offenbar mit der geringen Alterungsbeständigkeit der verwendeten Ölecharge Gr. 9/15 zusammen, während in Versuch IV vermutlich höhere Öltemperaturen geherrscht haben. Interessant ist die stärkere Ölverdickung des Rpr. MS-Handelsöls in Versuch VII, der infolge Ausbrechens eines Lagers bereits nach 33 Stunden beendet werden mußte. Die höhere Ölverdickung ist hier vermutlich mit dem stärkeren Abrieb in Zusammenhang zu bringen, der, wie später noch gezeigt wird, die Ölalterung katalytisch beschleunigt hat.

Genauere Angaben über das Ausmaß der eingetretenen Zähigkeitsänderung kann man jedoch erst machen, wenn man die geringe Ölverdünnung durch Abdestillieren beseitigt. Nach Abb. 2 zeigt das Vergleichsmarkenöl nach Lauf II - V wieder die Viskosität des Frischöls.

Nach Lauf I, VI und VII (letzterer nach 33 Stunden abge-

brochen) ist dagegen eine spürbare Ölverdickung eingetreten. Läßt man beim Syntheseöl die ersten beiden Läufe mit dem verh. wenig alterungsbeständigen Öl Gr. 9/15 (s.o.) außer Betracht, so zeigt das Öl Gr. 25 mit Ausnahme von Vers. IV, ein dem Handelsöl etwa vergleichbares Verhalten. Die abweichend hohe Verdickung in Lauf IV hängt vermutlich mit der Fahrweise in diesem Versuch (hohe Temperaturen?) zusammen.

b) Aschegehalt.

Aschebestimmungen lassen in gewisser Hinsicht Rückschlüsse zu auf die Höhe des Verschleißes. In Abb. 3 ist der Anstieg der Aschewerte in einigen charakteristischen Läufen in Abhängigkeit von der Laufzeit graphisch aufgetragen worden. Die ausgezogenen Kurven beziehen sich auf das Syntheseöl, die gestrichelten auf das Vergleichsmarkenöl. Mit Ausnahme des Versuchs VII mit dem Rpr. MS-Öl liegen die übrigen Aschewerte für Synthese- und Handelsöl alle in der gleichen Größenordnung (vergl. auch die Angaben in den Tafeln 2 u. 3). Der nicht immer geradlinige Verlauf der Kurven hängt damit zusammen, daß bisweilen kurz vor der Probenahme Frischöl in die Ölwanne nachgefüllt worden war, wodurch etwas zu niedrige Werte gefunden wurden (z.B. Syntheseöl, Lauf IV nach 33 Stdn.).

Der letzte Lauf mit dem Rpr MS-Öl (VII) setzt bereits nach 10 Stunden mit Aschenwerten ein, die sonst erst nach 50 Stdn. auftraten. Es gibt sich also schon frühzeitig der späterhin nach 33 Stdn. aufgetretene Lagerbruch durch höhere Aschengehalte zu erkennen. Die Kurve nimmt weiterhin einen ver-

hältnismäßig steilen Verlauf und erreicht bei Beendigung des Versuchs nach 33 Stdn. einen Wert von 0,07 %, d. h. 250 % mehr als im Versuch VI nach gleicher Laufzeit. Die Aschenanalysen zeigen also, daß der Lagerbruch nicht unvermittelt eingetreten ist, sondern auf zunehmenden Verschleiß zurückzuführen ist.

c) Harz- + Asphalt-Gehalt.

Harz und Asphaltstoffe sind solche Ölbestandteile, die in Normalbenzinlösung von Bleicherde adsorbiert werden. Harz- und Asphaltstoffe stellen die Vorstufe dar zur Koksbildung. Man stellt sich den Alterungsprozeß von Mineralölen so vor, daß aus reaktionsfähigen, vornehmlich ungesättigten Ölbestandteilen durch Oxydation zunächst die Harze entstehen, die dann weiter unter Ausbildung größerer Molekülkomplexe im weiteren Alterungsstadium zu Asphaltkörpern werden, die ihrerseits den Übergang zum Koks darstellen. Die Neubildung an Harz und Asphaltstoffen ist also ein wichtiges Merkmal der Ölalterung. In geringer Menge enthält jedes normale, nicht über raffinierte Autoöl solche Harz- und Asphaltstoffe, die für die Schmierfähigkeit des Öles nicht ohne Bedeutung sind. Bekanntlich zeigen über raffinierte, von Harzstoffen völlig freie Öle, schlechte Schmiereigenschaften.

Die beiden untersuchten Syntheseöle weisen einen Gehalt von 2,0 % Harz + Asphalt auf, das Vergleichsöl einen höheren von 3,2 % (Tafel 1). In Tafel 2 und 3 ist der Harz + Asphaltgehalt des Altöles nach jeweils 50 Stunden Laufzeit für die einzelnen Läufe wiedergegeben; die Tafel gibt ferner Auskunft über den Umfang der Neubildung an diesen Alterungs-



stoffen (Differenz gegen Frischöl in Tafel 1). Der besseren Übersicht wegen sind die Harz- + Asphaltwerte in Abbildung 4 bildlich aufgetragen worden, Abb. 5 stellt die Neubildung nach jeweils 50 stündiger Laufzeit dar. Nach Abb. 4 liegt der Harz + Asphaltgehalt für das Syntheseöl und Vergleichsmarkenöl etwa in gleicher Größenordnung, mit Ausnahme des Rpr. MS-Öls in Lauf VI.

Auch die Neubildung an Harz- und Asphalt (Abb. 5) ist bei beiden Ölen in etwa vergleichbarer Größe eingetreten.

In Abb. 6 ist der Anstieg des Harz + Asphalt-Gehaltes während einiger charakteristischen Versuche graphisch aufgezeichnet. Man sieht, daß die Harz- + Asphalt-Bildung in Lauf IV des Rpr. MS-Öls in gleicher Größenordnung erfolgt, wie beim Syntheseöl in den Läufen III und VII. Dann setzt beim Markenvergleichsöl, beginnend in Lauf V, sprunghaft eine erhöhte Bildung an diesen Alterungsstoffen ein, die sich während der nächsten Versuche von Lauf zu Lauf steigert und im Lauf VII zur Zeit des Lagerbruchs nach 33 Stdn. den höchsten Wert erreicht. Diese wesentlich stärkere Alterung des Markenvergleichsöls steht ohne Zweifel im Zusammenhang mit einem zunehmenden Verschleiß eines Hauptlagers, wobei das abgeriebene Lagermetall die Ölalterung katalytisch beschleunigte. Dieser Befund unterstützt einwandfrei die bei der Besprechung der Aschenwerte geäußerte Ansicht, daß der Bruch des Lagers auf einen zunehmenden Verschleiß zurückzuführen ist, der sich bei der analytischen Untersuchung der Altöle schon sehr frühzeitig zu erkennen gab. Der nicht gleichmäßige Verlauf der Kurven in Abb. 6 ist durch die

nicht immer unter vergleichbaren Bedingungen erfolgte Probenahme zu erklären (verschiedenes Ölvolumen in der Wanne, Nachfüllung von Frischöl teilweise vor Probenahme).

d) Verkokungsneigung.

Die Koksteste nach Conradson liegen beim Vergleichsmarkenöl durchweg höher als beim Syntheseöl (Abb. 7). Das in den beiden ersten Versuchen verwendete Syntheseöl zeigte, wie eingangs betont, eine merklich geringere Alterungsbeständigkeit als das für die weiteren Versuche benutzte Öl Gr 25. Damit erklären sich die hohen Koksteste nach den beiden ersten Läufen. Berücksichtigt man jedoch bei der Bewertung der Öle die Zunahme der Verkokungsneigung im Altöl gegenüber dem Frischöl (Abb. 8), so schneidet das Vergleichsmarkenöl besser ab. Allerdings ist der Unterschied nicht erheblich, wenn man die beiden ersten Läufe mit Gr. 9/15 aus den erwähnten Gründen außer Acht läßt.

Z u s a m m e n f a s s u n g .

Bezüglich der Viskositätsänderung nach 50 Stdn. Laufzeit zeigt das synthetische Öl Gr. 25 ein dem Handelsöl etwa vergleichbares Verhalten. Die abnorm hohe Ölverdickung in Lauf IV erklärt sich vielleicht aus den Betriebsbedingungen (hohe Öltemperaturen?). Die starke Verdickung des Gr. 9/15 Öles ist auf die geringere Alterungsbeständigkeit dieses Öles zurückzuführen.

Die Aschenwerte als Maß für den Verschleiß und damit indirekt für die Schmierfähigkeit liegen für Synthese- und

Vergleichsöl in gleicher Größenordnung. In Versuch VII des Rpr. MS-Öles kündigt sich der durch zunehmenden Abrieb an einem Hauptlager nach 33 Stdn. eintretende Lagerbruch schon nach einigen Stunden durch erhöhte Aschenwerte an.

Die Neubildung an Alterungsstoffen verläuft bei beiden Ölen in gleichem Umfang. Der Anstieg des Harz + Asphaltgehaltes des Rpr. MS-Öles in den Läufen V, VI u. VII beruht auf einer katalytischen Beschleunigung des Alterungsvorgangs, offenbar hervorgerufen durch die Anwesenheit von feinverteiltem Lagermetall aus dem durch Verschleiß im Lauf VII nach 33 Stunden ausgebrochenem Hauptlager.

Während die Verkokungsrückstände beim Vergleichsmarkenöl höher liegen, ist die Zunahme der Kokswerte nach 50 Betriebsstunden gegenüber den entsprechenden Frischölen beim Syntheseöl etwas größer.

Die Altöluntersuchungen haben ergeben:

Das synthetische Schmieröl zeigt bezüglich seiner Veränderung im motorischen Betrieb gegenüber einem Markenvergleichsöl ein durchaus vergleichbares Verhalten. Soweit der im letzten Lauf mit dem Handelsöl aufgetretene Lagerbruch und die hiermit im Zusammenhang stehende vorhergehende Erhöhung der Aschenwerte einen Schluß auf die Schmierfähigkeit zulassen, scheint das synthetische Öl in dieser Hinsicht dem Handelsöl überlegen zu sein.

Treibstoffwerk „Rheinpreußen“  
Abt. Versuchsanlage

*Ritter, Meind*

T a f e l 1

Analysendaten der Frischöle

2680

	synth. Öle		Rpr. MS-Öl
	Gr. 9/15	Gr. 25	
d 20° .....	0,930	0,928	0,885
E/20° .....	90,8	83,6	78,6
E/50° .....	12,78	12,75	13,23
E/100° .....	2,24	2,30	2,46
Vp.....	2,25	2,04	1,80
Abdampftest.....% (nach Noack)	11,3	7,2	7,7
Flammpunkt.....°C	---	218	235
Stockpunkt.....°C	- 21	- 12	- 6
Harz + Asphalt...%	2,0	2,05	3,2
Conradsontest....%	0,73	0,66	1,05
dto. n/Alterung...%	1,05	0,82	1,38

T a f e l 2

Prüfstandversuch mit Gr. 9/15 und Gr. 25

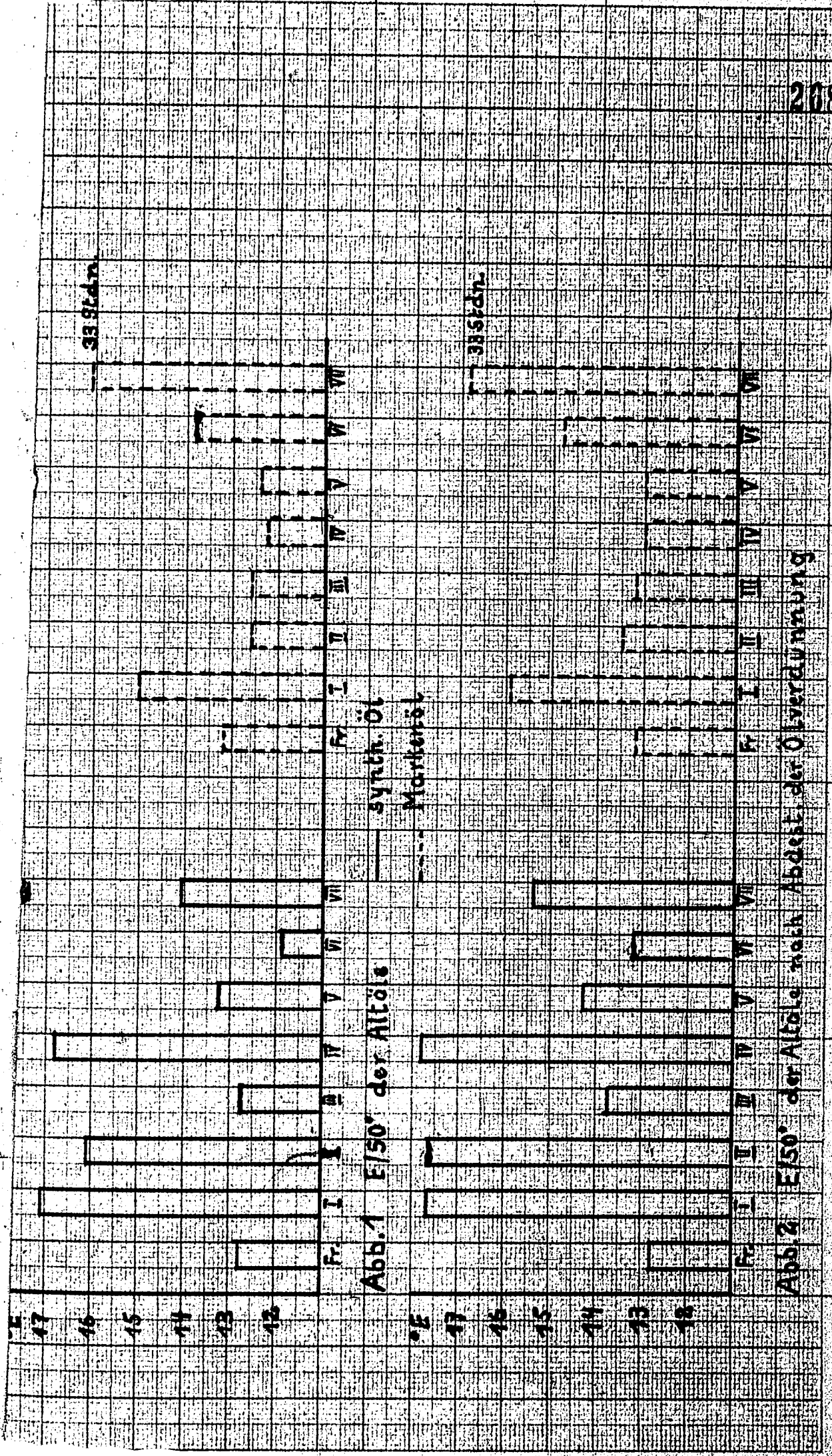
Altöl nach jeweils 50 Stunden Lauf

Lauf	Gr. 9/15		Gr. 25				
	I	II	III	IV	V	VI	VII
E/50°.....	17,08	16,06	12,75	16,78	13,24	11,86	14,09
Ölverdünnung.....%	0,60	1,5	1,75	1,0	1,20	1,20	1,50
E/50° ohne Ölverdünng.	17,70	17,64	13,76	17,83	14,28	13,23	15,40
Grobe Verunreinigungen %	0,001	0,001		0,001	0,001	0,001	
Asche.....%	0,037	0,05	0,027	0,025	0,037	0,037	0,025
Harz + Asphalt.....%	7,1	5,3	5,4	6,5	6,3	5,6	5,7
dto. Neubildung.....%	5,1	3,3	3,4	4,5	4,3	3,6	3,7
Conradsontest.....%	1,36	1,37	1,00	1,21	1,10	0,98	1,12

Prüfstandversuch mit Rpr. MS-Öl

Altöl nach jeweils 50 Stunden Lauf

Lauf	I	II	III	IV	V	VI	VII +)
E/50°.....	15,04	12,58	12,58	12,25	12,41	13,84	16,06
Ölverdünnung.....%	1,2	1,5	1,2	1,0	0,5	1,0	0,5
E/50°ohne Ölverdüng.	15,86	13,50	13,17	12,98	12,97	14,76	16,85
Grobe Verunreinig.-%	0,0003	0,0001	0,0003	---	0,0004	0,0023	0,001
Asche.....%	0,031	0,025	0,025	0,025	0,029	0,033	0,069
Harz + Asphalt.....%	6,7	6,8	5,8	5,5	8,2	10,5	7,22
dto. Neubildung....%	3,5	3,6	2,6	2,3	5,0	7,3	
Conradsontest.....%	1,54	1,34	1,32	1,33	1,38	1,31	
+) nach 33 Stunden infolge Hauptlagerbruchs vorzeitig beendet.							



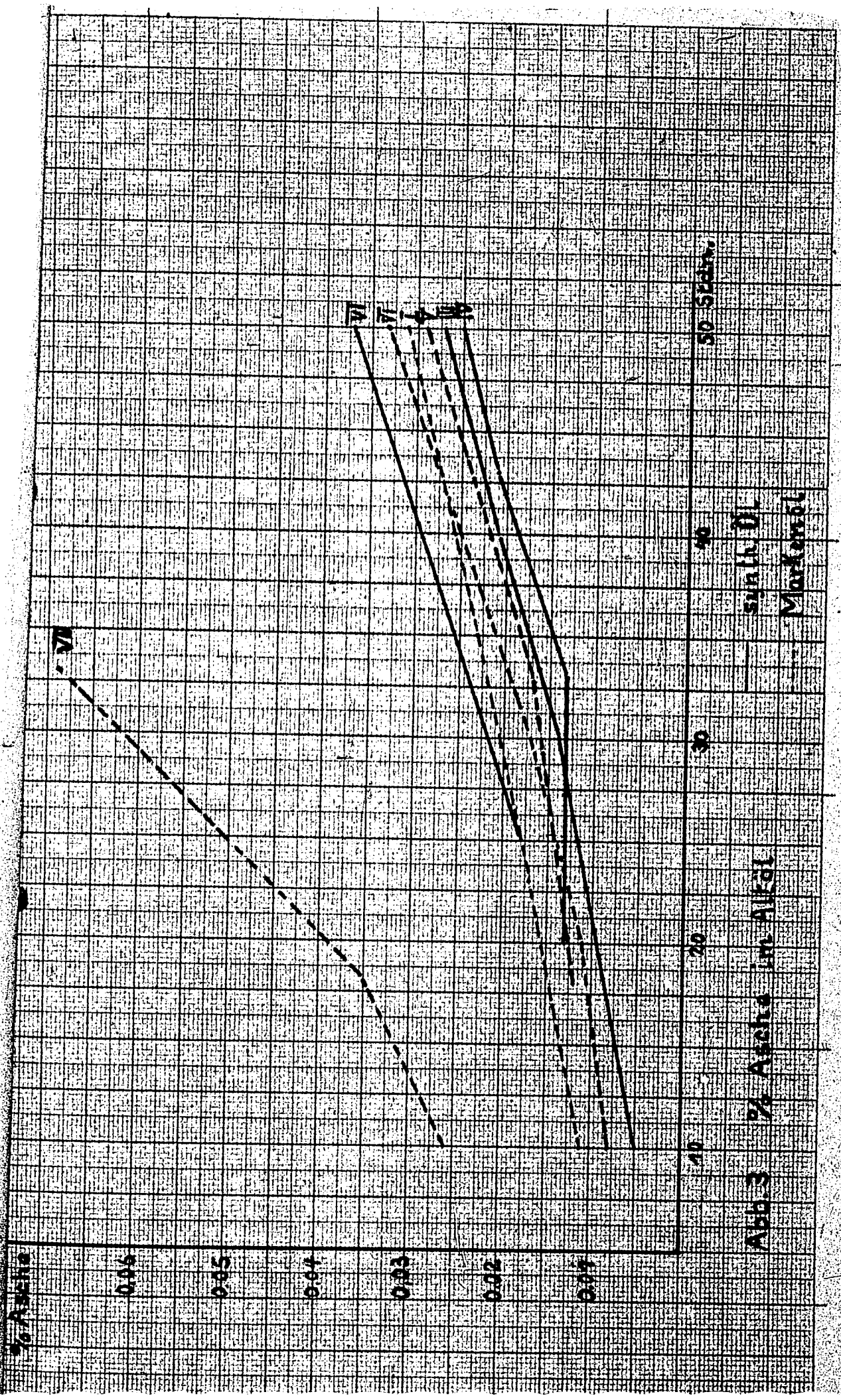


Abb. 3 % Acetic Anhydride in Alkyl Markovol



90 M<sup>2</sup> A  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1

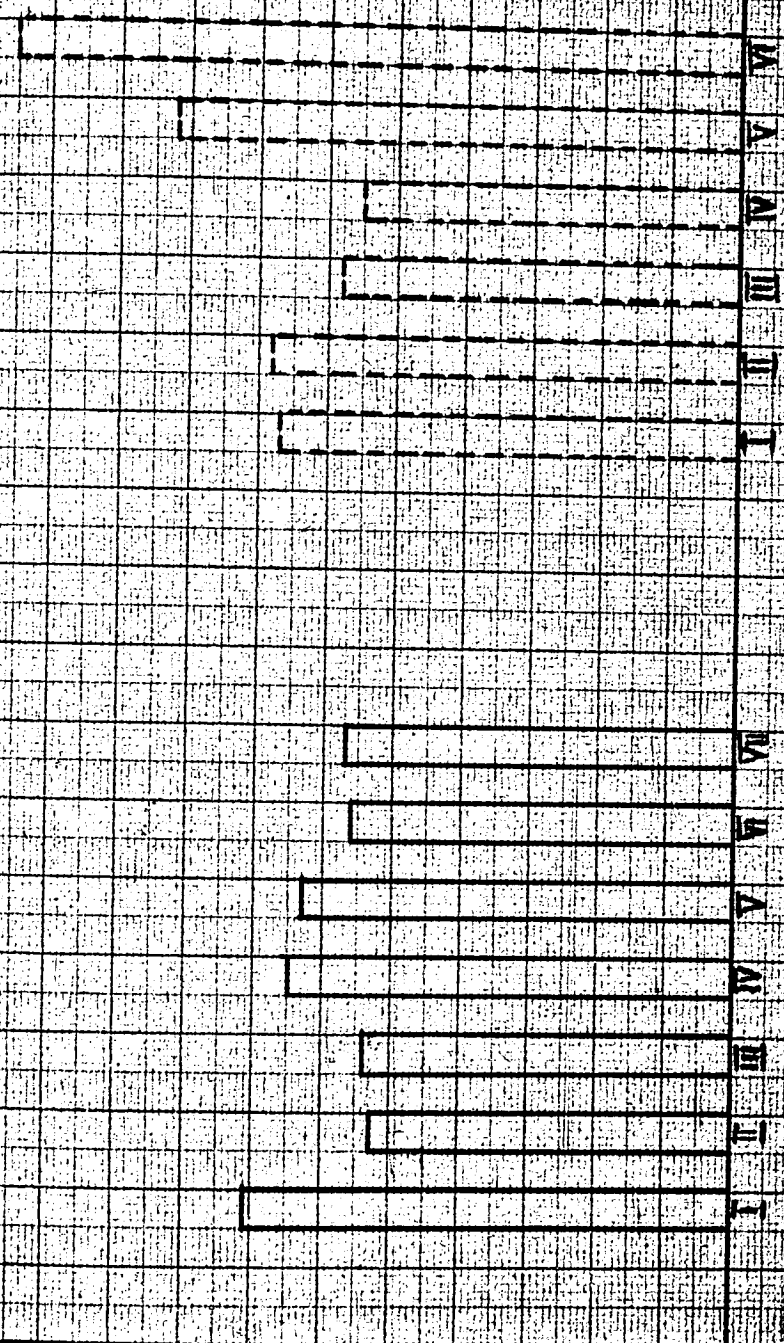


Abb. 4 Harz + Asphalt im Altöl

— synth. Öl  
- - - Markenöl

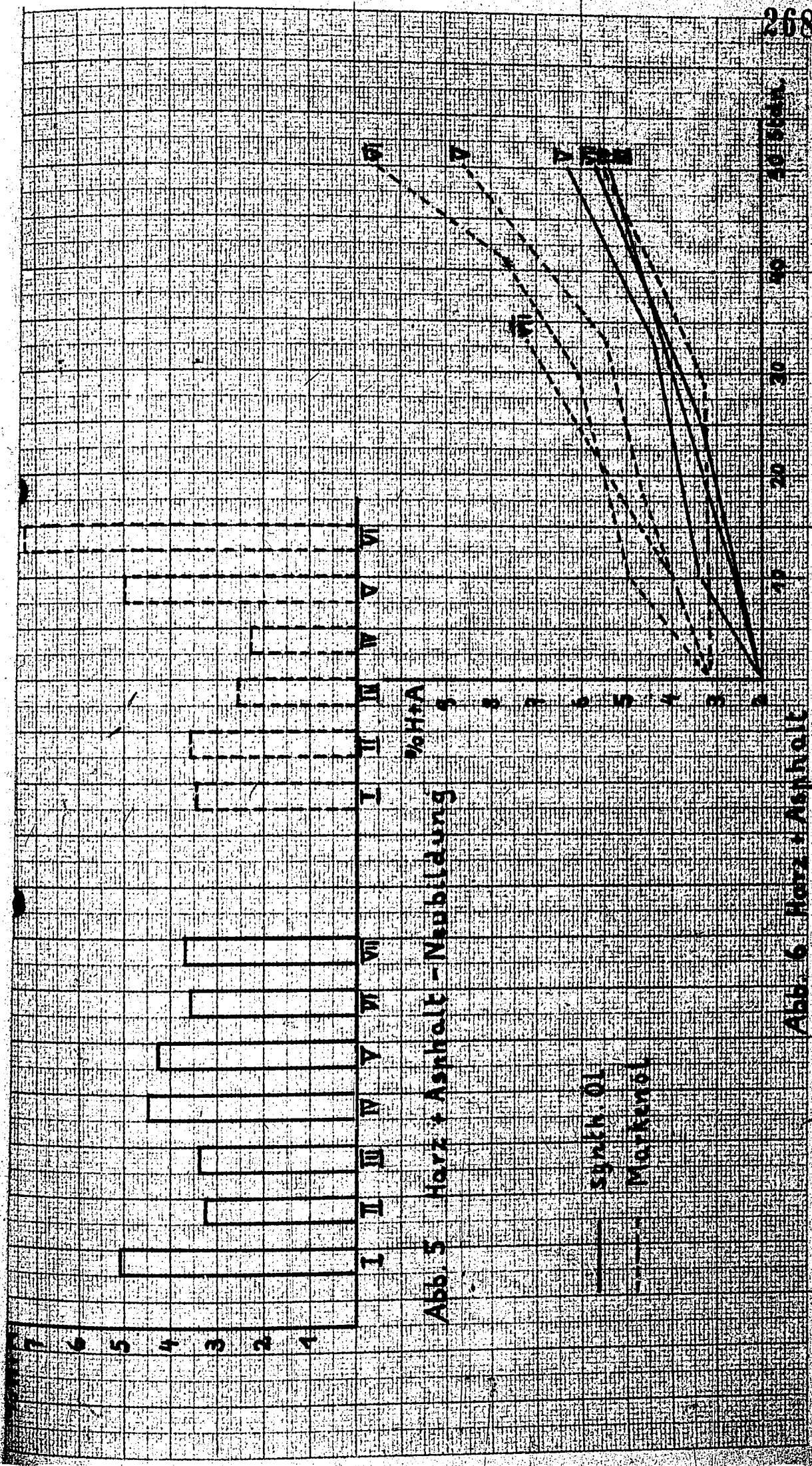
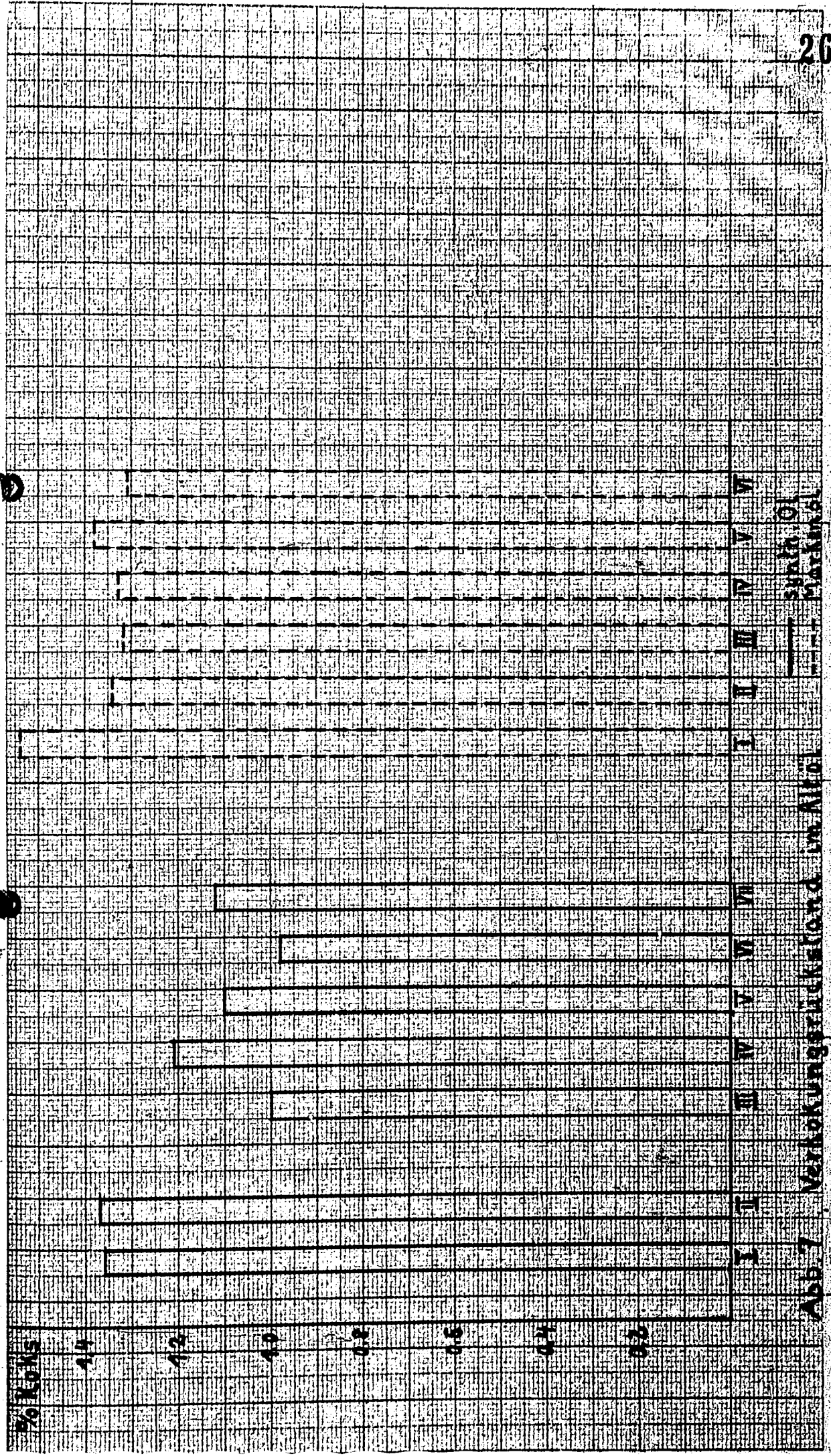


Abb. 5 Horz + Asholt - Neubildung

Abb. 6 Horz + Asholt

— Synth. Öl  
 - - - Mutteröl



961015

14

12

10

08

06

04

02

SUNN OI

L. MATHIA

Abb. Veränderung der Kräfte im Allg.

% KoWa

9.6

9.7

9.2

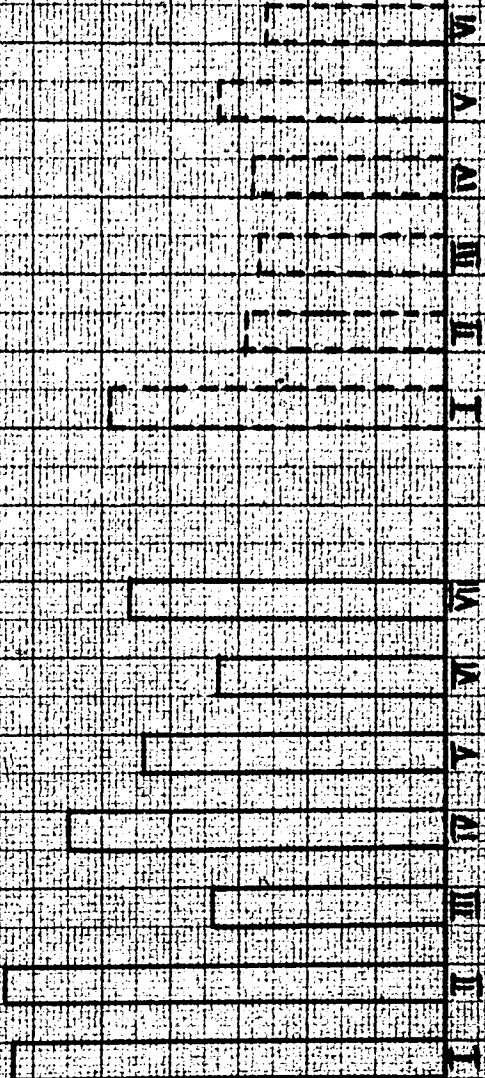


Abb. 8 Verknüpfungsrückstand - Zuna.hme

synth. Öl

Markenöl