

BAG No. 3896

HANNOVER

14. CRUDE OIL AS
A DIESEL FUEL

Daimler-Benz Aktiengesellschaft
Werk Gaggenau Abt. Entwicklung

Techn. Hochschule Hannover

Eing. 5. DEZ 1944

158/44 g.h.

Zum Typ:
Dieselmotoren
Allgemein

Versuchsgegenstand: Rohöl als Dieselmotorkraftstoff
OKH-Auftrag SS 4010-0006-8569/44

Anlagen zum Bericht: K 263a und K/L 045 BAG T 2 lfd. Bericht Nr. B 0036

Konten-Nummer:
80 73 00 00 58
(90 02 367/5756)

Unkostenbelastung 8896
OKH/Kfz.-Kommission

HANNOVER
Stichwort:
Kraftstoff

Versuchsergebnis:

Im ungereinigten Zustand ist das Rohöl der Lüneburger Heide, angeliefert vom ZB am 10.7.44 mit Kesselwagen Nr.504203 France, für schnellaufende Fahrzeug-Dieselmotoren nicht geeignet. Die hauptsächlichsten Verunreinigungen, Wasser und feste Fremdstoffe, lassen sich durch Absitzen nicht in genügendem Maße entfernen. Mit Hilfe einer einfachen, bei DB erprobten Aufbereitung, bestehend aus Warmbehandlung mit Bleicherde mit vor- und nachgeschaltetem Ausschleudern, gelang es, das Rohöl von Wasser, Bohrschlamm und einem großen Teil der Asphalte zu befreien, sodaß der motorische Betrieb in wasser- und luftgekühlten Dieselmotoren mit Vorkammer-, Wirbelkammer- und Kugelmotoren durchführbar wurde. Die Rückstandsbildung ist noch größer als bei wehrmächts- und handelsüblichem Dieselmotorkraftstoff und erfordert demgemäß mehr Wartung.

Zu behandeln sind noch folgende Teilfragen:

- a) Kälteverhalten des Rohöles, rein und in Mischung mit Gasöl,
- b) Mischbarkeit und Lagerbeständigkeit.

An diesen Untersuchungen wird maßgeblich das Institut für Braunkohlen- und Mineralölforschung der TH-Berlin, jetzt in Eislingen-Fls (Prof. Dr. R. Heinze) mitbeteiligt.

Weiterführung des Versuchs:

Mit Rohölen anderer Herkunft sind gleichartige Versuche in Aussicht genommen.

Vorgang: Bespr. am 30.6.44 im RMfRuK/Rohstoffamt u. Kfz.-Kommission

Verteilerplan: Herren

Ut. Dir. Dr. Haspel	Gg. Dir. v. Jungenfeld	Liebing
" Mallinger	" Kappler	Schildknecht
" Aichele	" Schulteis	Akten 3-x
" Wagner	" OB. Schmidt	Archiv 1x
O.I. Winkelmann	" Seizer	
Dr. E. Schmidt W60	Dr. Schwaiger	Fortsetzung
	Hartmann/Kuntz	s. Seite 5
	Paul	
	Knecht	
	D.I. Müller	

Gaggenau, 24.8.44

Bearbeiter: (Eitner)
(Dr. Seemann)

Gruppenführer:
Eitner
Dr. Seemann

Abteilungsleiter:
Bokemüller

3896 HANNOVER

Am 30.6.44 wurde in einer Berliner Besprechung die hohe Dringlichkeit sofort einleitender Prüfstands- und Fahrversuche mit Rohölen verschiedener Fundorte herausgestellt. Als erste Sendung ging am 10.7. hier ein Kesselwagen niedersächsisches Rohöl ein, dessen Analyse das ZB-Dresden folgendermaßen mitteilte:

Dichte bei 15°C	0,901
Flammpunkt a.P.	110°C
Stockpunkt	-6°C
Viscosität bei 20°C	10,6 E
Hartasphalt	0,03%
Conradson-Test	3,35%
Siedebeginn	130°C
" 200°C	11 vol.%
" 300°C	28 " %
Wassergehalt	3,7 %
Asche	0,34%
Cetanzahl	44

ZB-Dresden wies darauf hin, daß das Rohöl ungereinigt wäre und vor der Verwendung in Motoren und bei Herstellung von Mischungen mit Gasöl gereinigt werden müsse; wahrscheinlich auch nach der Mischung wegen der bei der Mischung anfallenden Ausscheidungen.

Die Nachprüfung der vom ZB-Dresden mitgeteilten Kennzahlen ergab beim Stockpunkt und Asphaltgehalt ziemliche Abweichungen; die von uns gefundenen Zahlen des nur ganz grob vorgereinigten Rohöles gibt das hier beigelegte Blatt K 263 wieder.

Mit unseren Versuchen, das Rohöl beim Ablassen aus dem Kesselwagen von den größten Verunreinigungen zu befreien, hatten wir keinen Erfolg. Das Filtrieren durch ein Tuchfilter mißlang völlig. Nur ein weitmaschiges Drahtsieb konnte benutzt werden. Beim Überfüllen vom Bodentank des Werkes in Transportfässer wurde der Kraftstoff nach 24stündiger Absitzzeit durch ein Filter der Firma König mit 90er Drahtsieb nachgereinigt; ein 170er Sieb setzte sich nach kurzer Zeit zu. Die ersten Beobachtungen auf dem Prüfstand ergaben folgendes:

Die normalen Einsätze der Bosch-Kraftstofffilter geben keine genügende Durchflußmenge bei 2 m Zulaufhöhe. Wird bei diesen Filtern der innere Tuchsack entfernt und die übliche Förderpumpe eingeschaltet, so ist eine genügende Fördermenge für die Versorgung der Dieselmotoren erreichbar. Den feinen Bohrschlamm des Rohöles hält der Filzplatten-Einsatz der Bosch-Filter jedoch nicht zurück, wie die in kurzen Dauerläufen anfallenden Rückstände an den Vorkammermündungen erkennen ließen.

Aus älteren Untersuchungen, die im hiesigen Werk mit schwierigen Dieselmotorkraftstoffen in den Jahren 1937 und 1939 durchgeführt sind, geht hervor, daß bei der üblichen Raumtemperatur der Kraftstoff in seiner Zähigkeit bis auf ca. 5 bis 6°E herabgesetzt werden muß, damit die Förder- und Einspritzorgane einschließlich der Filter einwandfrei arbeiten. Selbstverständlich ist mit dieser Ziffer allein über das Fließverhalten und die Filtrierbarkeit bei tiefen Temperaturen nichts Endgültiges ausgesagt. Um das hier in Betracht stehende Rohöl auf diese Zähigkeit zu bringen, muß es mit etwa 10 bis 12% üblichem dünnflüssigem Dieselmotorkraftstoff verschnitten werden; damit sinkt ρ_{20} von ca. 9 auf 5 bis 6.

Mit dem Rohöl, das, wie vorher geschildert, von den größten Verunreinigungen nur durch Absitzen und Metalltuchfilter befreit war, ließ sich im Dieselmotor OM 65/4 (4 x 105 x 140) nur

kurzzeitig ein störungsfreier Betrieb durchführen. Nach 3 bis 5-stündiger Laufzeit verkokten die Böden der Einspritzdüsen vollständig; auch die Glühkerzen verschmorten infolge des gestörten Spritzbildes der Düsen. Die Rückstände an den Brennern hatten ein graubraunes Aussehen und waren von sandiger Beschaffenheit. Diese mineralischen Verunreinigungen scheinen die Verkokungsneigung zu beschleunigen. Auch eine Mischung des Rohöles im Verhältnis 50 : 50 mit Dieselmotorkraftstoff Pechelbronn brachte nur eine geringfügige Besserung.

Der erste wesentliche Fortschritt wurde mit einem solchen Rohöl erzielt, das vor der Verarbeitung im Motor durch eine Zentrifuge geschickt war. Die Analyse vor und nach dem Ausschleudern war:

Rohöl	ungeschleudert	geschleudert und gefiltert (Bosch-Filter)
Asche	0,15%	0,04 %
Feste Fremdstoffe	0,20"	0,07 " ?
Asphalt	0,35"	0,51 " ?
Wasser	1,0 "	1,0 "
Wichte d_{20}	0,893	0,893

Man erkennt, daß zwar der Gehalt an festen Fremdstoffen und Asche vermindert ist, aber durch das einmalige Ausschleudern weder der Wassergehalt noch der Asphaltanteil gesenkt ist. Höhere Wassergehalte als 1% beseitigte diese Zentrifuge ziemlich einwandfrei. Aus später durchgeführten Versuchen ist auch zu erkennen, daß mit mehrmaligem Ausschleudern sowohl der Gehalt an festen Fremdstoffen wie an Wasser weiter zu senken ist.

Wurden anstelle der Kranz-Brenner sogenannte Stufenbrenner benutzt und die Düsenplättchen aufgebohrt, oder die Düsenböden durch diese hindurchgesteckt, so verkokten die Düsen scheinbar langsamer; in Wirklichkeit ist dieser geringe Fortschritt wohl darauf zurückzuführen, daß der Koksansatz sich nicht in unmittelbarer Nähe der Düsenmündung hauptsächlich bilden kann.

Den fühlbarsten Fortschritt in der Aufbereitung des rohen Erdöles brachte die zusätzliche Behandlung mit Bleicherde im Schlegelapparat. Die Einspritzdüsen zeigten nach 10stündigem Dauerlauf im Dieselmotor OM 65/4 auf dem Prüfstand nur noch geringen Koksansatz, ebenso blieben die Brenner frei von Belag.

Durch weitere Untersuchungen wurde herausgefunden, daß die zweckmäßigste Reihenfolge für die Aufbereitung des Öles die folgende ist:

1. Ausschleudern mit De Laval-Zentrifuge
2. mit Bleicherde behandeln (Schlegelapparat)
3. nochmaliges Ausschleudern mit De Laval-Zentrifuge.

Nach dieser Behandlung sind die wichtigsten Kennziffern des Rohöles

Feste Fremdstoffe	0,08 %
Asphalt	0,24 "
Asche	0,01 "
Wasser	Spuren

Der Koks nach Conradson sinkt bei der vorbeschriebenen Aufbereitung nur von 4,6 % auf 3,8%. Diesem hohen Wert entspricht die tatsächlich beobachtete Verkokungsneigung im laufenden Motor nicht.

Die Zähigkeit des Rohöles stieg von ca. $9^{\circ}E/20$ auf ca. $15^{\circ}E/20$ an, solange bei der Bleicherdebehandlung im Schlegelapparat das Abdampfen der leichtflüchtigen Bestandteile nicht verhindert wurde; das war auf einfache Weise durch das Nachschalten einer wassergekühlten Rohrschlinge möglich, wie nachstehende Zahlenreihen zeigen:

	<u>Regenerat heiß</u>	<u>Regenerat gekühlt</u>
Siedebeginn	156 ^o	86 ^o
5%	225 ^o	180 ^o
10%	250 ^o	227 ^o
15%	275 ^o	262 ^o
25%	314 ^o	310 ^o
30%	332 ^o	333 ^o

Die Gegenüberstellung des Siedeverlaufs des Rohöls nach K 263 mit 2 anderen Sorten wehrmachts- und handelsüblichen Dieselmotorkraftstoffen zeigt das Schaubild K/L 048 S.

Aus den bisherigen Ergebnissen der Prüfstands- und Fahrversuche darf der Schluß gezogen werden, daß trotz des großen Fraktionsanteils bei 340° das Rohöl verhältnismäßig geringe verbrennungstechnische Schwierigkeiten bereitet, weil es einige als Initialzündler wirkende niedrigsiedende Anteile und so gut wie keine Siedereste über 350° besitzt.

Die im HWA-Prüfmotor festgestellte Zündwilligkeit mit CaZ 45,5 ist für diesen Kraftstoff ausreichend.

Die bisher gemessenen Leistungs- und Verbrauchsziffern an Motoren mit Vorkammer-, Wirbelkammer- und Kugelbrennraumverfahren, wassergekühlt und luftgekühlt, lassen eine gewisse Einbuße im Gütegrad der Verbrennung erkennen. Der bezogene Kraftstoffverbrauch ist um ca. 5% höher als mit üblichem Dieselmotorkraftstoff, was offenbar dem langsameren Verbrennungsablauf zuzuschreiben ist.

Bei diesem Stand der Ergebnisse sollten vom ZB in Verbindung mit der AEV und der Reichsstelle für Mineralöle umgehend Überlegungen darüber angestellt werden, ob und auf welche Weise die beschriebene Grobreinigung an der Fundstelle des Rohöles oder in nächster Nähe vorgenommen werden kann.

Die wichtigsten Teilfragen, deren Bearbeitung bei den Firmen der Fahrzeug- und Zubehörindustrie, sowie bei dem inzwischen mit eingeschalteten Institut für Braunkohlen- und Mineralölforschung der TH-Berlin, Eisingen/Fils, (Prof. Dr. R. Heinze) noch ausstehen, sind:

1. Verwendbarkeit des nach dem DB-Vorschlag aufbereiteten Rohöls im Tatra-Dieselmotor.- Bosch, EVD,
2. Nachprüfung des Reinigungsverfahrens und neue Vorschläge für einfache Aufbereitung.- Institut Prof. Heinze,
3. Weitere Prüfstands- und Fahrversuche bei Dieselfirmen,
4. Kälteverhalten des Rohöles, rein und in Mischungen mit 10% bis ...% Gasöl.- DB, Bosch und Inst.f.M.F.,
5. Mischbarkeit und Lagerbeständigkeit verschiedener Mischungen.

Von der DNAS, S 00, Stuttgart-Untertürkheim ist am 10.8. der Zwischenbericht Nr. A 6212 über die Erprobung dieses Rohöles herausgegeben. Von Bosch, Abt. EVD, erschien am 22.8. der Bericht EVD Nr. 9880a.

In den wichtigsten Ergebnissen stimmen die bisherigen Erfahrungen dieser beiden Prüfstellen mit unseren eigenen überein.

Mit Rohölen anderer Herkunft sind Kurzversuche bei der Heeresversuchsstelle für Panzer und Motorisierung in Kummersdorf durchgeführt. Hierbei haben sich z.T. gleichartige Schwierigkeiten durch Verkokung ergeben. Bei anderen Rohölen sind durch Vorhandensein der Weichparaffine Betriebsstörungen in der Kraftstoffförderung aufgetreten.

Verteilerfortsetzung:

RMFK, Rohstoffamt,	Herrn Chem. P. Schneider, Berlin
" Kfz.-Kommission,	" Oberst Holzhäuer, "
	" Oberbaurat Augustin
OKH, Wa Prüf 6, IVa,	" Dr.-Ing. Weber Kummersdorf
" Wa Prüf 6, F1c	" Dipl. Ing. Altenburg
" /HVEM	" Oberst Esser)
	" Major Dr. Courard)
AEV	" Herrn Dir. Dr. Brunck, Berlin
Zentralbüro f. Mineralöl	" Dr. Charpentier, Dresden
	" Dr. Conrad, Berlin
Hauptausschuß Kraftfahrzeuge mit Wirtschaftsgruppe-Fahr- zeugindustrie	Dipl. Ing. Vorwig) " " Klümpers)
Reichsverkehrsministerium	" Ministerialrat Schumann
R K T L	" Dipl. Ing. Meyer, Berlin
Büssing-NAG, Braunschweig	" Dr.-Ing. W. Bäse
Klöckner-Humboldt-Deutz Köln/ Ulm	" Dir. Hasselgruber
Ringhoffer-Tatra, Nesselndorf	Dipl. Ing. Ledwinka
Robert Bosch, EVD, Stuttgart,	H. Dr. Heinrich
Institut f. Braunkohlen- und Mineralölforschung, TH Bln.,	" Prof. Dr. R. Heinze
Eislingen/Fils	

Untersuchung von Kraftstoffen

Benatragt von: Herrn Bokemüller
 Sendung: 1 Kesselwagen
 Art d.Kraftstoffs: Rohöl

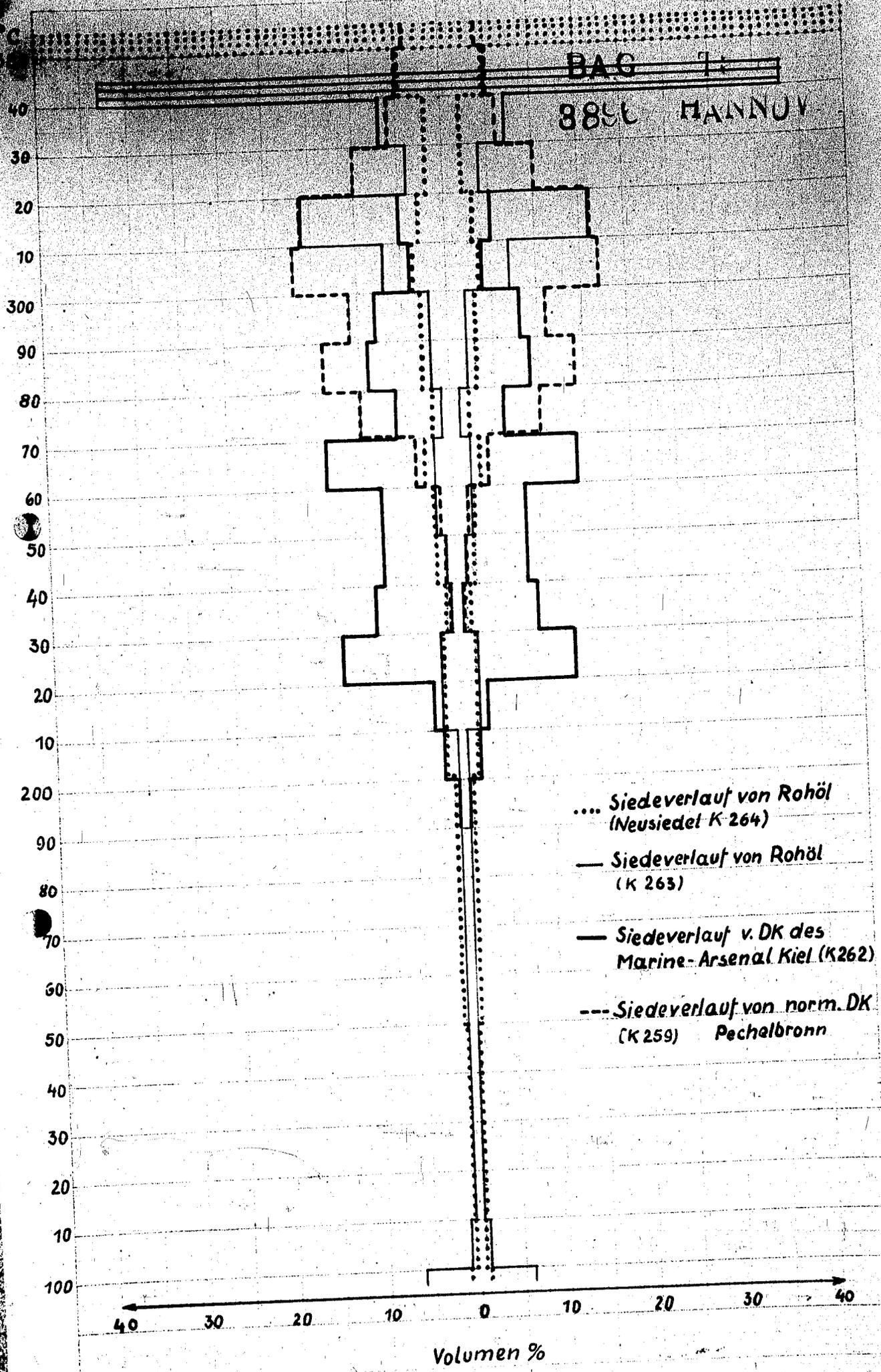
am: 12.7.1944 Probe-Nr.297
 Eing.-Meldung: 17 942
 Lieferer:DAPG Pforzheim

Probe aus ob.Teil d.Kesselw.nach ca.24-stündiger Standzeit gezogen.

Aussehen	dunkelbraun/schwarz
Spez.Gewicht	0,8953
Koks (Conradson)	4,6
Flammpunkt	unter 8,5°
Siedebeginn	60°
10%	198°
30%	306°
60%	339°
65%	340°
Heizwert H _o	10430
" H _u	9740
Feste Fremdstoffe	0,20%
Asche	0,36%
Asphalt	0,56%
Wasser	3,5%
Schwefel	0,59%
Neutral.Zahl N _Z	0,05
Stockpunkt	- 33°C
Filtrierbarkeit	+ 13°C
Zähflüssigkeit b.20°	9,0 °E
Cetanzahl C _a Z	45,5
Cetanzahl C _e Z	54,0
Dampfdruck nach Reid	0,05

Bemerkung: Bei der Siedeanalyse vercrackt das Öl etwa bei 350° und 65 %.

Gaggenau, den 19.7.1944



BAG

3856 MANNUV

Volumen %

BAG T 16 f
3890 HANNOVER

Fahrversuche mit Rohöl auf Dieselschleppern des RSB.

Am 14. Juli ds. Jg. ordnete Herr Ministerialrat Pfarr fernmündlich die Durchführung von Versuchen mit Rohöl auf einigen Dieselschleppern des RSB an. Er schlug vor, hierzu möglichst je einen Schlepper mit Deutz-, M.A.N.- und M.W.M.-Motoren zu nehmen, d.h. also Maschinentypen, die in der Binnenschifffahrt in großen Umfange vertreten sind. Die Erfahrungen der Motorenwerke seien bei den Versuchen mit auszunutzen. Das benötigte Rohöl würde zur Verfügung gestellt.

Am gleichen Tage rief auch Herr Ministerialrat Caye in derselben Angelegenheit an.

Daraufhin wurde sofort bei M.A.N. und Deutz nach deren Erfahrungen mit Rohöl angefragt. Anstelle der M.W.M. wurde Jastrac genommen, weil M.W.M.-Motore im RSB kaum vertreten sind.

Die M.A.N. forderte in einer kurzen Antwort vom 28.7.1944 zunächst eine genaue Analyse des Rohöles. Sofern das Rohöl der Qualitätsvorschrift D 36 3.44 b, die als Anlage 1 beigegeben ist, entspricht, könnte es für den Betrieb von kompressorlosen Dieselmotoren, also von solchen mit Strahleneinspritzung, verwendet werden, unter der Voraussetzung, daß die Brennstoff-Einspritzventile mit Wasser gekühlt werden.

Die im RSB laufenden M.W.M.-Motoren der Typen G 8 V 33 und G 4 V 42 besitzen derartige Ventile.

Deutz forderte in seiner ebenfalls vom 28.7. datierten Antwort gleichfalls eine Analyse, erklärte aber gleichzeitig, in seinem eigenen Laboratorium wegen Arbeitsüberhäufung Versuche nicht durchführen zu können.

Aus den sonstigen Ausführungen von Deutz sei folgendes wiedergegeben:

"Nach den Kenndaten der Analyse ist wohl eine allgemeine Beurteilung des Rohöls möglich, doch kann über das genaue Verhalten in der Maschine keine verbindliche Angabe gemacht werden, da Betriebszustand und Belastungsart des Motors sowie das Zusammentreffen verschiedener Rohöleigenschaften von wesentlichem Einfluß sind.

Hoher Koksgehalt führt zum Ansatz von Koksblumen an den

Düsenplatten, wenn die Tanksblase nicht von selbst abbrückt, muß die regelmäßig entfernt werden, oder es sind die Düsen zu kühlen.

Bei Zählgewerten, die gering über denen von Gasöl liegen, genügt eine Zuführung des Rohöls unter Vordruck. Wenn eine Zubringerpumpe noch nicht vorhanden ist, müßte diese angekauft werden. Bei höheren Zählgewerten ist eine Vorheizung des Rohöls im Tagestank und evtl. im Filter erforderlich. Da bei zäherem Öl das Entlüften von Filter und Zuleitung zum Motor bei Neuauffüllen Schwierigkeiten bereitet, muß die erste Auffüllung mit gut angewärmtem Rohöl vorgenommen werden.

Die Ergebnisse der Untersuchung auf Dampfdruck und Siedeverhalten unterrichten über das Ausscheiden von Gasblasen bei gewöhnlichen Drücken. Dies würde zu Aussetzern der Kraftstoffpumpe führen. Hier hilft wieder das Zuführen des Rohöls unter Vordruck.

Zu starker Asphaltgehalt führt zu einem Verkleben der Kumpenplunger und Düsenadeln. Oft hilft hier eine Vergrößerung des Spiels gegenüber den Führungsbüchsen. Auf keinen Fall ist es statthaft, Rohöl in Behälter, Filter und Einspritzsystem des Motors zu bringen, ehe nicht vorher der bisher verwendete Kraftstoff restlos entfernt ist, weil sich bei Rohölmischungen meist ein zäher Asphaltbelag ausscheidet.

Hoher Aschegehalt führt zu starkem Zylinderverschleiß, erforderlichenfalls muß der Treibstoff zentrifugiert werden. Sobald der Filterrückstand einen zu großen Wert erreicht, kann dieser Nachteil bis zu einem gewissen Grade durch Vergrößern der Filterstation und öfterer Reinigung auf ein erträgliches Maß herabgemindert werden."

Jastran erklärte sich bereit, auf seinem eigenen Prüfstand Versuche zu fahren, wenn ihm Rohöl zur Verfügung gestellt würde.

Mündliche Erklärungen von Deutz ließen eine Hilfe seitens dieses Werkes bei den Versuchen kaum erwarten, die in Aussicht gestellten Vorschläge für den Einbau wassergekühlter Ventile sind auch zur Zeit noch nicht eingegangen.

Das angekündigte Rohöl traf am 12.8. in Minden ein, es ist von der D.A.P.C. Dresden geliefert und hat die Sortenbezeichnung R.K.1. Das Rohöl soll vorgereinigt sein. Minden mußte als Ausgangspunkt der Versuche gewählt werden, weil nur dort ein Tank

zur Aufnahme der 10 t Rohöl zur Verfügung stand. Jastram wurden aus daneben übersandten Bezugscheinen auf weitere 10 t Rohöl 200 kg zur Verfügung gestellt, die Scheine im übrigen aber weit-
ausgemäß nicht ausgenutzt.

Zur Anfertigung einer Analyse wurde alsbald eine Probe ent-
nommen und dem Erdöl-Forschungsinstitut der Technischen Hoch-
schule Hannover zugestellt. Eine zweite Probe wurde an die Gasöl-
lin A.-G. gegeben, die die Untersuchung in einem ihrer Werke
durchführen lassen wollte. Auf das Ergebnis der Analysen, von
denen diejenige der T.H. Hannover am 6.9. eingegangen ist, wird
in einem späteren Abschnitt berichtet.

Ratschläge der Motorenwerke waren erst Wochen nach Über-
sendung der Analysendaten zu erwarten, für praktische Versuche
also nicht zu erwarten. Dg andererseits nach den Auskünften von
M.A.F. und Deutz mit Schwierigkeiten und Betriebsstörungen ge-
rechnet werden mußte, durften für die ersten Versuche nur Fahr-
zeuge genommen werden, deren Ausfall für den RSB nicht von
schwerwiegender Bedeutung gewesen wäre. Infolgedessen wurde zu-
nächst die in Minden stationierte und im dortigen Bugsierdienst
eingesetzte Dieselmotorkasse D.B.4 gewählt, die sofort nach dem
Eintreffen des Rohöls aus dem Betrieb gezogen und für die Ver-
suche durch Reinigen der Tanks und Säubern der Maschine fertig-
gemacht wurde. Die Motorkasse besitzt einen 80 PS- Bohn & Kähler-
Motor der Type K R 17 und Wendegetriebe. Die genannte Leistung
wird bei $n = 500$ abgegeben. Der Motor ist eine Vorkammermaschine
und arbeitet mit 80 atü Einspritzdruck sowie 48-52 atü Zünddruck
und hat elektrischen Anlasser. Anzahl der Zylinder = 4. Bohrung
= 180 mm, Hub = 260 mm. Die Brennstoffventile sind nicht gekühlt.
Der Motor arbeitete zunächst einwandfrei, bis am 16.8. die Ver-
suche durch eine Störung im Wendegetriebe unterbrochen wurden.
Sie wurden nach Instandsetzung am 24.8. wieder aufgenommen, bis
sie am 29. vor. Mts. durch einen Bruch im Antrieb der Nockenwelle
ihr vorläufiges Ende fanden. Beide Schäden sind einwandfrei nicht
auf die Verwendung des Rohöls zurückzuführen. Der Motor hat ins-
gesamt rd. 50 Stunden gelaufen, ohne daß sich, abgesehen von dem
in Abständen von etwa 15 Stunden notwendigen Reinigen der Vor-
kammer und der Düsenplatten Schwierigkeiten gezeigt hätten.

An den Brennstoffpumpen eigener Bauart von Bohn & Kähler
waren keine Verstellungen notwendig. Der Motor arbeitete eher
ruhiger und weicher als mit Gasöl. Auspuff- und Kühlwasser-

Temperatur bleiben unverändert. Auch am Aalsauer traten keinerlei Störungen ein. Der von Deutz verlangte Vordruck zur Brennstoffpumpe war hier wie auf den anderen Versuchsschleppern durch Hochlage des Tagestanks gegeben.

Als Ersatz für die D.B. 4 wurde am 19.8. die Bugtierdienst auf der 9 km langen Strecke zwischen Lohnde und dem Hafen Linden verrichtende Barkasse D.B. 9 herangezogen, die mit einem nicht-umsteuerbaren Sechszylinder-Jastram-Vorkammermotor der Type K.R.G. 6, Bohrung 195 mm, Hub 230 mm, ausgerüstet ist. Die Maschine leistet normal 120 PSe bei $n = 530$, Drehzahl und damit die Leistung haben aber mit Rücksicht auf das schlechte zur Verfügung stehende Lagermetall stark herabgesetzt werden müssen und zwar auf $n = 420$, entsprechend also halber Leistung, was bei der Auswertung der Versuche zu beachten ist. Die Brennstoffpumpen sind eigene Bauart Jastram. Der Einspritzdruck beträgt bei Gasöl 80 atü, Zünddruck 46-52 atü; angelassen wird der Motor mit Druckluft. Die Brennstoffventile sind nicht gekühlt.

Die D.B. 9 ist seit dem 19.8. ständig in Betrieb und erforderte als Sonderarbeit wieder nur regelmäßige Säuberung von Vorkammer und Düsenplatten und zwar nach jeweils bis zu 15 Fahrstunden. Die Brennstoffventile sind im übrigen ungekühlt. Je nach dem Einsatz wird dieses Reinigen alle 1 - 2 Tage ausgeführt. Der Lauf der Maschine war weich und ruhig, der Zünddruck brauchte also nicht verstärkt zu werden. Auspuff- und Kühlwasser-Temperaturen liegen mit 400 bzw. 45° C normal.

Als die Barkassenversuche erkennen ließen, daß wesentliche Schwierigkeiten doch nicht zu befürchten waren, wurde Weisung gegeben, je einen Streckenschlepper mit Deutz- und M.A.N.-Motor nach Linden zu überführen. Genossen wurden die im Lindener Bezirk zwischen Meppen und Herbrum eingesetzten Dieselschlepper 304 (Deutz) und 326 (M.A.N.), also Schlepper von 175 PSe Leistung, beide bei $n = 270$ und beide mit direkter Einspritzung und Wendegetrieben. Dabei hat der M.A.N.-Motor (Type G 4 Vb 42) wassergekühlte Einspritzventile, der Deutzer Motor (Type S-V M V 145) dagegen nicht. Der erstere arbeitet mit Einspritzdruck von 260 - 280 atü und Zünddruck von 48-52, der Deutzer Motor mit solchen von 320 atü bzw. 38-42 Zünddrücken. Die M.A.N.-Maschine hat 275 mm Bohrung und 420 mm Hub, die andere 280 bzw. 450. Die Brennstoffpumpen sind wieder bei beiden eigener Bauart.

Es ist zu stellen sei vermerkt, daß Einspritz- und Zündventile bei dem Anlauf der erforderlichen Apparate nicht ganz richtig funktionierten. Der Brennstoffverbrauch lag auf allen Schleppschleppern um etwa 10 v.H. höher.

Nach Reinigen der Tanks und Neuauffüllen mit Rohöl sowie nach einigen Vorversuchen wurden beide Schlepper vor Schlepptzügen am 22.8. auf die Strecke geschickt.

Der M.A.N.-Motor lief zunächst 6 Stunden, die mit Vollast gefahren wurden, einwandfrei. Nach 6 Stunden begann er zu qualmen, nach 8 Stunden fielen die Drehzahlen allmählich ab und zwar nach 9 Stunden um etwa 30 Umdrehungen, entsprechend einem nach dem Propellergesetz errechneten Leistungsabfall von 31 %. Nach 10 Stunden mußte die Fahrt zum Säubern der Brennstoffventile unterbrochen werden. Auf den Düsen saßen Kokskrater von 1 - 6 mm Höhe und mehr. Auspuffsammelrohre und Schalldämpfer waren stark verkrustet. Der Zustand der Kolbenböden und die Verschmutzung der Zylinder konnte nicht festgestellt werden, weil mit Rücksicht auf den wartenden Schlepptzug hierzu keine Zeit war.

Die Temperaturen des Auspuffs lagen etwa 20 - 30° höher als bei der Verwendung von Geböl, also auf 470 - 480 anstatt 450°, dagegen waren die Kühlwasser-Temperaturen mit 45° normal. Eine erhöhte Erwärmung der Triebwerksteile war nicht festzustellen.

Nach der Reinigung der Düsenplatten wurde der Motor alsbald wieder angelassen, er sprang einwandfrei an, jedoch wurde eine ungewöhnlich starke Rußwolke beobachtet. Hernach lief der Motor wieder normal.

Bei dem Deutzer Motor ohne Wasserkühlung der Einspritzventile traten die Verkokungen und damit das Qualmen und Abfallen der Leistung wie zu erwarten bereits früher ein. Bereits nach 3 1/2 Stunden fing er an stark zu qualmen und mußte schon nach 5 1/2 Stunden abgestellt werden. Der Leistungsabfall war aber geringer, er betrug nur rd. 20 v.H.. Die Düsenplatten zeigten die gleichen Koksbildungen wie bei der M.A.N.-Maschine. Die Verkrustung war naturgemäß nach der halben Zeit nicht so stark wie bei dem M.A.N.-Motor. Für die Temperaturen gilt das bei dem M.A.N.-Motor Gesagte.

Das Wiederanfahren ging einwandfrei.

Dagegen hingen bei beiden Maschinen beim Anfahren an folgenden Tage einige Auspuffventile. Sie zeigten einen teils harten, teils klebrigen Belag auf der Spindel und zwar nur auf den Spindeln, die in der Führung abgenutzt waren und einiges Spiel hatten.

Die Misstände lassen sich beseitigen durch Ersetzen derselben einiger Ventile einer Mischung aus Gasöl und Rohöl. Der Zündpunkt braucht bei diesem Motoras nicht verstellbar zu werden.

Im ganzen hatten die Versuche mit der 304 und 326 ergeben, daß das R. K. 1 für den Dauerbetrieb auch mit wassergekühlten Ventilen nicht voll geeignet ist. Die Versuche wurden deshalb zunächst abgebrochen und die Schlepper dem Endener Bezirk zurückgeschickt. Die 304 bekam dazu ihre Tanks mit Gasöl aufgefüllt, ist also mit einer Mischung von Gasöl und Rohöl etwa im Verhältnis 1:1 gefahren. Dagegen füllte die 326 den einen Tank nur mit Rohöl auf, in den anderen erhielt sie ebenfalls Gasöl. Für die Rückfahrt in den Endener Bezirk ist auch dieser Schlepper mit Mischöl gefahren. Die Fahrt mit dem Mischöl verlief ohne besondere Schwierigkeiten, die Düsen mußten einige Male gereinigt werden.

Im weiteren Verlauf schien es angebracht, die Versuche auf der Schleusenstrecke des Portaund-Ins-Kanals, also auf einer Strecke mit kurzen Haltungen von nur 2 - 8 km Länge, zu wiederholen, um das Verhalten der Motoren bei Fahren mit Unterbrechungen zu beobachten. Die Versuche fanden am 4. und 5.9. statt mit folgendem Ergebnis:

Der M.A.N.-Motor auf der 326 hatte die Gesamtstrecke von Heppen bis Bergeshövede mit insgesamt 15 Maschinen- und 11 1/2 Fahrstunden einwandfrei durchgelaufen, in den Fahrstunden fuhr er durchweg mit 270 Umdrehungen ohne Leistungsabfall. In den Schleusen lief der Motor im Leerlauf durch. Nach 9 Stunden begann er etwas stärker zu qualmen, die Ventile wurden in Bergeshövede aufgenommen, die Düsenplatten hatten aber nur geringe Beläge, sodaß auch ohne Reinigung noch hätte weitergefahren werden können. Eine Wartezeit des Schleppers in Bergeshövede wurde ausgenutzt, um einige Auspuffventile aufzunehmen. Im großen ganzen waren Kolbendüsen und Zylinderinneres sauber.

Die 304 mit dem Deutzer Motor fuhr wieder mit der Mischung Rohöl und Gasöl je zur Hälfte. Nach je 6 - 7 Fahrstunden wurde eine Reinigung der Düsenplatten notwendig, die einen teils weichen, teils harten Belag von 1 - 6 mm Stärke aufwiesen. Bei einigen Düsenplatten waren sogar einige der 4/10 mm weiten Düsenbohrungen zugesetzt. Die Liegezeiten in den Schleusen reichten für das Reinigen aus.

Als Endergebnis ist festzustellen, daß Vorkammermaschinen

7

in unterbrochenem Betriebe einwandfrei mit dem zur Verfügung gestellten Rohöl R K 1 ohne Leistungsveränderung fahren können. Als einziger Nachteil bleibt die Notwendigkeit, die Brennstoffventile etwa alle 15 Fahrstunden aufzunehmen und reinigen zu lassen, eine Mehrbelastung, die gerade im unterbrochenen Betrieb dem Maschinisten ohne weiteres zugemutet werden kann.

Dagegen kann das Rohöl auch mit wassergekühlten Einspritzventilen in Dauerbetrieb nur benutzt werden, wenn ein Anlegen des Fahrzeuges zum Reinigen der Brennstoffventile in Zeitabständen von höchstens 8 Stunden zulässig ist. Wesentlich günstiger ist das Verhalten, wenn die Vollastfahrt in regelmäßigen Zeitabständen unterbrochen wird. Nichtgekühlte Ventile verbieten die Verwendung von Rohöl.

Nicht mit untersucht werden konnte die Frage, ob etwa durch die Verkokungen ein stärkerer Verschleiß des Motors eintreten wird. Nach der Art dieser Verkokungen, die zum Teil aus einer ziemlich harten, körnigen Masse bestanden, ist aber ein stärkerer Verschleiß mit ziemlicher Sicherheit zu erwarten.

Von Verunreinigungen war das Rohöl frei, sodaß die normalen auf jedem Dieselschlepper vorhandenen Brennstofffilter ausreichten. Allerdings handelt es sich bei dem R K 1 auch um ein vorgereinigtes Rohöl. Die Dünnflüssigkeit des Rohöls reichte in der Jahreszeit, in der die Versuche ausgeführt wurden, aus. Ein Anwärmen war in keinem Falle notwendig.

Zum Schluß sei noch auf die Analyse des Rohöls eingegangen, die die in der Anlage 2 angegebenen Daten zeigt.

Ein Vergleich mit den eingangs genannten Qualitätsvorschriften zeigt, daß das R K 1 den Vorschriften in der Viskosität und in dem Verkokungsrückstand nicht entspricht. Gegenüber einem Soll von höchstens 4 Engler-Graden bei 20° C hat das R K 1 5,3 E°. Es wird also in der kälteren Jahreszeit vorgewärmt werden müssen. Normales Gasöl hat nur 1,48 E°.

Die Verkokungsrückstände betragen beim R K 1 5,6 %, liegen also doppelt so hoch als wie die Vorschriften dies zulassen. Nach Mitteilungen der T. V. Hannover soll es möglich sein, durch Behandlung des Rohöls mit Bleicherde die Verkokungsrückstände zu einem wesentlichen Teil herauszuziehen. Die ersten Versuche im Laboratorium der Rütgers-Werke in Castrop-Rauxel haben jedoch

keinen Erfolg gebracht. Die Versuche werden fortgesetzt.

Der niedrige Flammpunkt des R. K. 1 zwingt dazu, bei seiner Verwendung die Sicherheitsvorschriften genau zu beachten, die für den Leichtdieselmotorkraftstoff erlassen sind.

Aus einem von der Hamburger Motorenfabrik Carl Jastran nach Abfassung des vorhergehenden Berichts eingegangenen Schreiben ist zu ersehen, daß diese bislang eigentlich nur Vorversuche an einem Motor mit direkter Strahleinspritzung gemacht hat. Diese seien negativ verlaufen, insbesondere sei ein Leistungsabfall von $1/3$ zu verzeichnen gewesen. Die Versuche an einer Vorkammermaschine, von denen er sich Besseres verspricht, sollen folgen. Jastran hält noch das Anheizen des Rohöls für erforderlich.

BAG Target

M A N

3896 HANNOVER

Maschinenfabrik Augsburg - Nürnberg A.G. Werk Augsburg

Qualitätsvorschriften

für dünnflüssige Roherdöle und Gemische von Gasöl mit Rohöl oder Rohöl-Rückständen (Dieselöle) zum Betriebe von Dieselmotoren.

Die Verwendbarkeit der Öle ist von der Erfüllung der folgenden Vorschriften abhängig; geringe Abweichungen der Werte sind zulässig, doch ist dann Untersuchung von Fall zu Fall notwendig.

Spezifisches Gewicht bei 15°C bei ostindischen Ölen			
	bei Ölen anderer Herkunft	unter	0,94
		unter	0,915
Verhalten in der Kälte	noch fließend bei		-5°C
Viskosität nach Engler bei 20°C		unter	4
Flammpunkt nach Pensky-Martens		über	55°C
im offenen Tiegel		über	65°C
(maßgebend sind die feuerpolizeilichen Vorschriften)			
Verdampfbarkeit:			
bis 350°C sollen überdestillieren	mindestens		60%
Gehalt an:			
Wasser	höchstens		1%
Schwefel	höchstens		1,5%
Wasserstoff	mindestens		11,8% +)
unverbrennlichen Bestandteilen (Asche)	höchstens		0,02%
in Normalbenzin unlöslichen Bestand-			
teilen	höchstens		0,7%
organischen Säuren, als SO ₃ berechnet	höchstens		0,12%
Mineralsäuren			keine
Verkokungsrückstand nach Conradson	höchstens		1,8%
Unterer Heizwert von 1 kg	mindestens		9900 Cal.
Oberer Heizwert von 1 kg	mindestens		10620 Cal.

+) Wenn der Wasserstoffgehalt weniger als 11,8% beträgt (Borneo-Öle, so ist für die kleineren Zylindereinheiten zum Anlassen sowie für Leerlauf und kleine Last ein leichter zündender Brennstoff erforderlich.

BAG

T 10

8800

HANNOVER

Untersuchung eines Rohöls RK 1
geliefert von der DAPG - Dresden
(untersucht Sept. 1944)

Wassergehalt	= 0,1 %
Stockpunkt	= - 18°
Wasserstoff	= 12,16%
Kohlenstoff	= 83,31%
Asche	= 0,014%
S ₂ (Säurezahl)	= 0,0056
V ₂ (Verseifungszahl)	= 0,01
Schwefel	= 1,32%
Flamm. geschl. Tiegel	= 9,5°C
Flamm. offen. Tiegel	= 35,5°C
Korrosion	keine
Hartaaphalt	Spuren
Koksrückstd. (Conradson)	= 3,6%
Visk. $\frac{1}{2}$ 0° C	= 21,8
Visk. + 20° C	= 5,3
Visk. + 50° C	= 2,15
Spez. Gewicht	= 0,882